DKV Instituto
de la Vida Saludable

Partner de conocimiento
ecodes
tiempo de actuar

Observatorio salud y medio ambiente

2018

El aire que respiras

La contaminación atmosférica en las ciudades

DKV
Salud y bienestar

Mucho que cuidar

DKV Instituto
de la Vida Saludable

Partner de conocimiento

ecodes
tiempo de actuar

El aire que respiras: la contaminación atmosférica en las ciudades 2018

Coordinación
CLEMENTE ÁLVAREZ,
periodista ambiental

Diseño y maquetación
JOSEP TURON TRIOLA

Infografías
BALLENA BLANCA

Depósito Legal: Z 1063-2018.
Septiembre 2018

Autores

Clemente Álvarez: coordinador del área de Sostenibilidad de la Fundación Alternativas y coeditor de la revista Ballena Blanca. Periodista ambiental y científico con una reconocida trayectoria tanto en España como en EEUU, ha publicado durante más de 10 años en El País, medio en el que fue autor del blog Ecolaboratorio. También llevó la sección de medio ambiente de Soitu.es y ha sido presentador y guionista del espacio televisivo La Huella en La 2, donde analizaba la huella ambiental de familias españolas. Entre otros muchos galardones, en 2017 recibió una mención especial en los premios Knight-Risser de Periodismo Ambiental de la Universidad de Stanford (California) por un especial digital sobre contaminación del aire.

Patricia Matey: periodista especializada en Salud con más de 25 años de trayectoria profesional en esta especialidad. En 1992 entró a formar parte de la redacción de El Mundo y se incorporó desde su lanzamiento al suplemento de Salud, donde desarrolló su carrera. En la actualidad, colabora con medios especializados y generalistas y diseña estrategias de Comunicación en el ámbito sanitario. Su trabajo ha sido reconocido con los más prestigiosos galardones, como los premios del CSIC, el Boehringer-Ingelheim, Fundación Ciencias de la Salud, Sociedad Española de Oncología Médica, Asociación Española del Derecho Farmacéutico, salud de la Mujer, Pfizer, Colegio Oficial de Psicólogos y el Premio de Periodismo de Pfizer.

Rosa M. Tristán: periodista especializada en información científica y ambiental. Colaboradora habitual en El HuffPost, RNE, Público y revistas especializadas desde 2012. Con anterioridad, durante 22 años, fue redactora del diario El Mundo, los últimos 10 años en la sección de Ciencia del diario y en el suplemento dominical Eureka, de temática científica y ambiental. En 2013, obtuvo una mención especial del Premio Tecnalia sobre innovación tecnológica por un reportaje sobre tecnología, desarrollo y sostenibilidad. En 2014, fue Premio Nacional de Periodismo Doñana al Desarrollo Sostenible por un reportaje sobre educación y medio ambiente, publicado en el periódico Escuela.

Índice

Presentación		5
Introducción		7
Capítulo 1	Evolución del problema de la contaminación atmosférica Clemente Álvarez	10
Capítulo 2	Los efectos de la salud en España Patricia Matey	26
Capítulo 3	Acciones municipales para mejorar la calidad del aire en ciudades Clemente Álvarez	38
Capítulo 4	La respuesta de los ciudadanos Rosa Tristán	56
Bibliografía		74
Glosario de términos		78

Presentación

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU pone de relieve los vínculos entre el desarrollo, el medio ambiente, el bienestar humano y el pleno disfrute de una amplia gama de derechos humanos, como el derecho a la vida, la salud, la alimentación, el agua y el saneamiento. Implicados como estamos en la consecución de estos objetivos, en DKV "nos esforzamos por un mundo más saludable" e intentamos que ese propósito impregne nuestras acciones. No en vano, la apuesta por la salud y por el medio ambiente son dos líneas estratégicas de la compañía, en las que, además, podemos aportar nuestra experiencia y conocimiento como compañía de seguros médicos y como pioneros en la responsabilidad social.

Justo ahora se cumple una década desde el nacimiento del Observatorio DKV de Salud y Medioambiente, y podemos decir con orgullo que los publicaciones de estos años han tocado algunos de los temas más importantes relacionados con cómo afecta el entorno a nuestra salud: desde la alimentación hasta el ruido, pasando por el cambio climático y, como no, la contaminación atmosférica, al que se dedica la presente edición.

El Observatorio nació con una clara vocación pedagógica y divulgativa de acercar contenidos científicos al gran público, gracias al formato y al lenguaje utilizados. Pero además de sensibilizar a la población, busca crear un espacio de reflexión para especialistas y personas interesadas en la salud y el medio ambiente.

Este año que conmemoramos también los 20 años de acciones de Responsabilidad Social en DKV no podemos evitar echar la vista atrás y comprobar que esta labor de sensibilización y pedagogía ha estado presente en la compañía desde los inicios, con acciones como ser una compañía CERO CO_2, el programa de EKOamig@s, los ecofunerales, el primer seguro de hogar ecológico del mundo EcoHogar, o la rehabilitación de nuestra nueva sede con criterios medioambientales.

En esta edición del Observatorio de Salud y Medio Ambiente hemos abordado un asunto que nos preocupa a todos, especialmente a aquellos que vivimos en ciudades. Bajo el título "El aire que respiras: la contaminación atmosférica en las ciudades" más allá de llamar la atención sobre la relación tan directa que existe entre este factor y la salud y calidad de vida de las personas, el informe ofrece posibles soluciones y buenas prácticas con resultados contrastados.

En definitiva, se trata de una publicación que no pretende alarmar, sino informar de aspectos que no siempre tienen cobertura en los medios de comunicación y provocar la movilización ciudadana. Para nosotros, el Observatorio DKV de Salud y Medioambiente no es sino otra manera de crear conciencia.

Josep Santacreu Bonjoch
Consejero delegado

METROPOLIS

Introducción

Hay pocos ámbitos donde esté más clara la conexión entre medio ambiente y salud como el de la calidad del aire. Son muchos los impactos de la mala calidad del aire en la población, pero basta recordar que la contaminación continúa matando.

¿Cómo ha evolucionado este grave problema desde la publicación del primer Observatorio de Salud y Medio Ambiente DKV dedicado a la calidad del aire? Sin duda, una de las principales diferencias es que la sociedad española está ahora prestando mucha más atención a este asunto. Posiblemente, por una mayor conciencia del impacto de aquello que respiramos en nuestra salud, pero también por las normas que obligan a las administraciones a proteger a la población y adoptar medidas cada vez más contundentes.

> Si bien de forma global se han reducido las emisiones nocivas en Europa, estas siguen siendo una asignatura pendiente para muchas zonas urbanas en el caso de determinados contaminantes

Del mismo modo, en este tiempo también ha aumentado el conocimiento que se tiene sobre este problema (mucho más complejo de lo que se cree) y se han llevado a cabo interesantes experiencias en zonas urbanas del país que sirven ahora como referencia.

Como se incide en este nuevo trabajo titulado ´El aire que respiras: la contaminación atmosférica en las ciudades´, si bien de forma global se han reducido las emisiones nocivas en Europa, estas siguen siendo una asignatura pendiente para muchas zonas urbanas en el caso de determinados contaminantes. El desafío está principalmente en las ciudades, y en especial, con el tráfico motorizado.

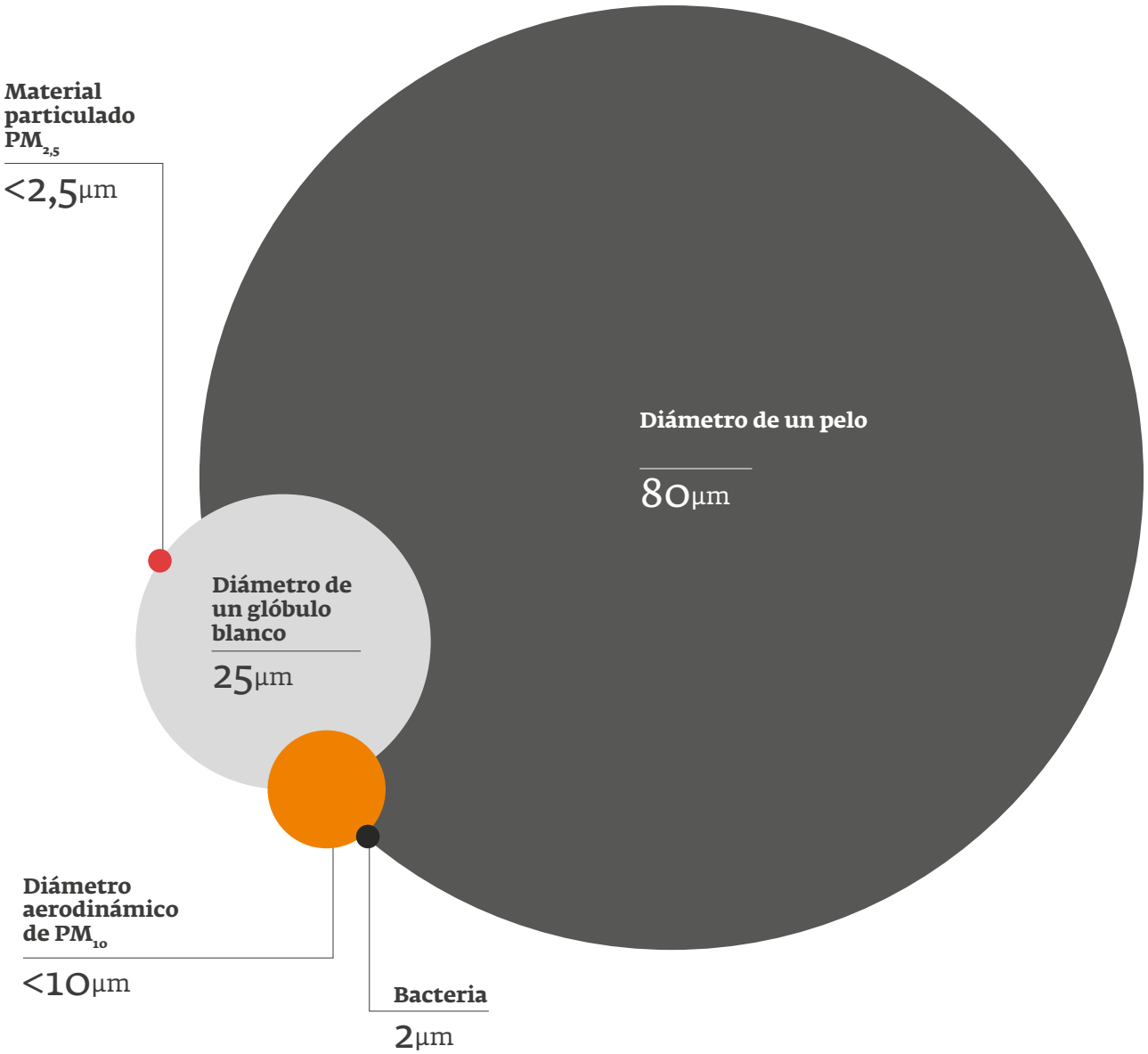
Por ello, tras repasar la evolución de la contaminación del aire y su impacto en la salud en España, esta obra se centra en dos tipos de actuaciones de gran relevancia. Por un lado, el informe recoge varias experiencias municipales realizadas en ciudades del país para reducir el uso del vehículo privado, con diferentes estrategias a escalas muy diversas. Por otro, se reúnen igualmente otros ejemplos que muestran cómo los ciudadanos y empresas tienen también mucho que decir para luchar contra la contaminación.

Paradójicamente, en lo que respecta a los cambios en la forma de moverse en las zonas urbanas, algunos de estos ejemplos muestran que no vale con limitarse a sustituir la tecnología de los vehículos si se busca incidir de verdad en la salud de las personas. Aunque los cambios tecnológicos pueden mejorar sin duda la calidad del aire, la lucha contra la contaminación constituye una oportunidad para actuar de forma mucho más profunda en nuestras ciudades, para que sean urbes más habitables y saludables.

Figura 1. **Medir la contaminación, medir lo muy pequeño**

Comparación de material particulado $PM_{2,5}$ con un pelo

Un micrómetro (µm) o **micrón** es equivalente a una milésima parte de un milímetro.



¿Cuánto es 1 µg?

Un microgramo (µg) equivale a la millonésima parte de un gramo.

La concentración de contaminantes en el aire (por ejemplo el O_3) se mide en microgramos por metro cúbico de aire (µg/m³).

1µg
0,000001 g

Evolución de la contaminación atmosférica en España

Clemente Álvarez

Aparte de la ya de por sí complejidad de los procesos que contaminan el aire, aquello que respiramos y que tanto puede influir en nuestra salud ha dependido en los últimos años de factores tan dispares como la crisis económica, el escándalo 'dieselgate' o el calentamiento global. Parece claro que la contaminación atmosférica preocupa cada vez más a los ciudadanos. ¿Pero sabemos cómo es el aire que entra en los pulmones de los españoles en comparación con el que respiraban hace 15 años? ¿Cómo ha evolucionado la contaminación atmosférica desde la publicación del primer Observatorio DKV de Salud y Medio Ambiente dedicado a este problema?

Barcelona

LA CALIDAD DEL AIRE ENTRE 2001 Y 2016

No hay muchos estudios que comparen las mediciones de contaminantes en series temporales suficientemente amplias para poder sacar conclusiones fiables. Una referencia sólida es el informe de Evaluación de la calidad del aire en España, elaborado por el antiguo Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, que en su edición de diciembre de 2017 mostraba datos de distintos contaminantes para el periodo 2001-2016.

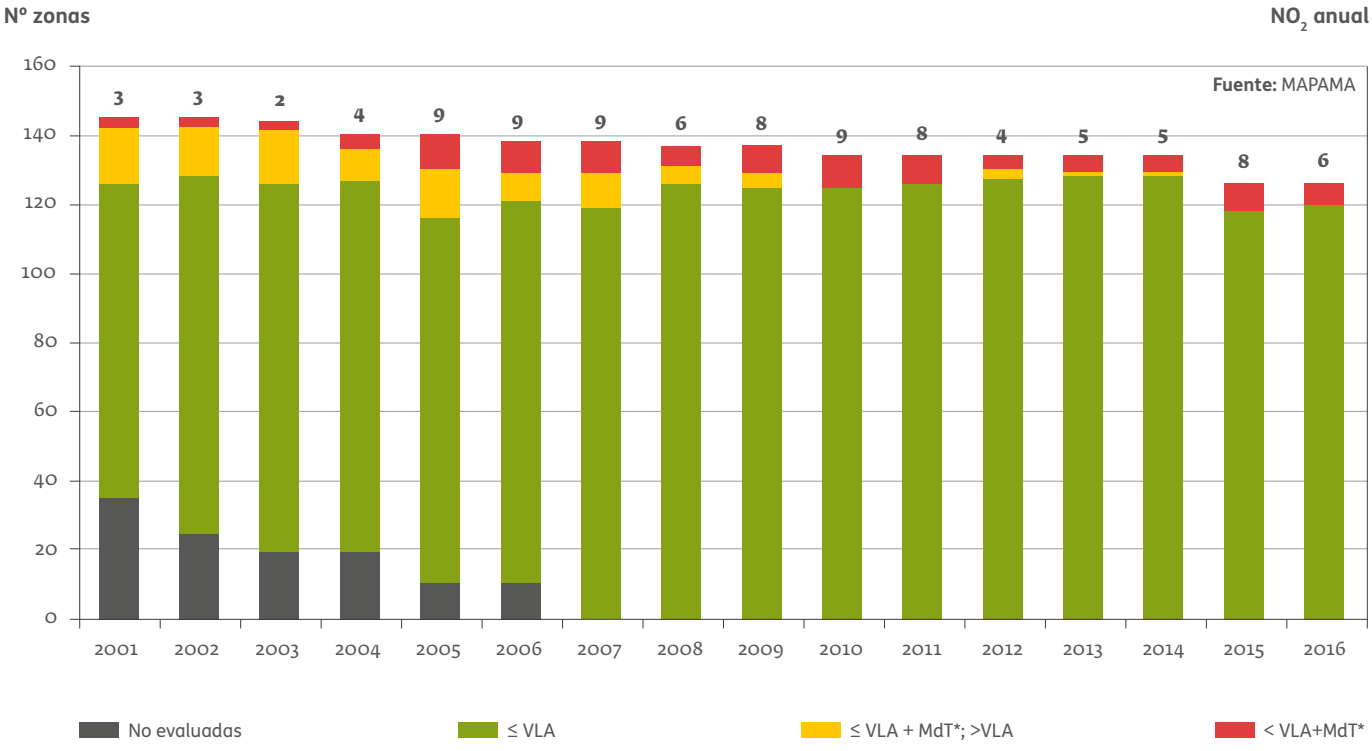
Figura 2. **Evolución de las zonas respecto al Valor Límite Diario (VLD) de SO_2 (2001-2016)**

El margen de tolerancia (MdT) dejó de aplicarse el 01/01/2005

Dióxido de azufre (SO_2): Como se puede ver en la gráfica, hay una disminución progresiva de las zonas en las que se rebasa el valor límite diario (VLD) para la protección de la salud humana de este contaminante (que es de 125 µg/m³), no registrándose ninguna desde 2011. Ocurre lo mismo con el valor límite horario (fijado en 350 µg/m³).

Figura 3. **Evolución de las zonas respecto al Valor Límite Anual (VLA) de NO_2 (2001-2016)**

El margen de tolerancia (MdT) dejó de aplicarse el 01/01/2010

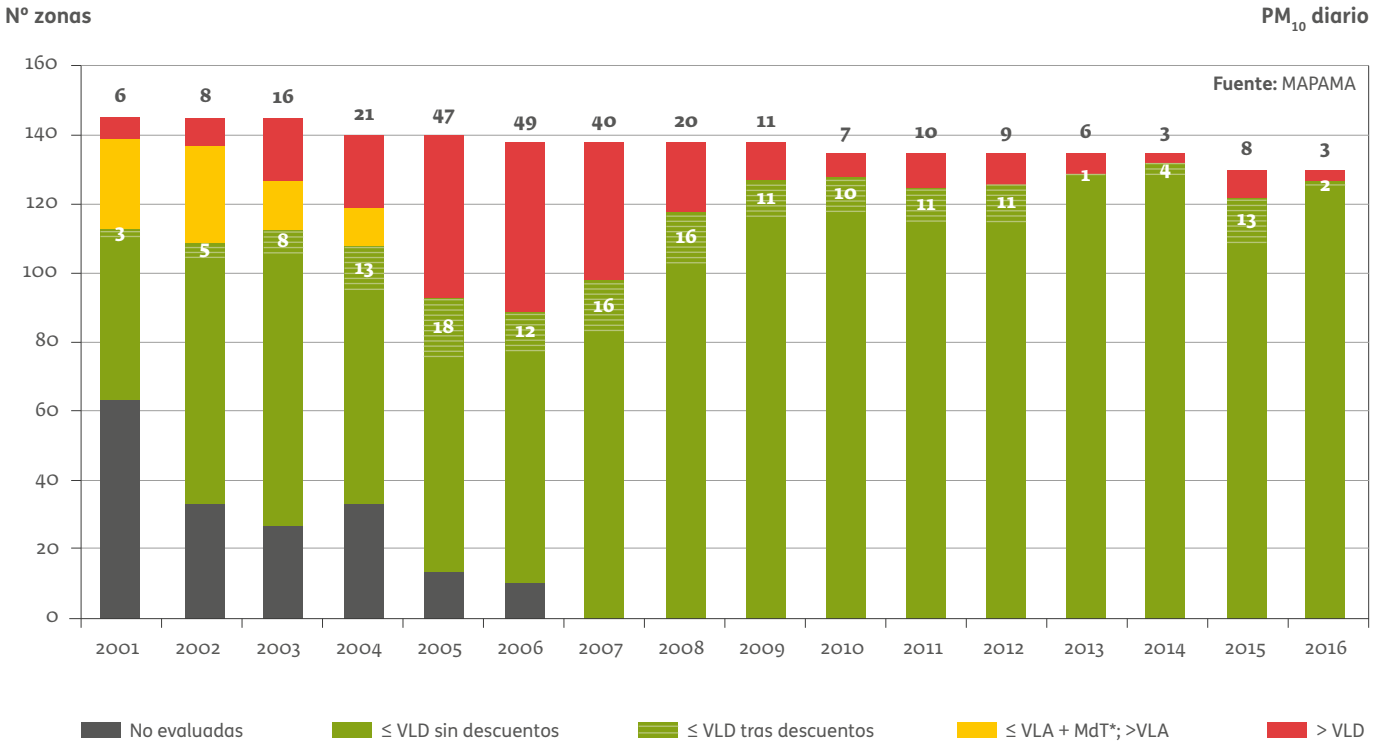


Dióxido de nitrógeno (NO_2): La evolución con este contaminante es bien distinta. En el último año evaluado hay seis zonas en las que se rebasa el valor límite anual (VLA) de 40 µg/m^3, siendo una cifra menor que el año anterior, pero superior a otros precedentes. Las zonas en las que se supera el valor anual para el dióxido de nitrógeno son: Granada y Área Metropolitana, Área de Barcelona, Vallès-Baix Llobregat, L'Horta, Madrid, Corredor del Henares.

Granada

Figura 4. **Evolución de las zonas respecto al Valor Límite Diario (VLD) de PM_{10} (2001-2016)**

El margen de tolerancia (MdT) dejó de aplicarse el 01/01/2005

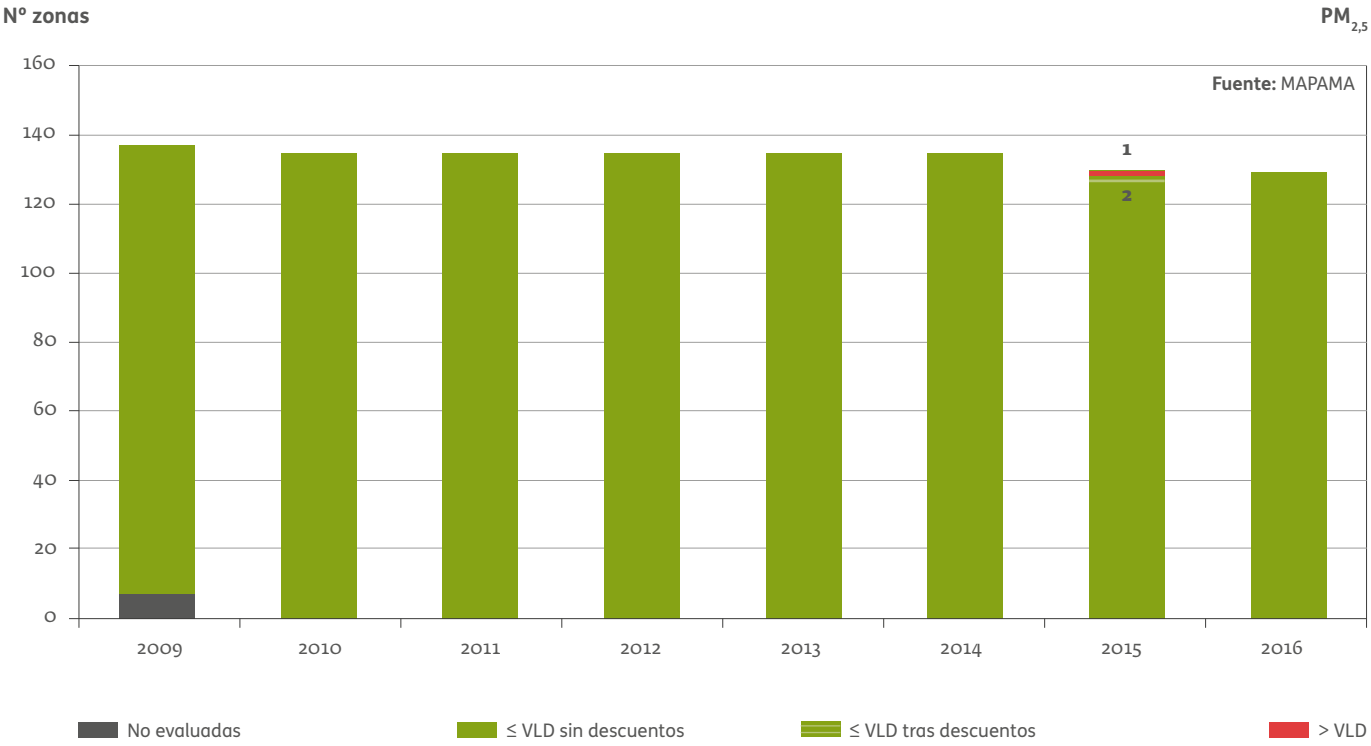


Partículas (PM_{10}): En este caso, vuelve a comprobarse una reducción de los picos de contaminación. Así, en el último año evaluado son tres las zonas en las que se supera el valor límite diario (VLD), fijado en 50 µg/m³, uno de los datos más bajos de la serie temporal 2001-2016. Esas tres zonas donde se superan los límites diarios de PM_{10} para la protección de la salud humana son Villanueva del Arzobispo, Asturias Central y Plana de Vic (todos estos datos excluyen las superaciones por motivos naturales como consecuencia de intrusiones de polvo africano).

Villanueva del Arzobispo

Figura 5. **Evolución de las zonas respecto al Valor Límite Anual (VLA) de $PM_{2,5}$ (2009-2016)**

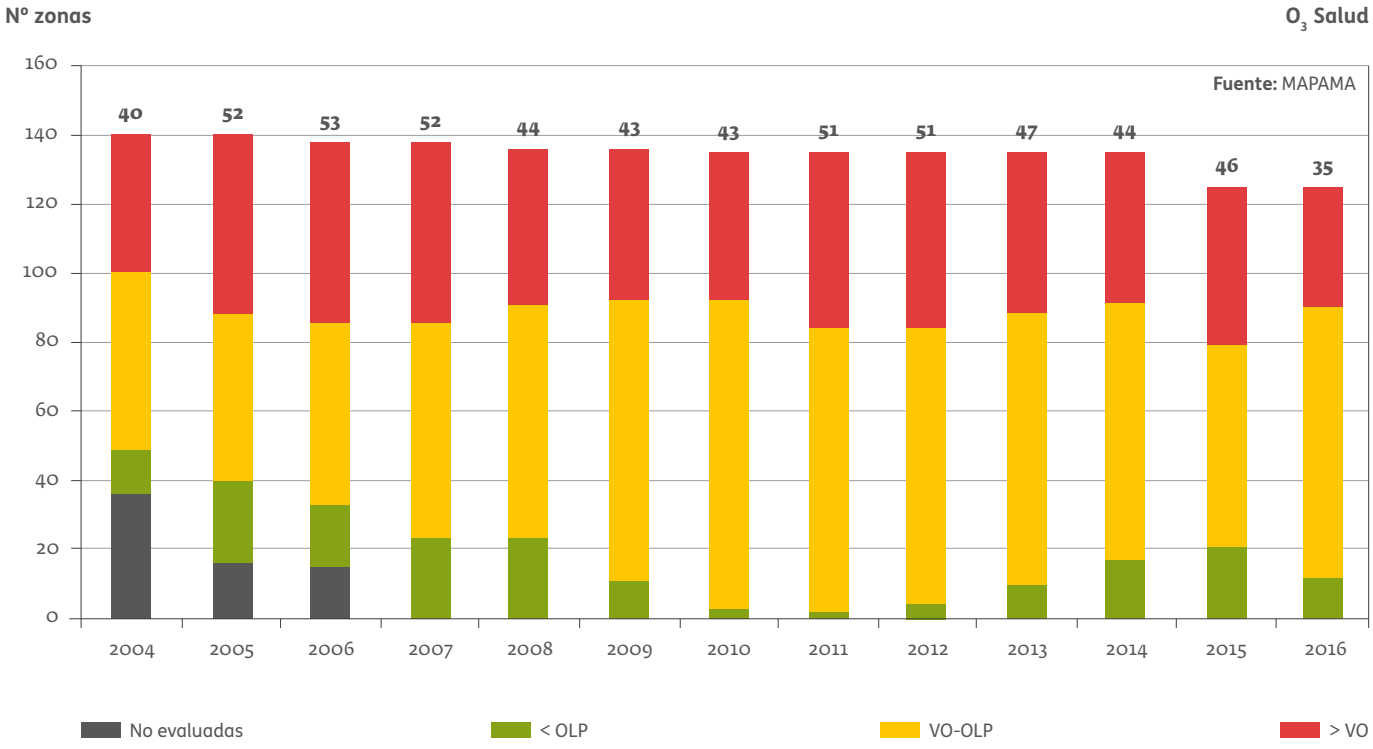
El margen de tolerancia (MdT) dejó de aplicarse el 01/01/2015



$PM_{2,5}$

Partículas ($PM_{2,5}$): En la serie evaluada de 2009 a 2016, es 2015 el único año en el que se supera el valor límite anual (VLA) para la protección de la salud humana (25 µg/m³). En este caso, hay también un Indicador Medio de Exposición (IME), que se emplea para evaluar el cumplimiento del objetivo nacional de reducción de la exposición a las partículas más finas (reducir hasta el año 2020 la exposición de la población nacional un 15% respecto al IME obtenido en 2011). En este sentido, el IME de $PM_{2,5}$ en 2016, calculado como media trienal de los indicadores anuales de 2014, 2015 y 2016, fue de 12,4 µg/m³, lo que supone una reducción del 12,1% respecto al IME de 2011 de referencia.

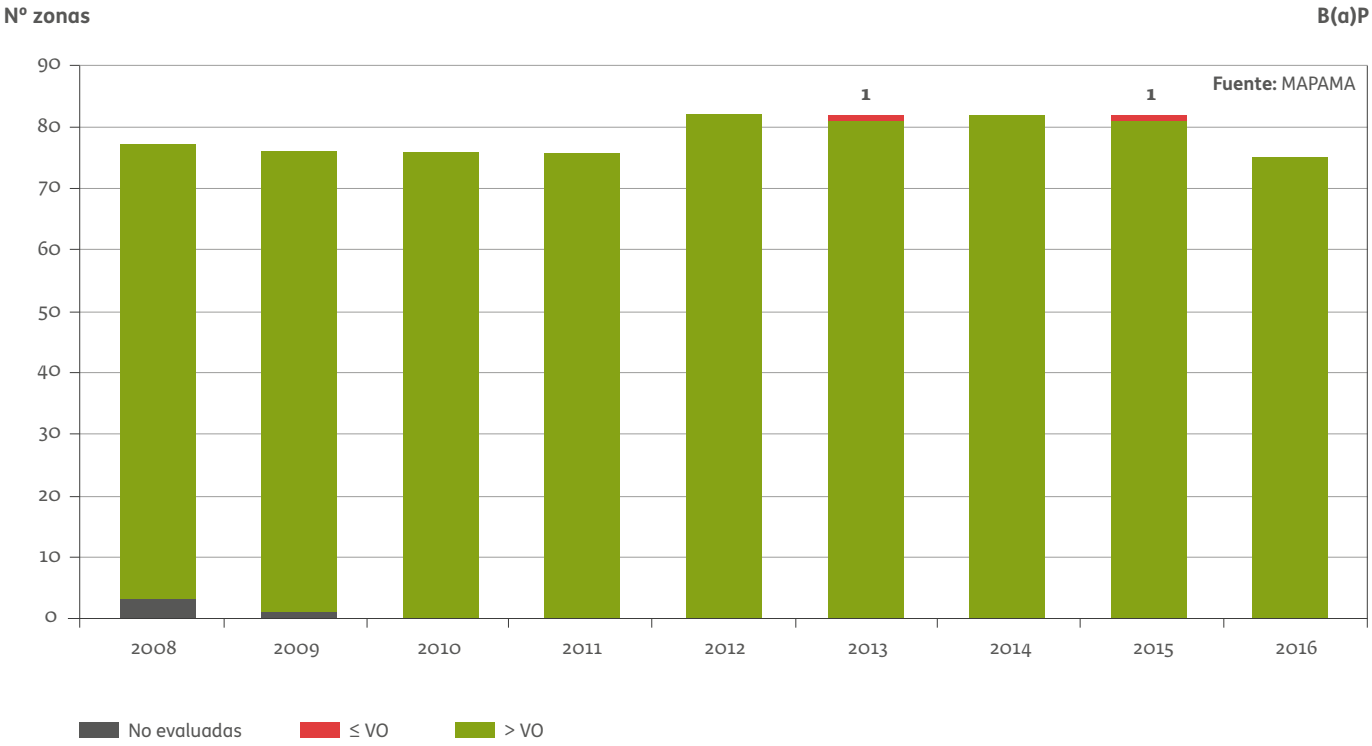
Figura 6. **Evolución de las zonas respecto al Valor Objetivo para la protección de la salud (VO-salud) de O_3 (2004-2016)**



O_3

Ozono (O_3): Como se ve en la gráfica, en 2016 fueron 35 las zonas donde hubo registros por encima del valor objetivo para el ozono (120 µg/m³ para la protección de la salud humana y AOT40 = 18.000 (µg/m³ . h) para la protección de la vegetación) y 78 con registros entre el valor objetivo y el objetivo a largo plazo (120 µg/m³ para la protección de la salud humana y AOT40 = 6.000 (µg/m³ . h) para la protección de la vegetación), una situación no mucho mejor que los años precedentes. Colocadas en un mapa, estas zonas en rojo y amarillo cubrieron en 2016 prácticamente toda la Península Ibérica.

Figura 7. **Evolución de las zonas respecto al Valor Objetivo (VO) de Benzo(a)pireno (2008-2016)**



BaP

Benzo(a)pireno (BaP): Desde 2008, ha sido en 2013 y 2015 cuando se ha superado el valor objetivo (VO) de este contaminante para la protección de la salud humana y el medio ambiente en su conjunto (fijado en 1 ng/m^3 para el año natural).

Pb C_6H_6 CO As Cd

Otros contaminantes: El informe considera buenos los valores para plomo (Pb), benceno (C_6H_6) y monóxido de carbono (CO) en toda la serie temporal evaluada. Asimismo, en arsénico (As) no se da ninguna superación de los valores límites desde 2010 y de Cadmio (Cd) solo se rebasó en una zona en 2015.

En conclusión, según estos valores oficiales, la evolución de los últimos años muestra mejorías significativas en contaminantes como SO_2 o PM_{10}, pero también un estancamiento para reducir en el aire otras sustancias dañinas para la salud como son el NO_2 o el ozono troposférico. En el caso de este último contaminante, hay que destacar la influencia de las condiciones meteorológicas y las olas de calor. En cuanto al dióxido de nitrógeno (NO_2), resulta difícil no relacionar este estancamiento con el llamado 'dieselgate'. Este escándalo destapado en EEUU en el año 2015 fue para muchos expertos en contaminación atmosférica en Europa la confirmación de aquello que llevaban denunciando desde varios años antes: las emisiones en conducción real de los coches diésel eran muy superiores a las que reconocían los fabricantes y validaban los controles de laboratorio en la UE.

Esta contaminación no es igual en todas partes. Los estudios sobre calidad del aire en España son claros al señalar que los principales problemas en el país están asociados generalmente a las ciudades. Asimismo, aunque pueden ser muchas las causas de la contaminación, se considera que estas emisiones en las áreas urbanas son generadas principalmente por el tráfico. Para identificar de dónde viene esa contaminación, hay que recurrir a los inventarios de emisiones. Ya no se mide en el aire, sino que se calcula a través de factores de emisión cuánto ha salido de cada fuente de contaminación.

Unos niveles de contaminación vigilados desde la UE

El pasado 18 de mayo de 2018, la Comisión Europea anunció su decisión de llevar ante el Tribunal de Justicia de la UE a Alemania, Francia, Hungría, Italia, el Reino Unido y Rumanía por el incumplimiento de los límites establecidos en la normativa sobre calidad del aire. Para sorpresa de algunos, en la lista no estaba España, a pesar de tener también casos de infracción pendientes por la superación de los valores límites de NO_2 y PM_{10}.

De forma específica, habría mucha expectación por ver qué pasaba con el prolongado incumplimiento de Madrid y Barcelona con los límites de NO2, desde la puesta en marcha de la directiva de calidad del aire en 2010.

Sin embargo, el Ejecutivo comunitario aseguró que, en el caso de España, "las medidas que se están adoptando o que están previstas, de acuerdo con la información recibida por la Comisión tras la cumbre ministerial sobre calidad del aire, parecen ser las adecuadas para hacer frente a las carencias detectadas, siempre y cuando se ejecuten correctamente". E indicó que "continuará supervisando de cerca la ejecución de dichas medidas, así como su eficacia para mejorar la situación lo antes posible".

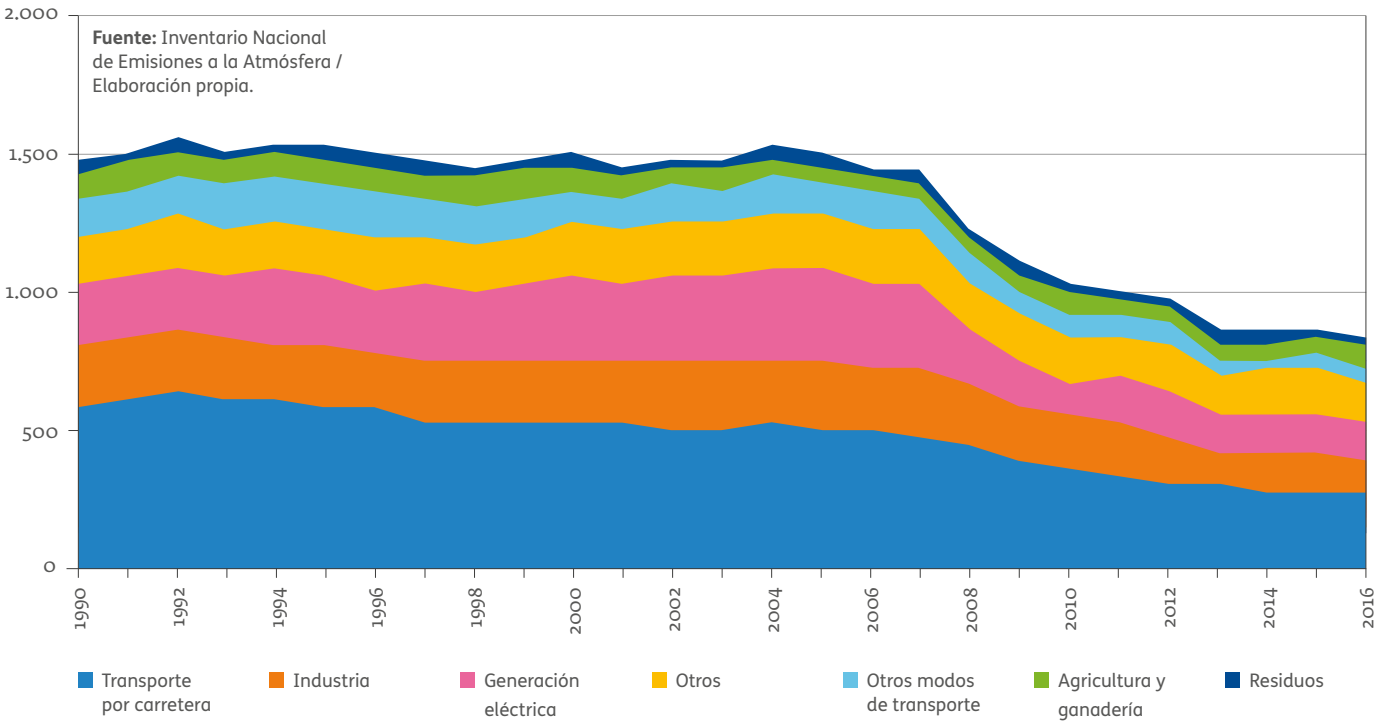
Además de llevar al Tribunal de Luxemburgo a estos seis países por incumplimiento de los valores límites de NO_2 y PM_{10}, la Comisión también pidió explicaciones a Alemania y Luxemburgo sobre las medidas correctoras y sanciones que espera emprender tras descubrirse nuevos casos de irregularidades en motores de vehículos diésel.

Según incidió el Ejecutivo comunitario, la calidad del aire ha mejorado globalmente en la UE en las últimas décadas. "Sin embargo, la calidad de vida de muchos ciudadanos de la Unión sigue viéndose inaceptablemente perjudicada. La contaminación del aire es la causa directa de enfermedades crónicas y graves, como el asma, los problemas cardiovasculares y el cáncer de pulmón".

LA CRISIS ECONÓMICA

Según el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, en 2016 se emitieron en el país 832,6 kilotoneladas de óxidos de nitrógeno (NOx). De esta cantidad, un 15% corresponde a las emisiones de las centrales de generación eléctrica, un 14% a la industria, un 4% al sector de los residuos, un 1% a la aviación... y un 32% al transporte por carretera. Los vehículos motorizados son la principal causa de emisión de estos contaminantes para el conjunto del territorio, pero esto tiene todavía más repercusión en las ciudades, y en la salud de sus habitantes: primero porque, por lo general, en estas zonas urbanas no suele haber tanta industria o centrales de carbón, siendo mayor el peso de los coches en la contaminación (en Madrid, por ejemplo, el tráfico rodado es responsable del 74,4% de la concentración de NO_2 causada por fuentes locales, según datos del Ayuntamiento). Y segundo porque esas emisiones se producen justamente en zonas con alta densidad de población y salen por los tubos de escape, es decir, a la misma altura en la que se mueven los humanos mientras respiran.

Figura 8. **Evolución de las emisiones NO_x por sectores en España de 1990 a 2016**

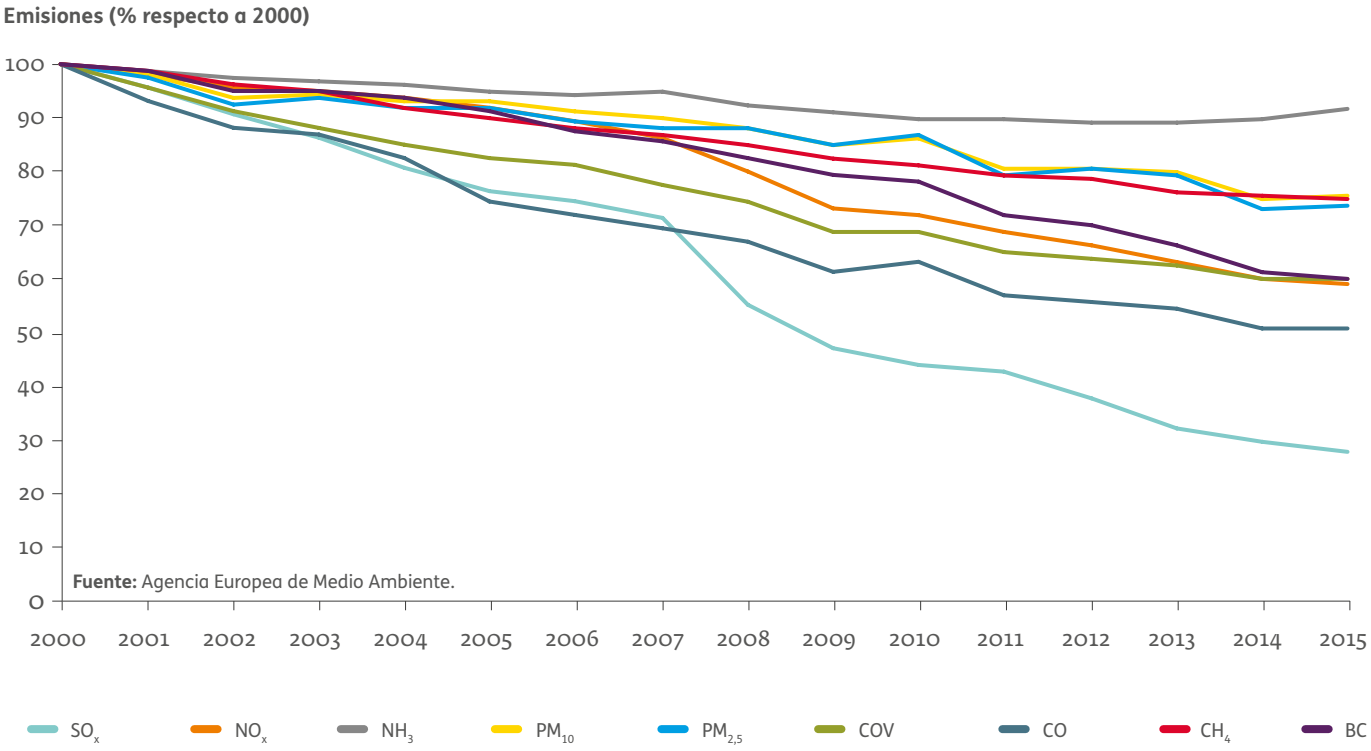


Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera / Elaboración propia.

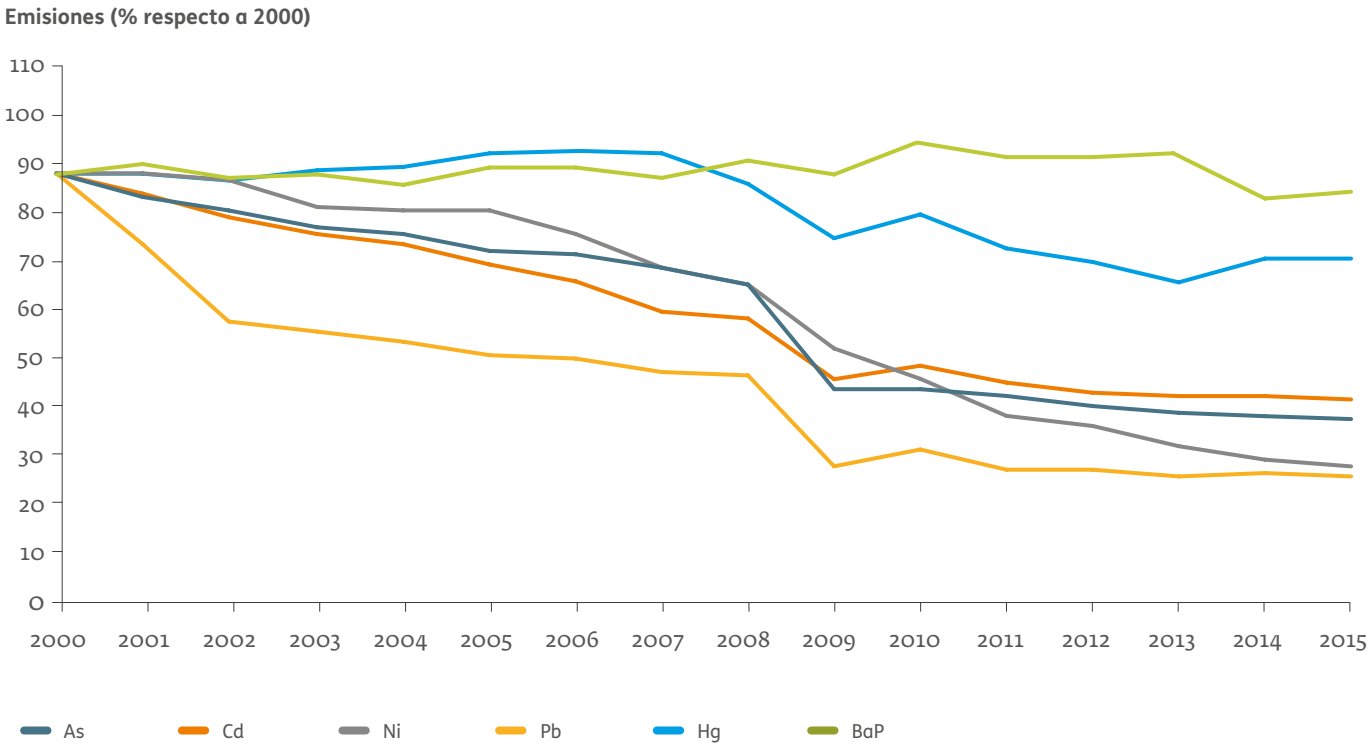
Si se compara ahora esas emisiones de NO_x en España con las de los años anteriores desde 1990, llama la atención el pronunciado descenso ocurrido a partir de 2008, año del comienzo de la crisis económica. ¿Cuánto se debe esa reducción de las emisiones a la profunda recesión vivida por el país y cuánto a la mejora tecnológica del parque automovilístico o a las políticas de movilidad para reducir el uso del coche? Es difícil saberlo, pero sí parece claro que la evolución de los indicadores económicos sigue influyendo de forma significativa en la calidad del aire.

Según el último informe de calidad del aire en 2017 de la Agencia Europea de Medio Ambiente, este descenso de las emisiones se ha producido con varios de los principales contaminantes atmosféricos en la UE de los 28 en los últimos años. Sin embargo, como hemos visto al comienzo de este capítulo, esa caída generalizada no se traduce necesariamente en una mejora de la calidad del aire para algunos contaminantes, especialmente, en determinadas ciudades. Eso es así porque son muchos los factores que intervienen en la calidad final del aire que respiramos: hay que tener en cuenta la multiplicidad de contaminantes y sus interrelaciones, la influencia de las condiciones meteorológicas, las diferentes fuentes de contaminación, su proximidad a la población... Incluso cuando se sabe con certeza que la causa principal en la mayoría de las zonas urbanas es el tráfico, esto resulta a su vez más complejo de lo que parece. En el caso de las PM, por ejemplo, hay que considerar otras partículas que no salen de los tubos de escape, como las que se producen por el desgaste de los frenos y los neumáticos, o las causadas por la abrasión del pavimento.

Figura 9. **Evolución de las emisiones en la UE-28 de 2000 a 2015 (% respecto a los niveles de 2000)**



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente.



El paradójico efecto 'fin de semana'

Como muestra de la complejidad de los procesos que generan la contaminación y la dificultad para contrarrestarla a veces, está lo que se denomina el efecto 'fin de semana' con el ozono troposférico. Como se detalla en el informe final del proyecto CONOZE. (CONtaminación por OZono en España), realizado por el Centro Estudios Ambientales del Mediterráneo, la formación de ozono (O3) en la troposfera proviene básicamente de la fotolisis del NO2 y la posterior recombinación del átomo de oxígeno en con una molécula de O2, en lo que tiene un papel clave la presencia de compuestos orgánicos volátiles (COV). Esta química es altamente compleja, tanto por la cantidad de precursores que intervienen (el genérico COV engloba mas de un millar de compuestos de la familia de los hidrocarburos, tanto de origen natural como antropogénico), como por tratarse de una química no lineal. Esto último significa que la cantidad de ozono formado o destruido no depende únicamente de la magnitud y el signo de la variación en alguno de sus precursores, sino que depende también del estado inicial de la mezcla, en gran medida, de cual sea la ratio NOx/COV inicial. Una consecuencia aparentemente paradójica es que la reducción en uno de los precursores (NOx o COV) no implica necesariamente la reducción en la cantidad de ozono formado, sino que puede suceder lo contrario, y de hecho así ocurre en determinadas condiciones. Hay ejemplos en ciudades como Barcelona o Madrid en los que la reducción de las emisiones de NOx debido la disminución del tráfico, durante el fin de semana y en días festivos respectivamente, no se traduce en una reducción de ozono, sino que dan lugar a un incremento sustancial de sus concentraciones en estaciones de medición urbanas.

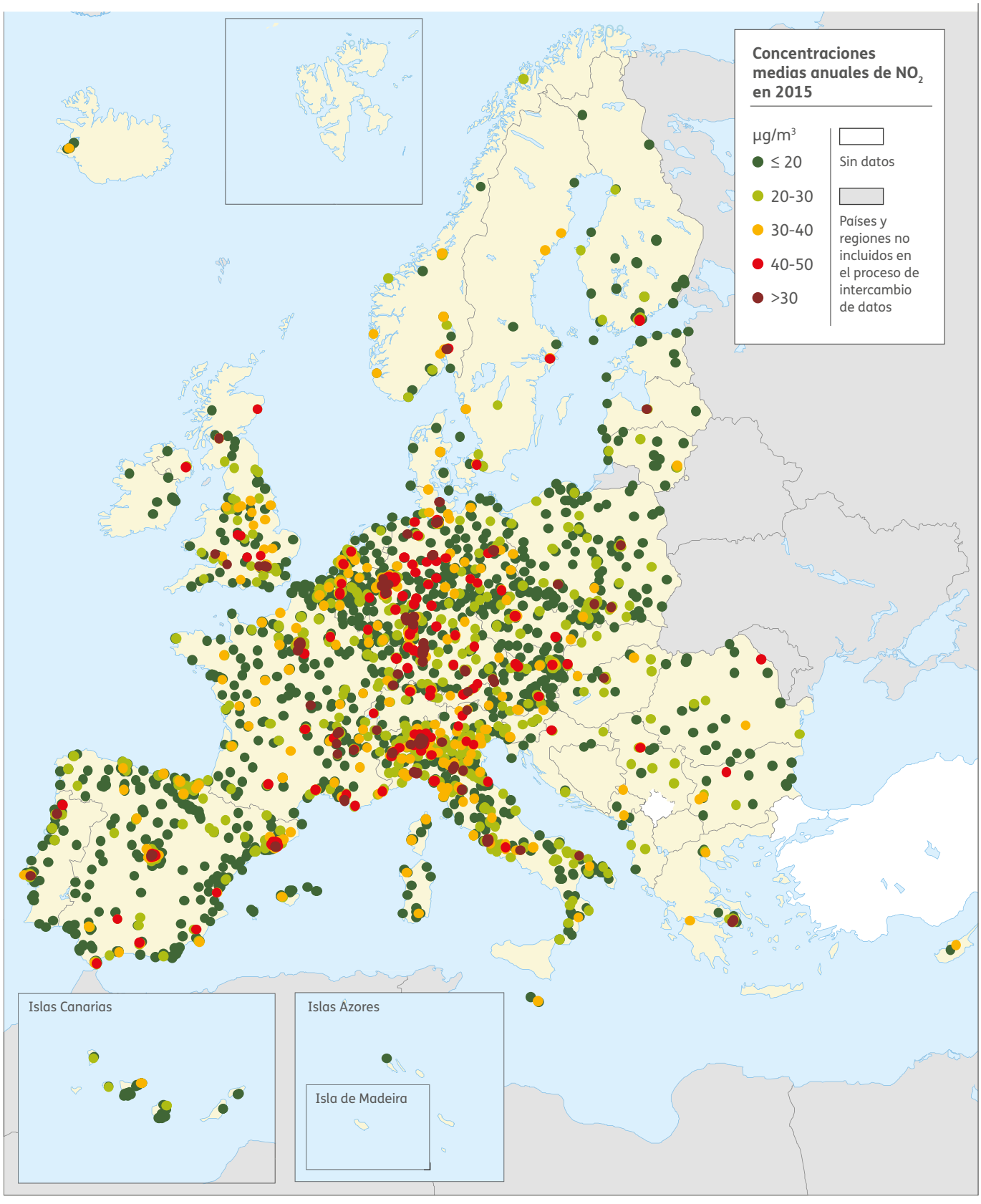
CALIDAD DEL AIRE EN 2017

Al margen de esta complejidad, ¿cuál es la evaluación más reciente de la contaminación atmosférica en el país? El informe Calidad del aire en el Estado español 2017, presentado por Ecologistas en Acción en junio de 2018, supone la última evaluación de lo que respiramos. Si bien este informe anual se efectúa con datos de las Comunidades Autónomas que disponen de redes de medición, se trata de registros todavía no validados. Según este trabajo, en 2017 se habrían incrementado significativamente las concentraciones de partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y ozono troposférico (O_3) respecto a los niveles de 2016, aumentando la población afectada por la contaminación en 600.000 personas.

En concreto, el informe estima que la población que respiró aire contaminado en el país, según los valores límites y objetivo establecidos para los contaminantes principales citados por la Directiva 2008/50/CE y el Real Decreto 102/2011, habría alcanzado los 17,5 millones de personas, el equivalente al 37,6% de toda la población. Esto supondría que uno de cada tres españoles respiró un aire que incumple la legislación. No obstante, si se tienen en cuenta los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), más estrictos con los límites seguros para la salud, la población que respiró aire contaminado se incrementaría hasta los 45 millones de personas, es decir, prácticamente la totalidad del país. Del mismo modo, la superficie expuesta a niveles de contaminación dañinos para la vegetación y los ecosistemas, según los niveles críticos y el valor objetivo establecidos para los contaminantes principales, habría alcanzado 296.000 km^2, un 58,6% del país y un 41.000 km^2 más que en 2016. Para los ecologistas, la pregunta que subyace de estos números es si la recuperación económica tras la crisis no vuelve a empujar hacia arriba algunos niveles de contaminantes.

El informe considera también que las mediciones y evaluaciones de partículas PM2,5 resultan todavía insuficientes en la mayor parte de las redes de medición autonómicas y recalca que el contaminante que presentó una mayor extensión y afección a la población fue de nuevo el ozono troposférico, como consecuencia del elevado calor primaveral y estival en 2017.

Figura 10. **Concentración de NO_2 en Europa en 2015**



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente.

Como se incide en el informe final del proyecto CONOZE. (CONtaminación por OZono en España), realizado por el Centro Estudios Ambientales del Mediterráneo, los datos registrados por las redes de control de la calidad del aire en Europa muestran año tras año que los niveles elevados de ozono afectan en mayor medida a los territorios de la cuenca mediterránea. Esto se debe fundamentalmente a dos factores: la mayor incidencia de la radiación solar, y el predominio de condiciones anticiclónicas en primavera y verano.

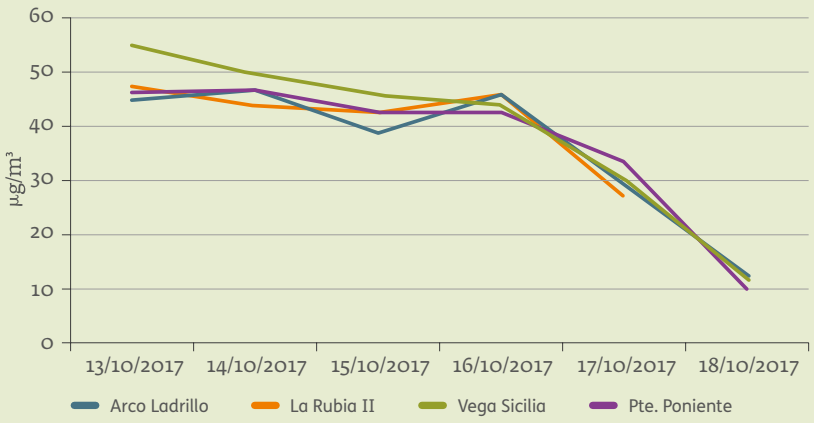
Al contrario de lo que ocurre con otros contaminantes atmosféricos, en este caso el ozono troposférico no afecta tanto a las áreas urbanas como a las zonas rurales y suburbanas. Aunque, paradójicamente, la causa sigue estando a menudo en las ciudades. Como señala este trabajo, las situaciones episódicas de ozono (MH>180 µg/m^3) a las que se atribuyen efectos a la salud a corto plazo, afectan especialmente a zonas a sotavento de grandes áreas urbanas, y pueden ser abordadas y mitigadas mediante la implementación de medidas a escala local actuando sobre las emisiones que las originan. Asimismo, la situación crónica de ozono (MM8h>120 µg/m^3) a la que se atribuye efectos sobre la salud a largo plazo, afecta a gran parte del territorio con una importante contribución de fondo que limita el margen de reducción de medidas implementadas escala local. En este caso, la reducción de estos niveles requiere medidas a escala nacional e internacional.

El hecho de que 2017 volviera a ser un especialmente malo en contaminación de ozono en España, como incide el último informe de Ecologistas en Acción, relacionándolo con las altas temperaturas en primavera y verano, y con la mayor frecuencia de olas de calor, pone de manifiesto la importancia de otro elemento a tener en cuenta como es el cambio climático. Aunque resulta poco fiable realizar previsiones a este respecto, basta con mirar al registro histórico para constatar la relación directa entre el aumento del calor y los récords de contaminación por ozono, así pues parece evidente que el calentamiento global puede agravar la situación en el futuro.

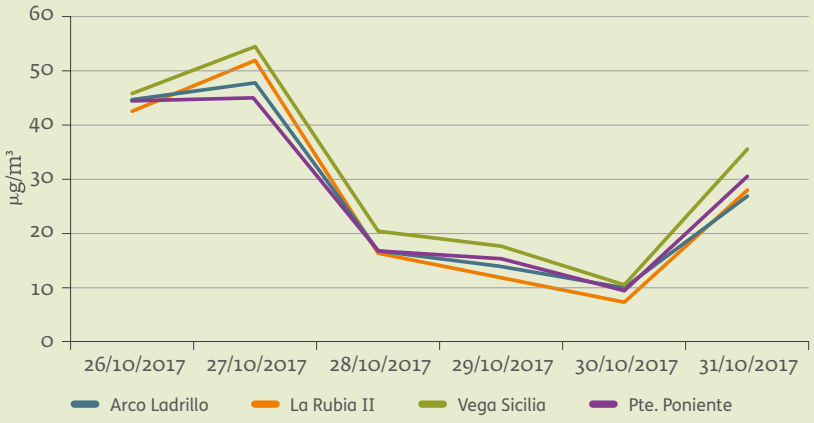
Madrid

Figura 11. **Cuando Valladolid cierra el centro al tráfico**

Valores medios diarios PM_{10} del 13 al 18/10/2017



Valores medios diarios PM_{10} del 26 al 31/10/2017



CUANDO VALLADOLID CIERRA EL CENTRO AL TRÁFICO

En España no hay muchas experiencias en las que se haya podido medir qué pasa en el aire cuando se cierra una zona completamente al tráfico. En Valladolid había ocurrido en algún Día sin coches, como el martes 22 de septiembre de 2015, cuando se cerró el centro de la ciudad a los vehículos motorizados. Según Ecologistas en Acción, esta medida supuso entonces una reducción de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2) de entre un 20 y 60% en las cuatro estaciones de medición de la ciudad operativas, respecto al día anterior. Sin embargo, lo que era solo un experimento se ha reproducido de forma posterior en la misma ciudad, ya como respuesta a altos niveles de contaminación. Así se describe en el *Informe de evaluación del Plan de Acción en Situaciones de Alerta por Contaminación del aire urbano de Valladolid*, que describe como se cerró de forma total el tráfico en el centro de la ciudad del 14 al 16 de octubre de 2017, al alcanzarse para partículas PM_{10} valores medios diarios superiores a 50 µg/m³. **En el gráfico se puede observar como los niveles de partículas comenzaron a descender a partir del día 15 de octubre.**

Un segundo episodio de superación del valor medio diario de 40 µg/m³ con PM_{10} ocurrió unos días después, estando acompañado de elevadas concentraciones de NO_2 en la ciudad. Entonces, se tomaron medidas de limitación de velocidad el 28 de octubre y restricción total del tráfico el 29 de ese mes. **En el segundo gráfico** se pueden ver las mediciones de esos días para PM_{10}.

Si bien pueden intervenir otros factores, y no se debe sacar conclusiones contundentes, sí se observan bajadas significativas de la concentración de la contaminación con las restricciones de cierre. Al revés, una de las conclusiones del informe es la complejidad de analizar las medidas de limitación de la velocidad, ya que no se puede realizar un control directo de esta limitación.

MEDIDAS CONTRA LA CONTAMINACIÓN

¿Qué hemos aprendido de lo que hay que hacer para mejorar la calidad del aire? Xavier Querol, investigador del IDAEA/CSIC, lleva años evaluando la eficacia de medidas para reducir la contaminación atmosférica en ciudades. En concreto, en el proyecto Life AIRUSE identifica las mejores prácticas para reducir la propagación de contaminantes en zonas urbanas en áreas tan diferentes como las obras, las industrias, la quema de biomasa, los puertos... Y su principal conclusión es que hay que reducir el tráfico urbano. Esto tiene que ver con el coche privado en las ciudades, pero también con el vehículo de reparto. No en vano, mientras que el primero suele permanecer la mayor parte del tiempo aparcado, el segundo puede estar casi todo el día circulando por la ciudad.

En lo que respecta el tráfico urbano, resulta clave el coche diésel por su importancia en las emisiones de NO_2. Si bien se está poniendo en marcha el etiquetado de vehículos para limitar la circulación de los más antiguos, en el caso de los motores diésel esta medida tendría hoy en día unos resultados limitados para el dióxido de nitrógeno.

Un turismo diésel Euro 1 del año 1997 emite tantas PM como 35 automóviles diésel fabricados entre 2009 y 2018 (los Euro 5 y Euro 6), por lo que limitar su circulación tendría un impacto significativo para la contaminación de partículas. Sin embargo, un automóvil diésel Euro 6 de los más nuevos emite la mitad de NO_2 que otro diésel mucho más antiguo de 1997 y un Euro 5 fabricado entre 2009 y 2015 emite lo mismo que ese otro de 1997. Así pues, no se conseguiría una verdadera mejora en este contaminante priorizando los diésel nuevos frente a los más antiguos también diésel. Ahora bien, hay que insistir en que ese turismo diésel Euro 6 emite tanto NO_2 como seis de gasolina y un diésel Euro 5 como 14 de gasolina .

En el norte y centro de Europa se tiene la experiencia de la creación de más de 200 zonas bajas en emisiones (ZBE), áreas urbanas donde se restringe el paso a determinados vehículos por la contaminación. El proyecto Life AIRUSE también ha analizado la eficacia de estas zonas, con un trabajo específico coordinado por Querol. Entre sus conclusiones se incide en que las ZBE pueden ser efectivas para reducir las PM, pero no las de NO_2. Asimismo, en el caso del carbono negro (BC) –uno de los componentes más dañinos de las PM2,5– se constatan reducciones de entre 15 y 17% en Londres y de 14 a 16% en Berlín. Del elemento carbono (EC), se recogen disminuciones del 6 al 16% en Ámsterdam, Berlín y Leipzing. El impacto en la calidad del aire de estas zonas depende en buena medida de los vehículos a los que se restringe el paso. Las ZBE que resultan más eficaces son las alemanas, por su mayor extensión y por limitar a todos los vehículos excepto las motocicletas. A este respecto, el trabajo incide en la importancia de restringir el paso a los vehículos diésel, sin dar tanta importancia a los automóviles más viejos, ya que estos se usan menos y su limitación puede penalizar más a la población más desfavorecida.

1 Fundación Gas Natural Fenosa. Xavier Querol. La calidad del aire en las ciudades. Junio de 2018.

Figura 12. **Origen de los principales contaminantes**

CONTAMINANTE	TIPO	ESTADO FÍSICO	PROCESOS Y FUENTES
Partículas en suspensión (PM): PM_{10}, $PM_{2,5}$	Primario y secundario	Sólido, Líquido	• Combustión de materiales fósiles en el transporte (gases de escape de vehículos diésel) y desgastes. • Actividades industriales como siderurgia, incineración, áridos, cementeras... • Resuspensión de partículas.
Óxidos de azufre SO_2	Primario	Gas	• Quema de combustibles fósiles que contienen azufre (carbón, petróleo, gasóleos) por las calefacciones, las centrales térmicas y otros procesos industriales.
Óxidos de nitrógeno NOx NO y NO_2	Primario y secundario	Gas	• Procesos de combustión a gran temperatura y/o presión (el nitrógeno es el componente más abundante en la atmósfera) Tráfico y procesos industriales (centrales térmicas de producción de energía).
Monóxido de carbono CO	Primario	Gas	• Combustión incompleta de motores de explosión, sobre todo en vehículos de gasolina y en procesos industriales.
Compuestos orgánicos volátiles (COV) (hidrocarburos como metano, etano, propano, acetileno, alcanos, bencenos, tolueno, butano...)	Primario y secundario	Gas (muy volátiles a temperatura ambiente)	• Quema de combustibles como gasolina, madera, carbón, gas natural en vehículos e industria. • Uso de disolventes, pinturas, pegamentos, colas, tintes, cosméticos...
Benceno (COV)	Primario	Gas	• Combustión de petróleo. • Uso como materia prima en numerosos procesos industriales (fabricación de plásticos, resinas, fibras, cauchos, lubricantes, detergentes, plaguicidas...) • Emisiones de vehículos. • Evaporación en gasolineras y almacenamiento.
Ozono troposférico O_3	Secundario	Gas	• Transformación química en la atmósfera a partir de NOx y COV por la radiación solar. Las concentraciones más elevadas se dan en las horas centrales del día durante el verano y son mayores en las zonas rurales que en las aglomeraciones urbanas.
Metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, arsénico y níquel	Primario	Sólido/gas (mercurio)	• Procesos industriales como la metalurgia, cerámica, combustión...
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Benzo[a]pireno	Primario y secundario	Gas	• Combustión incompleta de materiales fósiles (carbón, petróleo, gas), madera, basura...

Fuente: Observatorio DKV Salud y Medio Ambiente 2010.

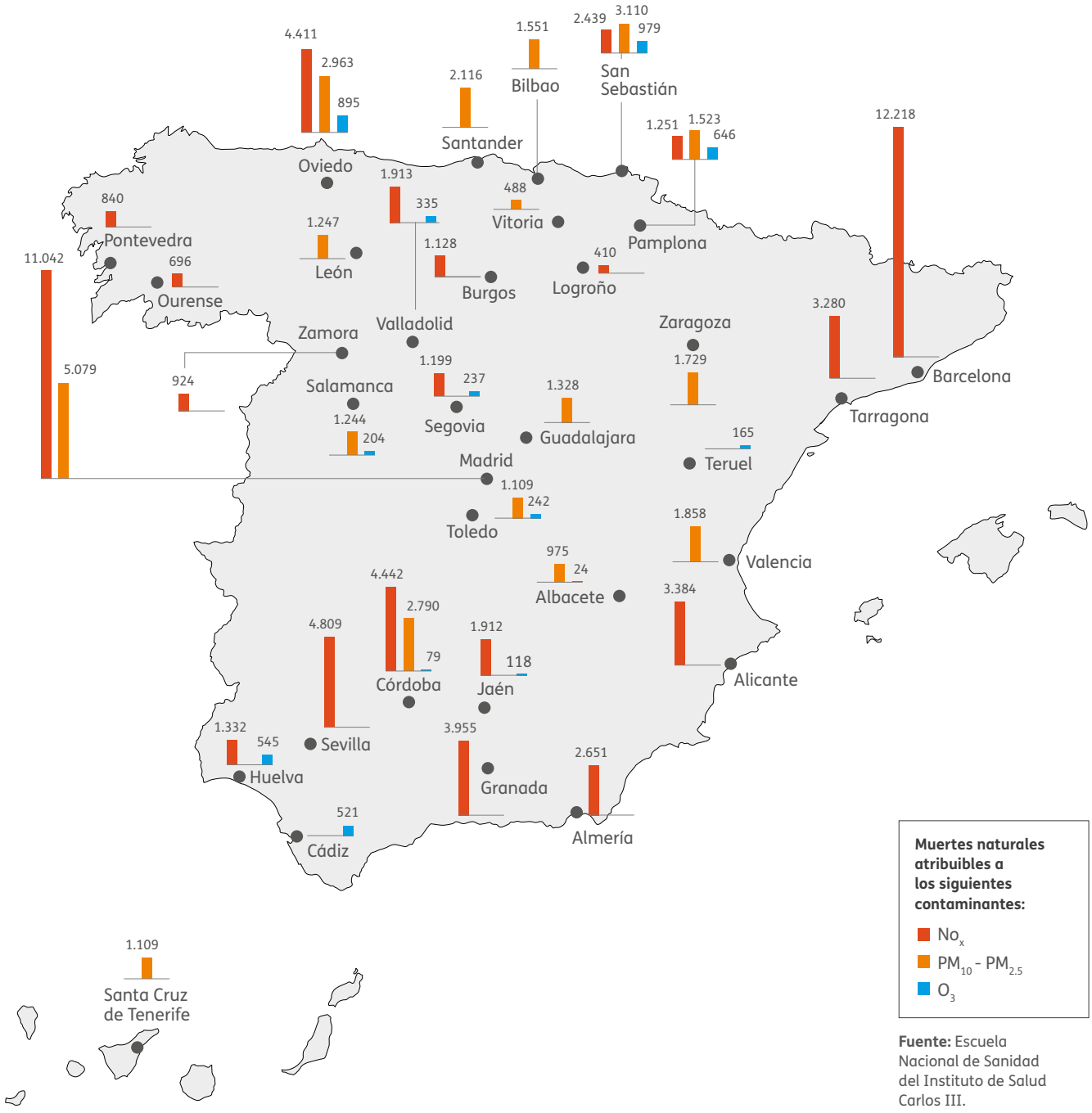
Los efectos de la contaminación en la salud en España

Patricia Matey

En noviembre de 2017, el sindicato mayoritario de médicos AMYTS y la Sociedad Española de Medicina y Urgencias, dos de los colectivos de salud más relevantes de Madrid, alertaron en un comunicado del aumento de pacientes con síntomas agravados por la contaminación de la ciudad. De hecho, los ingresos hospitalarios urgentes por enfermedades respiratorias aumentan un 42% durante los episodios de alta contaminación en la capital, según los datos entre 2006 y 2013. En concreto, durante las semanas en las que la concentración media de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire se mantuvo por debajo de los 40 microgramos por metro cúbico hubo un promedio de 264 ingresos hospitalarios. Por el contrario, en las semanas donde la presencia del contaminante superó los 60 microgramos estos se elevaron a 375.

Figura 13. **Mapa de las muertes atribuibles a la contaminación en España**

Este gráfico engloba los resultados de tres estudios diferentes realizados por investigadores de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III sobre muertes atribuibles en España por contaminación de NO_2, O_3, PM_{10} y $PM_{2,5}$ en el periodo 2000-2009. A diferencia de las estimaciones efectuadas a partir de proyecciones de fuera de España, en este caso se utilizaron datos de mortalidad a escala provincial en el país y los registros de contaminación captados en ciudades –por lo general, en las capitales de provincia, que es donde suelen estar los medidores–.



Fuente: Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III.

MUERTES TOTALES EN ESPAÑA ATRIBUIBLES A LA CONTAMINACIÓN (2000-2009)

En noviembre de 2017, el sindicato mayoritario de médicos AMYTS y la Sociedad Española de Medicina y Urgencias, dos de los colectivos de salud más relevantes de Madrid, alertaron en un comunicado del aumento de pacientes con síntomas agravados por la contaminación de la ciudad. De hecho, los ingresos hospitalarios urgentes por enfermedades respiratorias aumentan un 42% durante los episodios de alta contaminación en la capital, según los datos entre 2006 y 2013. En concreto, durante las semanas en las que la concentración media de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire se mantuvo por debajo de los 40 microgramos por metro cúbico hubo un promedio de 264 ingresos hospitalarios. Por el contrario, en las semanas donde la presencia del contaminante superó los 60 microgramos estos se elevaron a 375.

La advertencia no puede ser más seria. Investigadores de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III, dirigidos por Cristina Linares, han determinado que la contaminación atmosférica ha provocado la muerte prematura de 93.000 personas en España a lo largo de una década. Es la cifra recogida por los primeros estudios que agrupan datos de todas las provincias nacionales. Los científicos estiman que solo el dióxido de nitrógeno ha sido culpable de 6.085 muertes evitables cada año en España, según un primer trabajo publicado en Environment International. A esta estadística hay que sumar la aportada en otro estudio de este mismo año que suma otras 499 víctimas por culpa del ozono troposférico, tal y como detalla la investigación recogida en Atmospheric Environment. Un tercer estudio, publicado en Environmental Pollution cifró en 2.683 las muertes prematuras anuales por la contaminación por partículas en el aire, principalmente procedente de los tubos de escape.

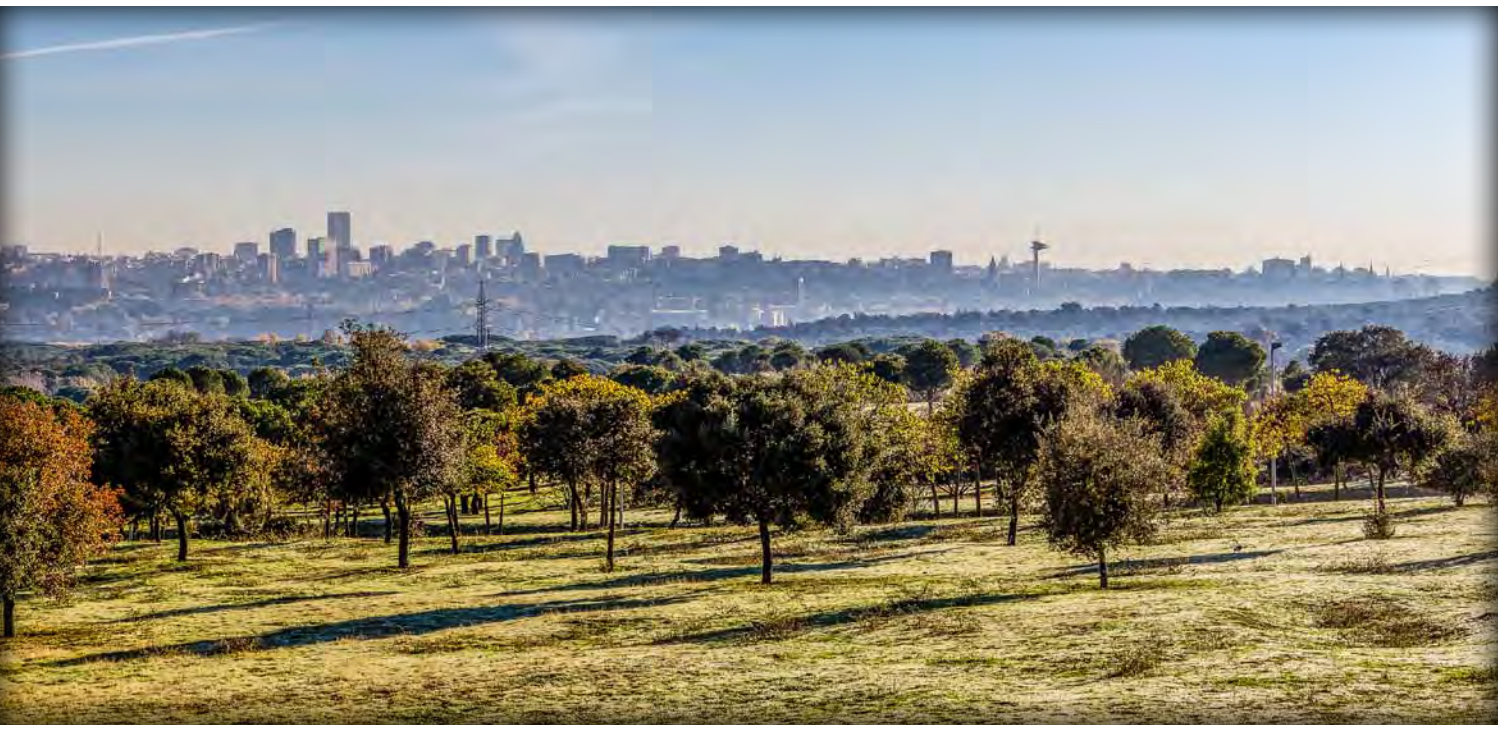
Estas cifras son más bajas que otras estimaciones anteriores, como la de la Agencia Europea del Medio Ambiente, que en su informe sobre calidad del aire de 2016 calculó que en España se producen 30.000 muertes prematuras cada año a causa de la contaminación. Sin embargo, lo cierto es que en el estudio

europeo los autores emplean funciones dosis-respuesta (que evidencian cuánta mortalidad se atribuye a un determinado incremento de un contaminante) estimadas en otros países y extrapoladas a España. Las investigaciones de la Escuela Nacional de Sanidad han calculado, por primera vez, esta función dosis-respuesta para cada capital de provincia, teniendo en cuenta factores como sus pirámides de población, sus temperaturas, y las características socioeconómicas.

La contaminación atmosférica es uno de los grandes retos para la salud pública mundial. De hecho, el 92% de la población del planeta respira aire contaminado en niveles peligrosos para la salud, según la OMS. Existe un gran número de contaminantes atmosféricos, pero entre los más problemáticos en España destacan las partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2,5}$), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono tropasférico (O_3), el dióxido de azufre (SO_2) y el benzo(a) pireno (BAP). Hoy en día, el mayor riesgo para la salud en el aire que respiramos está en las partículas en suspensión.

Niños, ancianos y mujeres son la población más proclive a sufrir el impacto de la mala calidad del aire, prueba de ello es el aumento de ingresos hospitalarios y visitas a urgencias en estos grupos de la población cuando los niveles de contaminación son elevados. La ciencia ha constatado que las partículas $PM_{2,5}$ tienen efectos más graves para la salud que las más grandes, las PM_{10}. El trabajo 'Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica en Madrid sobre los ingresos hospitalarios en grupos de mayor vulnerabilidad' constata que las admisiones hospitalarias respiratorias se incrementan con la edad en relación al aumento de las PM_{10}. Este efecto es mayor en $PM_{2,5}$ que en PM_{10} para la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). Sin embargo, para el grupo de menores de 10 años las consecuencias de las PM_{10} sobre los ingresos obedecen a causas orgánicas, respiratorias y por neumonía. Se sabe que las partículas $PM_{2,5}$ se pueden acumular en el sistema respiratorio aumentando el riesgo de patologías, así como disminuyendo la función pulmonar en menores y personas de tercera edad o en pacientes con problemas cardiacos y respiratorios. Y no sólo. Se ha constatado su relación con el desarrollo de asma y alergias en la población infantil.

Documentado está el hecho de que a mayor número de partículas $PM_{2,5}$ mayor es el número de ingresos hospitalarios, pero se suma a ello el impacto directo sobre las personas con otras patologías, como las neurológicas. Así, un estudio de la Universidad Autónoma de Madrid y el Instituto de Salud Carlos III llevado a cabo en la capital, y publicado en Science of Total Environment, recuerda el aumento de ingresos en pacientes con Alzheimer debido a factores ambientales. Tras analizar los efectos de las olas de calor, el ruido y los contaminantes atmosféricos en los ingresos urgentes en pacientes con la patología se ha encontrado que una reducción en los niveles de exposición a $PM_{2,5}$. de los enfermos de Alzheimer y el cuidado especial de dichos pacientes durante los períodos de ola de calor podría resultar en una disminución tanto de las admisiones por emergencia como de los costes de atención médica.



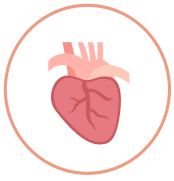
MAdrid

EL AIRE QUE NOS HACE ENFERMAR

La evidencia científica sobre los efectos de la contaminación ambiental en la salud y su papel a la hora de elevar el riesgo de sufrir distintas enfermedades se acumula. Uno de los últimos en llegar viene de la mano de la OMS: Prevenir enfermedades a través de ambientes saludables: un estudio mundial del peso de las enfermedades ligadas a riesgos medioambientales. Según la entidad, la investigación asoció 101 enfermedades a los efectos generados por la insalubridad en el ambiente. Entre ellas:

> Una investigación de la OMS asoció 101 enfermedades a los efectos generados por la insalubridad en el ambiente

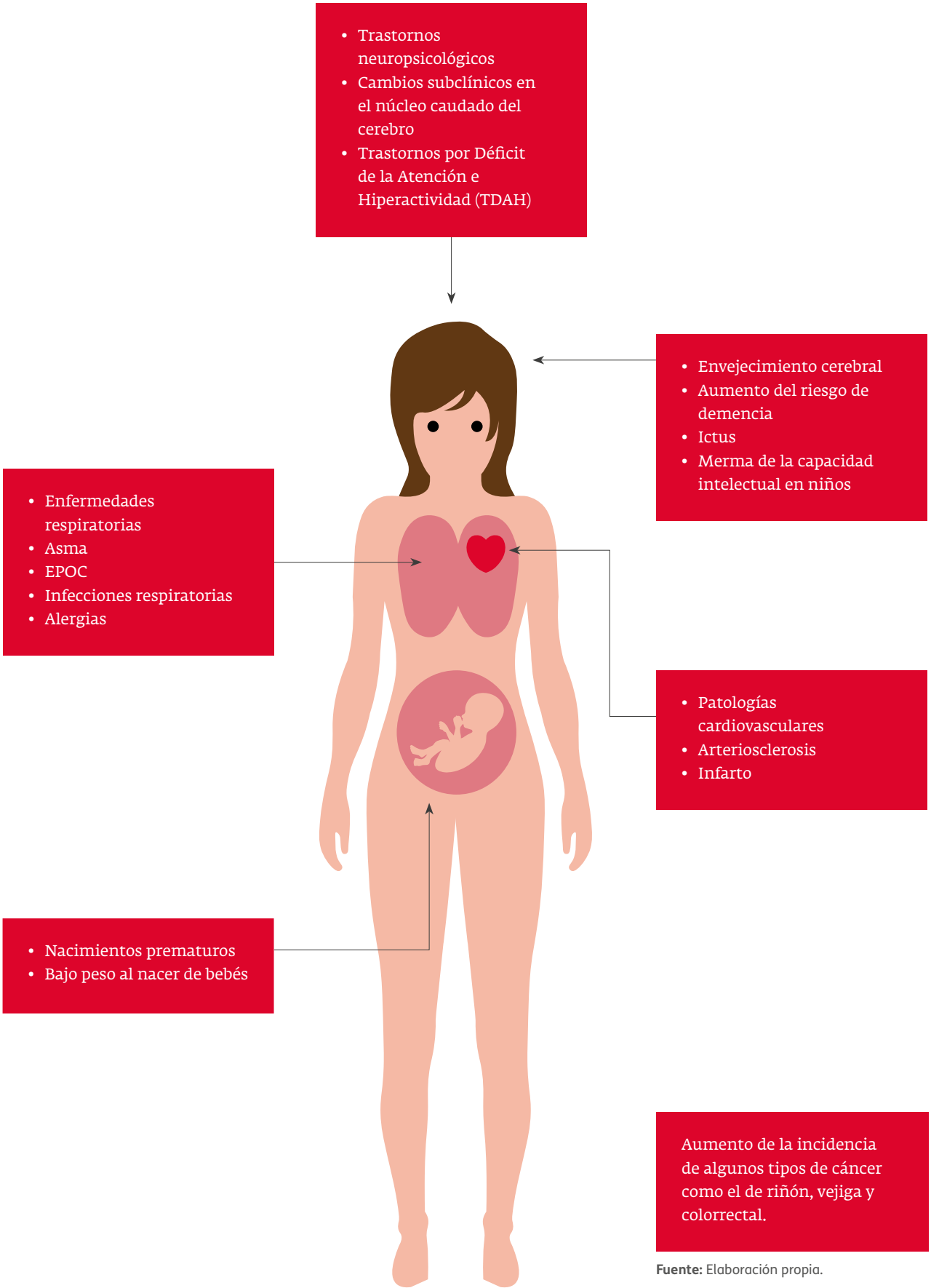
Las enfermedades respiratorias. Asma, EPOC, las infecciones respiratorias de vías bajas o las alergias son una de sus principales consecuencias. En este último caso un reciente estudio del grupo de investigación en neumología del Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR) de Barcelona publicado en Plos One constata que existen alérgenos en el aire sin efecto nocivo, pero cuando se combinan con la contaminación se activan y se transforman en perjudiciales. Según esta investigación, la soja requería concentraciones de 5 mg/ml para activarse como alérgeno, pero con partículas de diésel en el ambiente bastaban tan solo 3 mg/ml. De todas las enfermedades respiratorias, la EPOC es donde más parece cebarse la contaminación. De hecho, y por ejemplo, además de tener mayor incidencia en aquellos que fuman o se exponen de forma continua al humo del tabaco, también afecta a todos los que respiran aire contaminado. Según la OMS, la contaminación de la atmósfera causa unas 950.000 muertes anuales por EPOC.



Patologías cardiovasculares. La Fundación Española del Corazón reconoce que las partículas en suspensión (PM) pueden pasar desde los pulmones directamente al torrente sanguíneo y causar daño en la pared de las arterias. Las consecuencias: reducción de la capacidad vasodilatadora de las arterias. Si la exposición es continua puede ocasionar a largo plazo el engrosamiento y acumulación de grasas en las arterias y desembocar en una arteroscleroSis. Asimismo, puede favorecer la coagulabilidad de la sangre, aumentando el riesgo de padecer accidentes trombóticos, agudos como el infarto de miocardio. Un estudio del Instituto de Salud Carlos III publicado en Science of the Total Environment demuestra que se producen más muertes por infartos, cardiopatías isquémicas e ictus cuando la contaminación es más alta. Según la Sociedad Española del Corazón (SEC), si una ciudad de las dimensiones como las de Madrid o Barcelona reduce el nivel de contaminación a los índices recomendados por las instituciones internacionales, el número anual de ingresos hospitalarios por enfermedad cardiovascular y respiratoria disminuiría en 1.800. El descenso de muertes sería de hasta 3.500.

Enfermedades neurológicas. En 2015, un estudio publicado en Annals of Neurology constataba que las partículas en suspensión aceleran el envejecimiento cerebral. La prueba procede de una investigación retrospectiva a 1.403 mujeres mayores sin demencia inscritas en el Women's Health Initiative Memory Study (WHIMS' de 1996 a 1998. Los participantes se sometieron a dos resonancias magnéticas extendidas en el tiempo: a los 71 y a 89 años. Al parecer, aquéllas con mayor exposición a $PM_{2,5}$ tenían la sustancia blanca significativamente menor, lo que se relaciona con deterioro cognitivo. Un año después, BMC Geriatrics se hacía eco de otro trabajo en el que, además de señalar hacia la carencia de vitamina D, el tabaco, los pesticidas, las líneas de alta tensión, la falta de ejercicio físico y mental como factores de riesgo de demencia, también acusa a la contaminación. Concretamente, los niveles elevados de ozono, óxido de nitrógeno o monóxido de carbono se han relacionado de forma directa con el riesgo de demencia.

Figura 14. **Impacto de la contaminación en la salud**



Fuente: Elaboración propia.

La población infantil también puede ver mermada su capacidad intelectual por culpa del aire contaminado. Es la conclusión de un estudio del Centre de Recerca en Epidemiología Ambiental (CREAL) en el que han participado 2.715 alumnos de primaria de 39 escuelas de Barcelona y Sant Cugat del Vallès. El ensayo apunta que la contaminación del tráfico es neurotóxica para el cerebro infantil, más vulnerable dado que está en pleno desarrollo. Tal y como recoge la revista Plos Medicine, todos los niños desarrollan sus aptitudes cognitivas a medida que crecen. Sin embargo, este se ve mermado en los que van a las escuelas de barrios con niveles altos de contaminación. Los investigadores evaluaron tres aptitudes de niños de siete a diez años: memoria de trabajo (que permite retener datos muy brevemente en el cerebro sin llegar a memorizarlos); la memoria superior de trabajo (que retiene datos más complejos sin memorizarlos y que es un indicador de inteligencia) y la capacidad de atención. Las tres aptitudes se evaluaron cuatro veces en un año y en las tres hubo diferencias significativas entre los menores de escuelas expuestas a niveles altos de contaminación que los que estudian bajo aire más limpio. Los investigadores reconocen que los niveles altos de contaminación reducen en aproximadamente un tercio el desarrollo de la memoria de trabajo.

Trastornos neuropsicológicos. Han sido también investigadores de CREAL, junto con el centro aliado ISGlobal y la Universidad Pompeu Fabra (UPF) los que han constatado que la exposición crónica a los hidrocarburos policlícos aromáticos (HPA) durante la preadolescencia está asociada con cambios subclínicos en el núcleo caudado del cerebro, incluso en niveles por debajo de los límites establecidos por la Unión Europea, según publica Environment International. Se trata de unos compuestos que investigaciones previas habían asociado a Trastornos por Déficit de la Atención e Hiperactividad (TDAH) en niños expuestos en fase prenatal y que los autores consideran “especialmente preocupantes”.

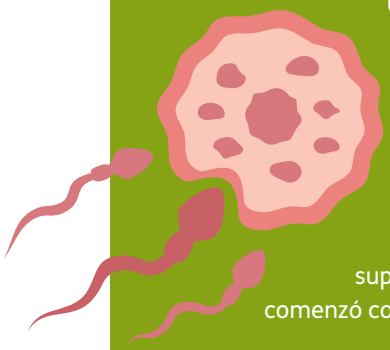
El estudio, llevado a cabo en el contexto del proyecto BREATHE, midió los niveles de contaminación de 39 escuelas de Barcelona y tomó imágenes por resonancia magnética de 242 niños y niñas de entre 8 y 12 años, que también realizaron tests para la evaluación de posibles síntomas de la enfermedad con el fin de investigar si los efectos que la exposición a los HPA en la escuela puede tener sobre el volumen de los ganglios basales de los niños, así como una posible relación con los síntomas de TDAH. Investigaciones anteriores habían observado de manera consistente que en niños y niñas con TDAH esta estructura cerebral presentaba un volumen reducido.

La exposición a los HPA, y en particular al benzopireno, está asociada con una reducción del volumen del núcleo caudado, uno de los componentes de los ganglios basales. Un incremento de aproximadamente 70 pg/m^3 en la concentración interior y exterior de benzopireno estaba relacionada con una reducción de casi el 2% del volumen del núcleo caudado. Sin embargo, se trata de una disminución de carácter subclínico, puesto que no pareció estar asociada de manera significativa con síntomas de TDAH. No obstante, está demostrada la implicación del núcleo caudado en muchos procesos cognitivos y de comportamientos cruciales, por lo que su reducción resulta preocupante para el neurodesarrollo infantil.

¿AMENAZA LA CONTAMINACIÓN NUESTRA FERTILIDAD, INTELIGENCIA Y SUPERVIVENCIA?

Desde los años 60 del siglo pasado, el consenso científico coincide en que, además de la mortalidad y enfermedades tradicionales asociadas a la peligrosidad de la contaminación de la atmósfera, las sustancias químicas que suplantan a las hormonas naturales están detrás de defectos congénitos, anomalías sexuales y fallos de reproducción.

A esta misma conclusión quiere llegar el estudio de la Universidad de Oviedo y el Hospital San Agustín, de Avilés. Y para ello, lleva ya una década años estudiando el desarrollo de un grupo de niños de la ciudad asturiana, altamente industrializada y con altos niveles de contaminación. Cómo una exposición a sustancias dañinas "pequeña, lenta y acumulativa" puede estar afectando a los ciudadanos del futuro.



Un total de 500 mujeres de Avilés embarazadas, con una media de edad de 32 años, se sometieron al estudio, el 70% trabajaba y el 17% fumaba en el tercer trimestre de embarazo. Además, ocho de cada diez tenía educación superior a la Primaria. El trabajo comenzó con la recogida de información acerca de los futuros padres en la semana 12 de gestación: dieta, trabajo, exposición a la contaminación atmosférica, estilo de vida (tabaquismo, sobre todo), lugar de residencia... En la semana 32 se repitió el cuestionario y una vez nacido el bebé, se practicó un reconocimiento físico y neurológico a uno de ellos. Cuando los niños cumplieron 18 meses se repitió el cuestionario y, ahora, a punto de cumplirse cuatro años del estudio, los profesionales continúan recogiendo datos.

Según el mismo estudio, el 5% de las mujeres de la cohorte ha sobrepasado durante el embarazo el valor límite anual, exposición que supone para el feto un riesgo de desarrollar enfermedades en su etapa neonatal e infantil. Tanto el benceno como el dióxido de nitrógeno desencadenan enfermedades respiratorias en los más pequeños: la más frecuente es el asma.

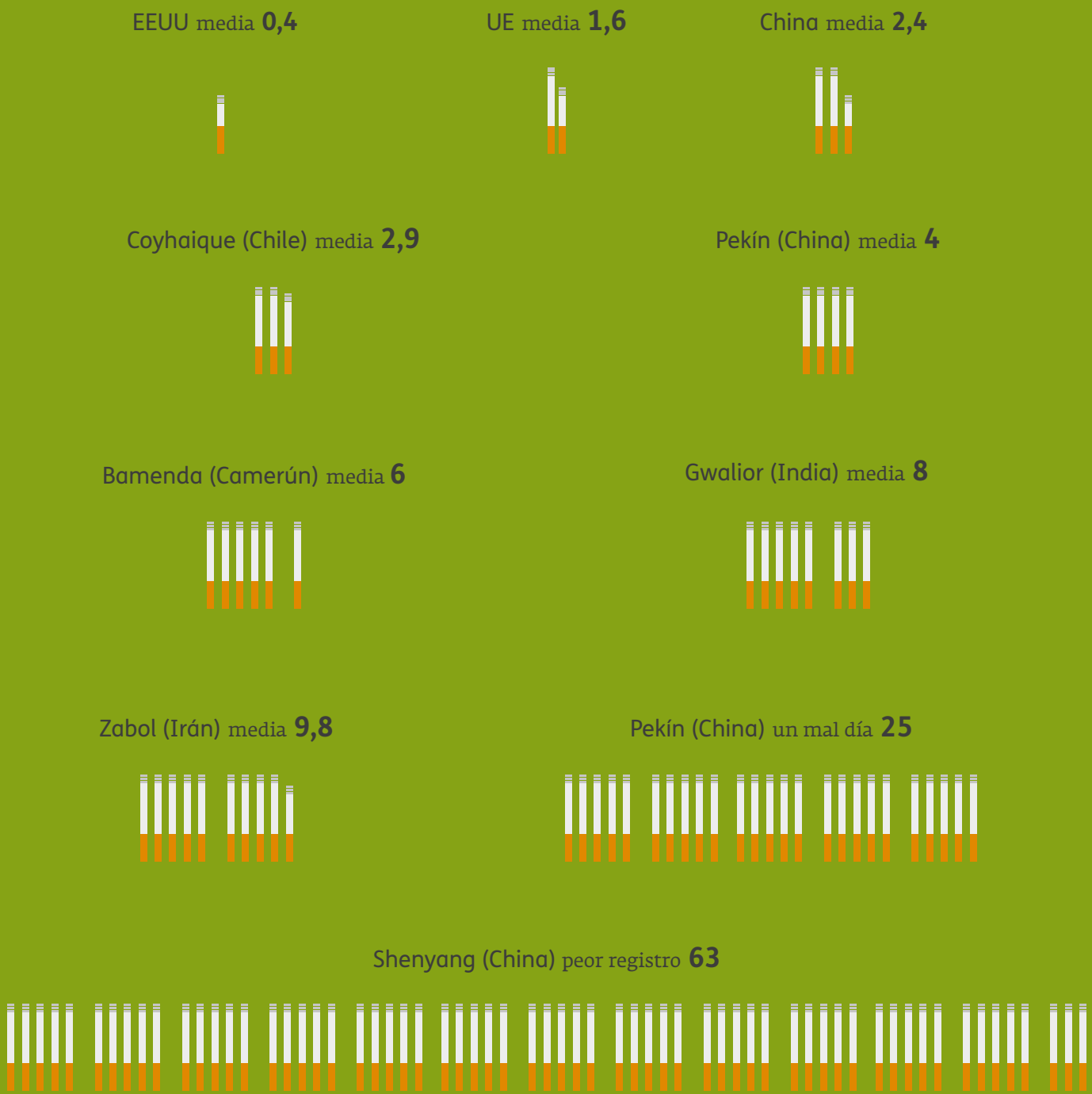
La dieta es otro factor de contaminación. En esta área sanitaria, el 40% de los niños que cursan Primaria tiene sobrepeso y obesidad. Los compuestos organoclorados, compuestos químicos orgánicos en donde algunos o la totalidad de sus átomos de hidrógeno se sustituyen por cloro tienen buena parte de culpa, según las especialistas. "En los seres humanos la vía de exposición mayoritaria es a través de la dieta rica en grasa. El aire y el consumo de agua también son vías de exposición ambiental", aseguran.

En 2010 se registraron 223.000 casos de muertes por cáncer de pulmón provocado por contaminación

Cáncer. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, en inglés) incluye la contaminación ambiental como uno de los elementos que causan cáncer en humanos, con especial incidencia en los casos de cáncer de pulmón y vejiga. Según los datos de la IARC, en 2010 se registraron 223.000 casos de muertes por cáncer de pulmón provocado por contaminación. Estas partículas contaminantes están clasificadas en el grupo 1 de las sustancias causantes de la enfermedad tumoral en el que también se incluyen tabaco, asbestos, plutonio, polvo de sílice o radiación ultravioleta. Estos elementos contaminantes están ocasionados fundamentalmente por las emisiones derivadas de actividades como el transporte, la industria, la agricultura, la generación de energía. Recientemente, un nuevo estudio epidemiológico a gran escala llevado a cabo por ISGlobal y la Sociedad Americana contra el Cáncer vincula algunos contaminantes del aire con la mortalidad por cáncer de riñón, vejiga y

Figura 15. **¿Se puede comparar a cuántos cigarrillos equivale la contaminación de un día?**

Este es un ejercicio puramente teórico, pero pone el foco en una relación muy interesante: la contaminación y el tabaco. Esta equivalencia fue estimada por Berkeley Earth, una organización independiente de California. Para ello, se utiliza el número de muertos al año en EEUU por el tabaco y la cantidad de cigarrillos vendidos, calculando un ratio de 1,37 mueres al año por cada millón de cigarrillos fumados. Para la contaminación de utiliza como indicador las partículas $PM_{2,5}$. De este modo, considerando las muertes al año en China asociadas a la mala calidad del aire, Berkeley Earth estima que la contaminación provoca en ese país un impacto en la salud similar al de fumar 2,4 cigarrillos al día. O, expresado de otro modo, concluye que un cigarrillo equivale a una exposición a 22 µg/m³ de $PM_{2,5}$ en un día.



Fuente: Elaboración propia/Ballena Blanca.

colorrectal. La investigación, publicada en la revista Environmental Health Perspectives, hizo un seguimiento durante 22 años (de 1982 a 2004) a más de 600.000 personas adultas del otro lado del Atlántico que forman parte del Estudio II de Prevención contra el Cáncer. El equipo científico relacionó la mortalidad por 29 tipos de cáncer con la exposición a tres contaminantes: $PM_{2,5}$, dióxido de nitrógeno y ozono. De entre toda la población estudiada, se registraron más de 43.000 muertes por cáncer no pulmonar. Las partículas $PM_{2,5}$ se asociaron con la mortalidad por cáncer de riñón y vejiga, con un aumento del 14% y del 13%, respectivamente, por cada incremento de exposición de 4.4 mg/m^3.

Asimismo, Enviromental Research publicó el año pasado el estudio: Contaminación industrial y cáncer en España: un importante problema de salud pública. A partir del Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (E-PRTR) se ha podido indagar en la exposición a la contaminación industrial. Este estudio ha buscado describir las emisiones industriales en las cercanías de las ciudades españolas y sus cambios temporales, y revisar la experiencia estudiando la contaminación industrial y el cáncer. Los datos sobre las fuentes de contaminantes industriales (2007-2010) se obtuvieron de los registros E-PRTR. La exposición de la población se estimó por la distancia de las ciudades a las instalaciones industriales. Se calculó la cantidad de carcinógenos emitidos en el aire en la proximidad (<5 km) de las ciudades y los mostramos en los mapas municipales. Hay grandes cantidades de emisiones de carcinógenos en las proximidades de las ciudades del suroeste, este y norte del país y la cantidad total de carcinógenos emitidos es considerable (por ejemplo, 20 millones de toneladas de arsénico, 63 millones de toneladas de cromo y 9 millones de toneladas de cadmio).

Aunque las emisiones de algunos carcinógenos en las cercanías de ciertas ciudades se redujeron durante el período de estudio, aumentaron las emisiones de benceno, dioxinas + furanos y bifenilos policlorados. Además, la población promedio de ciudades que se encuentran dentro del radio analizado de fuentes de emisión de carcinógenos (incluidos en la lista de carcinógenos de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) fue de 9 millones de personas. Por otro lado, los resultados de los estudios revisados sugieren que las regiones españolas expuestas a la contaminación liberada por ciertos tipos de instalaciones industriales como fabricación de alimentos y bebidas, productos cerámicos, instalaciones de tratamiento de superficies con disolventes orgánicos o determinados disruptores endocrinos (compuestos organoestánnicos y nonilfenol), carcinógenos reconocidos y sospechosos (material particulado PM_{10}, diclorometano y 1-2-dicloroetano) y otras sustancias tóxicas (hidrofluorocarburos, compuestos orgánicos halogenados y antimonio) tienen alrededor del 17% de mortalidad por exceso de cáncer en comparación con las no expuestas. Además, el exceso de mortalidad se centra en el cáncer digestivo y del tracto respiratorio, leucemias, próstata, mama y cáncer de ovario. Los investigadores defienden que, a pesar de sus limitaciones, los estudios ecológicos son una herramienta útil en epidemiología ambiental, no solo para proponer hipótesis etiológicas sobre el riesgo de vivir cerca de fuentes contaminantes industriales, sino también para proporcionar datos que den cuenta de situaciones de mayor mortalidad en áreas específicas.

Bajo peso al nacer. Como refleja un reciente estudio llevado a cabo en Madrid y publicado en Plos One la exposición a los contaminantes durante el embarazo se ha relacionado con resultados adversos en el nacimiento. No en vano, nacer con bajo peso puede causar problemas a lo largo de la vida. La prematuridad es la principal causa de bajo peso al nacer, sin embargo, pocos estudios han intentado analizar cómo los factores ambientales pueden influir en el bajo peso al nacer en los bebés que no son prematuros. Este reciente trabajo buscó analizar la influencia de la contaminación atmosférica, los niveles de ruido y la temperatura en el bajo peso al nacer en los partos no prematuros en Madrid durante el período 2001-2009. Los científicos analizaron el impacto de las concentraciones de $PM_{2,5}$, NO_2 y O_3, los niveles de ruido y las temperaturas en el bajo peso al nacer entre los bebés no prematuros durante el período 2001-2009. Además se estudió a los recién nacidos con pesos al nacer de 1.500 gr a 2.500 gr (bajo peso al nacer) y menos de 1.500 g (extremadamente bajo al nacer). A lo largo del período se registraron 298.705 nacimientos en Madrid, 3.290 de los cuales tenían bajo peso; de este último total, 1.492 no fueron prematuros. Las $PM_{2,5}$ fue el único contaminante que mostró una asociación con las tres variables de bajo peso al nacer en partos no prematuros a lo largo de los tres meses de embarazo. Los resultados obtenidos indican que las PM2,5 tuvo influencia en bajo peso al nacer y en el extremadamente bajo, por lo que la adopción de medidas destinadas a reducir el número de vehículos serviría para reducir la exposición de las mujeres embarazadas. En el caso de ruido se debe limitar la exposición a niveles elevados durante las últimas semanas del embarazo.

EL COSTE DE LA CONTAMINACIÓN: UN RESCATE BANCARIO CADA AÑO

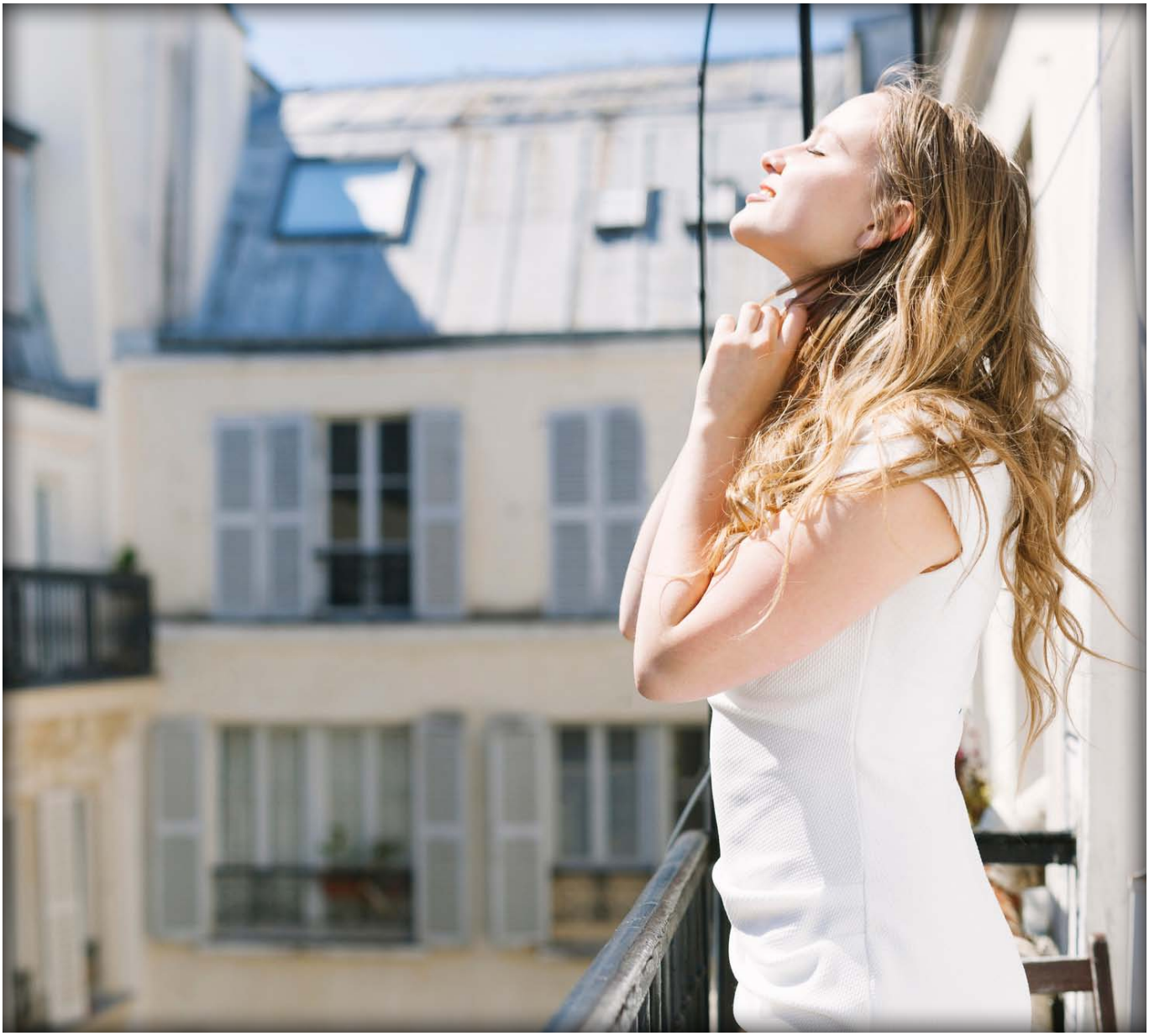
Las dentelladas de este depredador silencioso que es la contaminación atmosférica no solo provocan muerte y enfermedad entre los sujetos más jóvenes y mayores y aquellos con un estado de salud más delicado. Los costes sanitarios en que repercuten la contaminación y sus consecuencias médicas también representan un gasto muy cuantioso. Según el estudio The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action, del Banco Mundial (2016), combatir este mal y sus efectos sobre la salud pública representa para España un esfuerzo cercano al 3,5% del Producto Interior Bruto (PIB), un cifra algo superior a los 35.000 millones de euros. ¿Cómo calcula el estudio ese valor? Además de gasto médico monetizable, la mortalidad prematura por la contaminación representa una desinversión en las existencias de capital humano de una nación. Al igual que sucede con la degradación de otras formas de capital, esta desinversión se valora de acuerdo con la pérdida prevista de ingresos a lo largo de la vida útil del activo. Una comparación para hacernos una idea veraz de la auténtica magnitud: un coste similar (40.000 de euros) que concedió Europa a los bancos españoles para su rescate.

La lucha contra la contaminación es, por ello, una buena inversión tanto en términos de vidas como en el plano económico. Limitar la aportación de gases contaminantes en el transporte requiere de unas inversiones ingentes. Según la estimación manejada por el doctor Roberto Pereira Moreira, de la Universidad de Vigo, un 50% de los costes de la contaminación están estrechamente ligados al trasporte por carretera.

Barcelona

MIRANDO HACIA EL FUTURO

Como bien apunta el GBD 2015 la contaminación del aire ambiente contribuye sustancialmente a la carga mundial de morbilidad, que ha aumentado en los últimos 25 años, como resultado de las tendencias demográficas y epidemiológicas y los niveles crecientes de contaminación atmosférica en los países de ingresos bajos y medianos. Si estas tendencias continúan, se necesitarán importantes reducciones en los niveles de contaminación para evitar aumentos en la carga de la enfermedad. La exposición a la contaminación del aire y su carga de enfermedad asociada puede reducirse para poblaciones enteras a través de medidas políticas a nivel nacional. En este sentido, un último estudio español APHEIS-3 (Air Pollution and Health: a European Information System) publicado en Environment International ha estimado que si los demás riesgos permanecieran constantes y la media anual de $PM_{2,5}$ fuera reducida a 15 µg/m^3 (un 40% menos que el valor límite actual), la esperanza de vida se vería incrementada en un rango de entre dos y trece meses en las personas mayores de 30 años, debido a la reducción del riesgo de morir por todas las causas.



Ejemplos de ciudades españolas para mejorar la calidad del aire

Clemente Álvarez

Tratar de mejorar la calidad del aire en las ciudades españolas pasa fundamentalmente por cambiar de forma profunda cómo se mueven ciudadanos y conseguir reducir el uso del coche. Estos son cuatro ejemplos de políticas públicas municipales llevadas a cabo en la última década con muchas implicaciones en la lucha contra la contaminación.

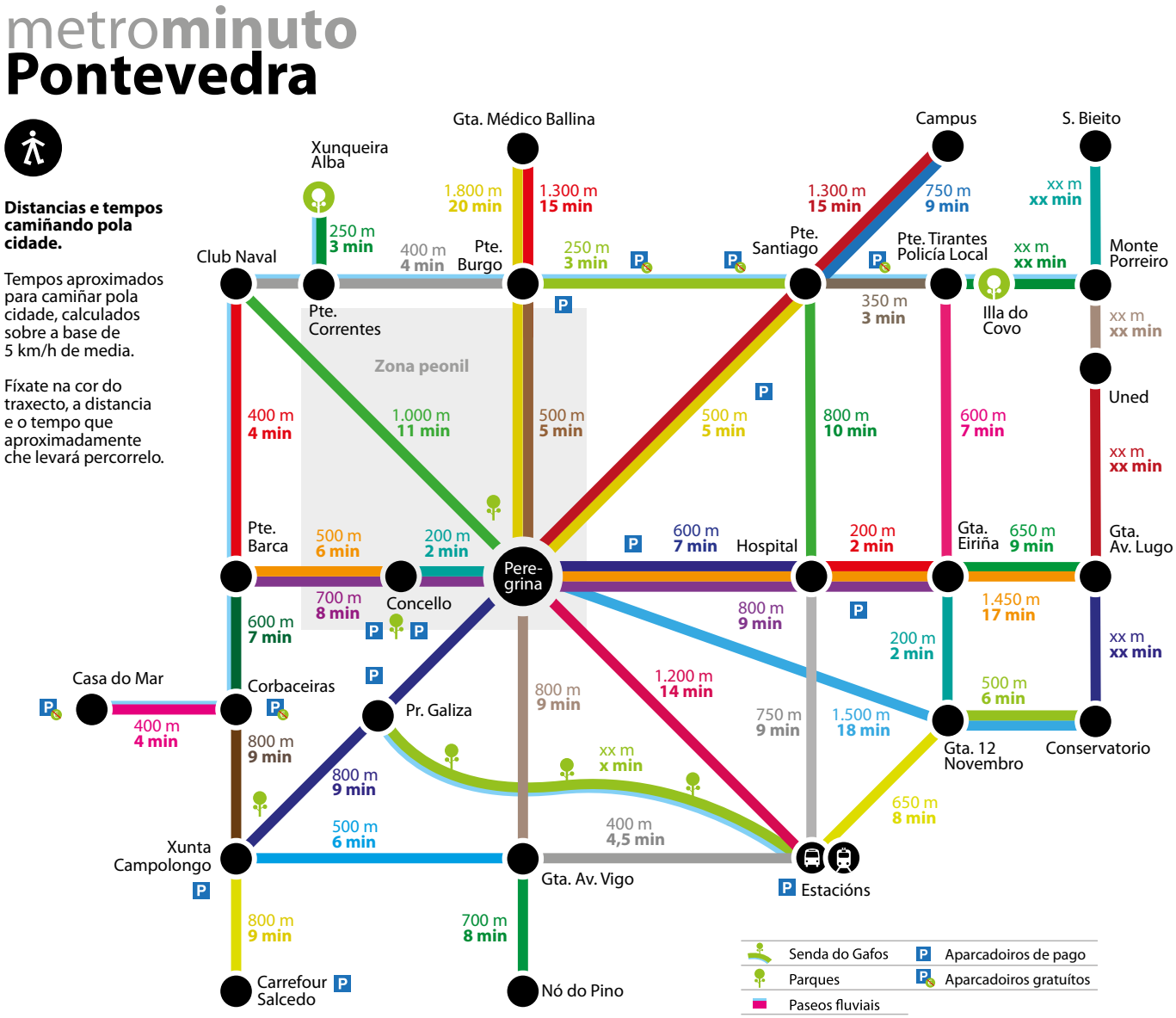
PONTEVEDRA: el concepto de tráfico evaporado

En 1996, al centro de Pontevedra accedían diariamente unos 74.400 vehículos. Siendo una ciudad pequeña, obviamente esto es menos que los 145.000 de Madrid, los 378.000 de Londres o los 382.000 de Estocolmo (antes de que empezasen a cobrar por circular por el centro). Sin embargo, si se dividen esos 74.400 vehículos entre la extensión por la que se movían, resulta que en esta ciudad gallega de 51.000 habitantes se amontonaban más coches por km2 que en cualquiera de las otras urbes mucho mayores. Realmente, esta también puede ser la historia de muchas ciudades del país tomadas por el automóvil. Sin embargo, si este caso resulta diferente y constituye todo un modelo en la mejora de la calidad del aire, es por el camino escogido para resolver el problema. En lugar de plantearse descongestionar las calles con nuevas infraestructuras, con el cobro de aparcamiento en el centro o con inversiones en transporte público, Pontevedra decidió en 1999 emprender un camino totalmente diferente.

Según explica el libro Pontevedra. Otra movilidad otra ciudad. La experiencia de transformación 1999-2015, las paradojas formuladas por Pigou-Knight-Downs (1920), Downs-Thomson (1962) y Dietrich Braess (1968) inciden en cómo los intentos de mejorar el tráfico en la ciudad pueden acabar agravando el problema, pues las expectativas de una mejor circulación hacen que haya más gente que salga en su coche. Frente a esto, la ciudad gallega optó por el concepto de tráfico evaporado (“evaporating traffic”) o tráfico desaparecido (“disappearing traffic”). El principio es justo el contrario a la mejora del tráfico: ante la imposibilidad o las graves dificultades para circular y/o estacionar, el resultado es que disminuya la demanda (reduciéndose los problemas de circulación). Para aplicar esta atrevida política, Pontevedra puso en marcha las siguientes medidas:

- Se redujo el límite de velocidad a 30 km/h en toda la ciudad, poniendo algunas zonas a 20 km/h.
- Se clasificó las calles entre ´preferencia absoluta peatonal´, de ´coexistencia´o de ´segregación de movilidades´. En las de preferencia peatonal y las de coexistencia la velocidad se limitó a 20 km/h, en las segregadas a 30 km/h.
- Se introdujo el concepto de necesidad: solo se puede circular y estacionar de forma limitada cuando existe motivo que lo justifique (acceso a garajes, desplazamiento necesario en vehículo a motor, carga y descarga de mercancías, reparto a domicilio, mensajería, mudanzas...).
- Se eliminó el tráfico de paso de la ciudad, acabando prácticamente con las calles que daban continuidad a las vías de circulación externas y creando bucles disuasorios.
- Se aumentó en más del 60% el espacio de calles y plazas dedicadas a peatones y ciclistas.
- Se eliminó el tráfico pesado ordinario de las zonas residenciales de alta densidad desviándolo por otras vías.
- Se restringió el estacionamiento en la ciudad y se abrieron aparcamientos gratuitos en la periferia (a 10 minutos andando del centro).
- Se pusieron en marcha campañas para incentivar a caminar en la ciudad como el “metrominuto”: un mapa con los tiempos aproximados para moverse por la urbe caminando.

Figura 16. **El 'metrominuto', un mapa de las rutas a pie en Pontevedra**

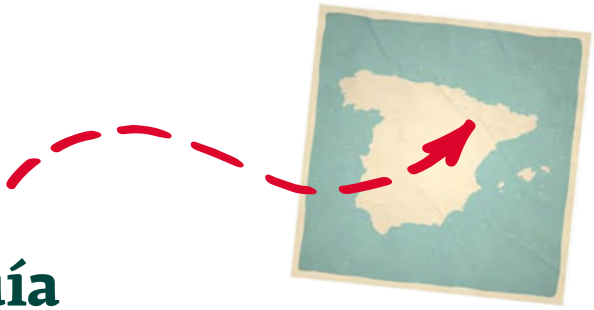


> Después de cerrar al tráfico la mitad de la plaza y reconvertir los aparcamientos existentes, los aforadores contabilizaron una media de 2.363 vehículos, es decir, se estima que el 61% de los automóviles que circulaban antes por la plaza a diario era tráfico de agitación

Con estas acciones, los 74.000 vehículos que accedían diariamente al centro de la ciudad se redujeron a 22.709 en el año 2014 y los 98.700 que circulaban por el conjunto de la ciudad pasaron a 69.995. Teóricamente, al bajar el límite de circulación a 30 km/h, era de esperar que la circulación fuera también más lenta. Sin embargo, lo cierto es que la velocidad media del tráfico en el conjunto de la ciudad aumentó de 15,27 km/h a 20,83 km/h en 2014. Si bien no hay registros para comparar también la contaminación atmosférica, según los últimos datos de la Agencia Gallega de Meteorología, en 2017 la ciudad cumplió con todos los límites legales en SO_2, NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ u ozono. En el caso del dióxido de nitrógeno, muy relacionado con el tráfico, la media anual fue de 24 $\mu g/m^3$, muy por debajo de los valores legales y de la recomendación de la OMS (de 40 $\mu g/m^3$).

Curiosamente, con las restricciones de tráfico se comprobó que mucha gente que circulaba antes en coche por la ciudad no lo hacía para desplazarse, sino que estaba buscando aparcamiento, lo que los expertos denominan “tráfico de agitación”. Uno de los últimos ejemplos de esto se dio con la peatonalización de la plaza de Barcelos, donde en enero de 2016 accedían una media de 6.082 vehículos diarios, según los datos de la Policía local. Después de cerrar al tráfico la mitad de la plaza y reconvertir los aparcamientos existentes, los aforadores contabilizaron una media de 2.363 vehículos, es decir, se estima que el 61% de los automóviles que circulaban antes por la plaza a diario era tráfico de agitación. Eran coches emitiendo contaminantes mientras daban vueltas para conseguir estacionar.

Pontevedra

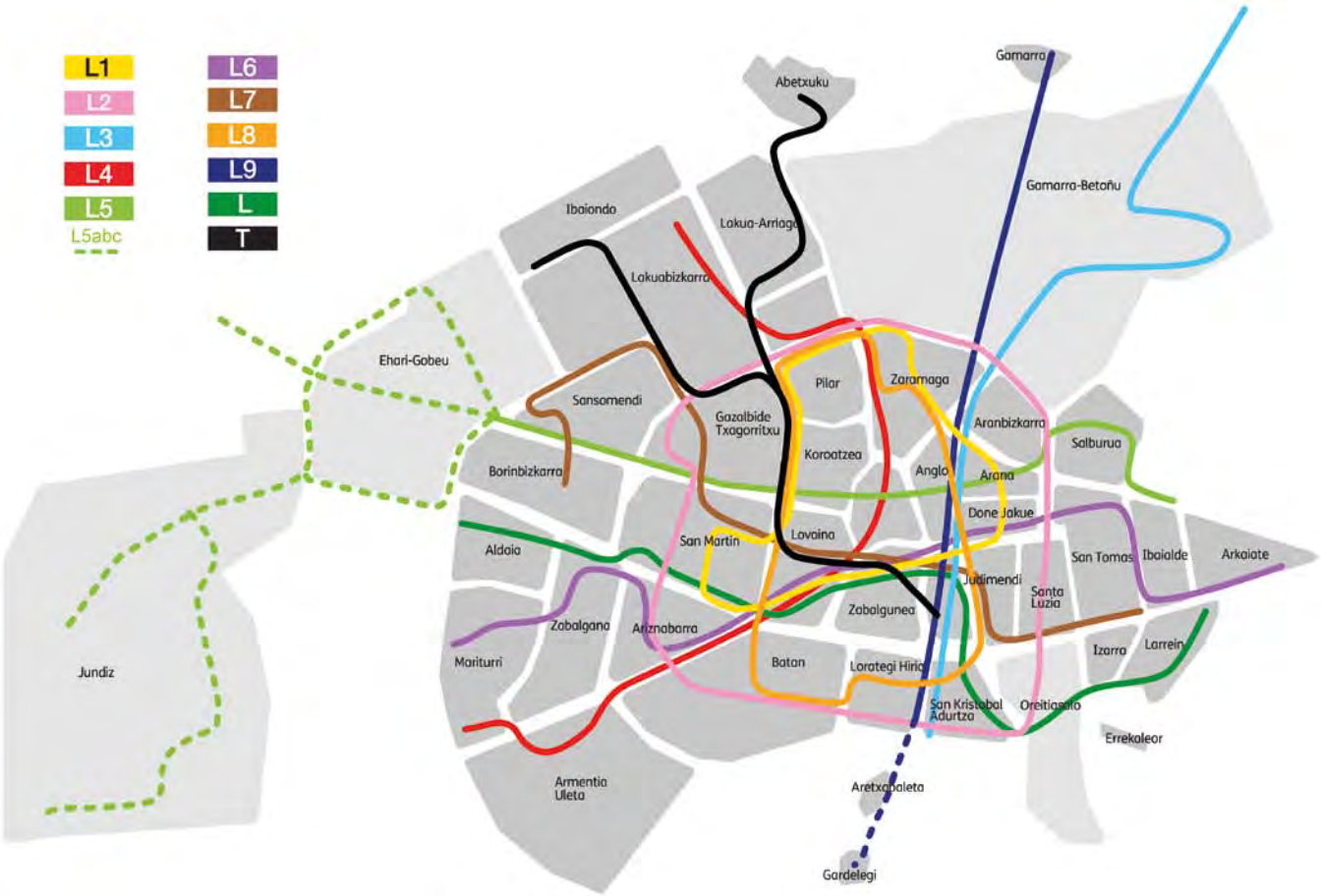


VITORIA-GASTEIZ: el cambio de jerarquía en la ciudad

Con 250.000 habitantes, el ejemplo de Vitoria-Gasteiz representa ya otra dimensión bastante mayor. La que fuera designada Capital Verde Europea en 2012 constituye un modelo ambiental por muchos motivos, como el anillo verde de 727 hectáreas que rodea la ciudad, pero entre lo que más destaca justamente es por ser una de las urbes españolas más avanzadas en movilidad. Aquí el enfoque es mucho más amplio y variado: no solo se busca reducir el uso del coche y ganar espacio para el peatón, sino también mejorar el transporte público, avanzar en la cultura de la bici o reverdecer la ciudad. Como en el caso anterior, tampoco se trata de una reacción específica a la contaminación atmosférica o la protección de la salud. No obstante, su caso resulta muy interesante en calidad del aire. Lo ocurrido en la capital alavesa (que tiene mucho que ver con la creación a finales de los años ochenta del Centro de Estudios Ambientales) es más bien el resultado de un continuado proceso de consultas ciudadanas y planes para hacer más habitable y sostenible la ciudad. De alguna forma demuestra que mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas es mucho más que solucionar con tecnología el humo de los tubos de escape. Y que, al contrario, hacer más habitable el espacio urbano obliga inevitablemente a actuar sobre el tráfico y termina repercutiendo en la contaminación.

Vitoria-Gasteiz

Figura 17. **Esquema de la red de transporte público urbano de Vitoria-Gasteiz**



Fuente: Centro de Estudios Ambientales.

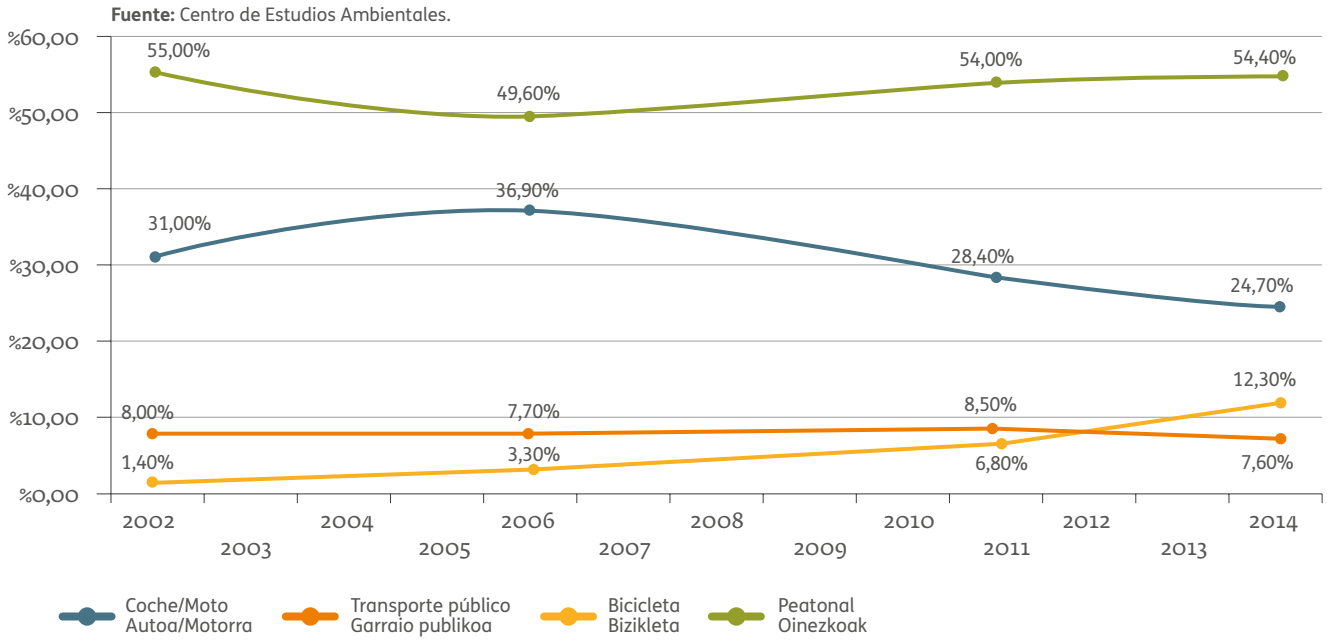
La posición de partida es una ciudad de Vitoria-Gasteiz en amplio crecimiento, en la que se desarrollan los nuevos barrios de Salburua y Zabalgana. Se estaba produciendo un cambio de escala y esto hacía esperar más necesidades de desplazamientos en una urbe ya de por sí bastante hipermotorizada. En 2004 se contabilizaban 428 automóviles por cada 1.000 habitantes, que subieron a 448 en 2007. Esto se traducía en que el 75% de los hogares estaba motorizado y un 24% tenía dos o más coches. El uso del transporte público estaba por debajo de otras ciudades, contando con 17 líneas de autobuses que no llegaban a conformar una red atractiva y funcional. El dato positivo era que el uso de la bicicleta había pasado de representar un 1% de los desplazamientos en 2001 a alcanzar el 3% en 2006, lo que parecía reflejar un importante potencial de desarrollo. Sin embargo, las estadísticas del reparto modal de viajes entre 2002 y 2006 mostraban un preocupante aumento del porcentaje de desplazamientos en coche.

Ante esto, en 2007 el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz lanza con el horizonte de 2023 el Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público (PMSEP), consensuado por todos los grupos políticos municipales y tras diferentes iniciativas de participación con la ciudadanía. Luego le seguiría el Plan Director de Movilidad Ciclista (PDMC). Entre los objetivos del PMSEP está conseguir una nueva jerarquía en el uso de la ciudad, en la que el peatón sea el protagonista, seguido de los modos de transporte no motorizados y el transporte público y, en último término, el vehículo privado. Un cambio de planteamiento total en el modelo de ciudad actual. Entre las múltiples medidas previstas, destacan algunas como:

- Se introduce en la ciudad el concepto de “supermanzana”. Para ello se plantea una nueva célula urbana (~400x400m) destinada a la motorización conformada por un perímetro de vías principales. Por calles interiores de la célula urbana se restringe la circulación del vehículo de paso, permitiendo la de vehículos de residentes, carga y descarga, emergencias, servicios...
- Se proponen aparcamientos periféricos (Park & Ride) conectados con la red de transporte público para reducir la entrada en la ciudad de vehículos de fuera.
- Se plantea poner en marcha una nueva red de autobuses que aumente frecuencias de paso y se acomode al nuevo tranvía.
- Se prevé completar la red principal de carriles bici y desarrollar una red secundaria que penetre de manera capilar en el conjunto de barrios.
- Se establece como criterio general que en las vías urbanas los carriles para el vehículo sean de 2,5 m de ancho (en lugar de los 3 m más comunes) con el objeto de reducir la velocidad y aprovechar el espacio sobrante para carriles bicicleta y bus.

Figura 18. **Evolución del reparto modal en Vitoria-Gasteiz de 2002 a 2014**

Fuente: Centro de Estudios Ambientales.



Según el Informe de Evaluación del Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público y del Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria-Gasteiz. 2006-2016. Una década de cambios en la movilidad de Vitoria-Gasteiz, en 2016 se había completado un 71% de las medidas del PMSEP (con un gasto de 58,6 millones de euros) y un 61% del PDMC (con 2,6 millones), siendo el balance desigual. Por ejemplo, se consiguió poner en marcha la mayoría de las medidas relacionadas con la bici y el transporte público del PMSEP. Sin embargo, de las 77 "supermanzanas" previstas, en 2016 se habían desarrollado actuaciones en 19. Los primeros años se pudieron realizar reformas más integrales, luego con la crisis económica hubo que plantear soluciones menos costosas, como medidas de calmado de tráfico. En cualquier caso, lo conseguido ya supone un modelo para el resto de ciudades del país.

Uno de los logros más espectaculares de la capital alavesa fue el crecimiento exponencial del uso de la bicicleta. Del 3% de utilización con respecto al total de viajes en la ciudad en 2006 se pasó a un 12% en 2014. Si bien esto supuso multiplicar este porcentaje por cuatro (el doble de lo que pretendía el plan), la multiplicación fue por seis cuando se mira el número absoluto de viajes en bicicleta.

Uno de los logros más espectaculares de la capital alavesa fue el crecimiento exponencial del uso de la bicicleta. Del 3% de utilización con respecto al total de viajes en la ciudad en 2006 se pasó a un 12% en 2014

Figura 19. **Número medio de desplazamientos que cada habitante realiza a diario en Vitoria-Gasteiz**

	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Coche	Taxi	T. colectivo	Otros	Total
2001	2,43	0,05	0,02	0,72	0,01	0,26	-	3,50
2006	1,26	0,08	0,02	0,92	0,01	0,26	0,00	2,55
2011	1,86	0,23	0,02	096	0,00	0,36	0,01	3,45
2014	2,04	0,46	0,04	0,89	0,00	0,31	0,01	3,75

2014	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Coche	Taxi	T. colectivo	Otros	Total
Otros	0,88	0,13	0,01	0,33	0,00	0,12	0,00	1,48
Colegio	0,10	0,09	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,28
Trabajo	0,18	0,12	0,01	0,32	0,00	0,07	0,00	0,71
Ocio	0,39	0,09	0,01	0,11	0,00	0,03	0,00	0,63
Compras	0,48	0,03	0,00	0,11	0,00	0,04	0,00	0,66
Ocio	2,04	0,46	0,04	0,89	0,00	0,31	0,01	3,75

Fuente: Boletines Agenda 21 de Vitoria-Gasteiz.

Para analizar las estadísticas de reparto modal en Vitoria-Gasteiz en este periodo hay que tener en cuenta que, como se esperaba, los desplazamientos totales en la ciudad experimentaron una importante subida (de 2,55 de media diaria por habitante en 2006 a 3,75 en 2014). Esto resulta clave, pues la emisión de contaminantes no puede reducirse si no bajan los viajes totales en coche. En este caso, tras una tendencia al alza del uso del automóvil privado en el periodo 2006-2011, finalmente se consiguió bajar el número absoluto de desplazamientos en coche. En cuanto al transporte público, aunque parece que su evolución resulta plana en la gráfica de reparto modal, esto cambia cuando se ven los desplazamientos totales. De hecho, según los datos de Transportes Urbanos de Vitoria-Gasteiz (TUVISA), el número de viajeros que utiliza al año el tranvía y el autobús pasó de 12 millones en 2007 a 22,6 millones en 2017.

Finalmente, si se consulta ahora los indicadores de calidad del aire de Vitoria-Gasteiz de 2002 a 2017 (recogidos en los boletines anuales Agenda 21 de la ciudad), se puede constatar un descenso en los últimos años de los días en los que se registra una calidad del aire “regular”, “mala” o “muy mala”. Esto ya de por sí positivo, llama todavía más la atención si se tiene en cuenta que ocurrió mientras aumentaban de forma significativa los desplazamientos de los ciudadanos en la ciudad.

Figura 20. **Número de días al año en Vitoria-Gasteiz en el que se registra una calidad del aire "regular", "mala" o "muy mala"**

	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala
2017	46 (12,3%)	232 (63,8%)	87 (23,8%)	0	0
2016	64 (15,3%)	219 (61,9%)	82 (22,5%)	1 (0,3%)	0
2015	29 (7,7%)	223 (60,3%)	111 (31,5%)	2 (0,5%)	0
2014	20 (5,5%)	235 (64,4%)	110 (30,1%)	0	0
2013	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
2012	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
2011	29 (7,9%)	191 (52,3%)	141 (38,6%)	4 (1,1%)	0
2010	36 (9,9%)	211 (57,8%)	115 (31,5%)	3 (0,8%)	0
2009	49 (13,4%)	223 (61,1%)	93 (25,5%)	0	0
2008	53 (14,5%)	231 (63,3%)	81 (22,2%)	0	0
2007	48 (13,3%)	248 (67,9%)	65 (17,8)	4 (1,1%)	0
2006	47 (12,9%)	219 (60,0%)	91 (24,9%)	7 (1,9%)	1 (0,3%)
2005	81 (22,2%)	222 (60,8%)	58 (15,9%)	1 (0,3%)	3 (0,8%)
2004	73 (19,9%)	215 (59,8%)	74 (20,2%)	0	0
2003	49 (13,4%)	222 (60,8%)	92 (25,2%)	2 (0,5%)	0
2002	71 (19,5%)	190 (52%)	84 (23%)	18 (5%)	2 (0,5%)

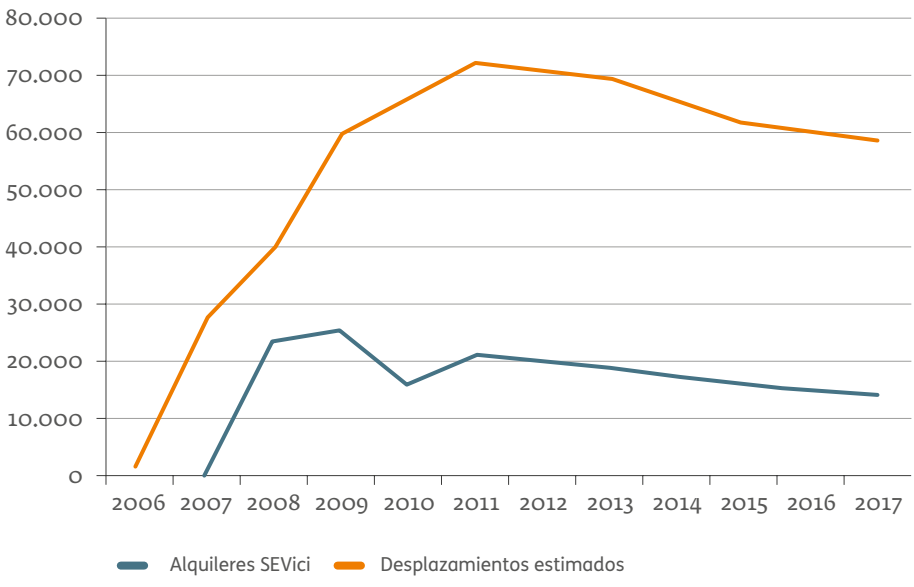
Fuente: Elaboración propia a partir de boletines Agenda 21 de Vitoria-Gasteiz de 2008 a 2018.

SEVILLA: el boom de los 70.000 viajes diarios en bici

Como en la mayoría de las ciudades del país, en el año 2003 en Sevilla (690.000 habitantes) el uso de la bicicleta era marginal. Solo había unos tramos inconexos de vías ciclistas y pocos pensaban en las dos ruedas como un vehículo para desplazarse de forma cotidiana. La explosión de bicicletas ocurrida desde entonces en la urbe andaluza muestra hasta que punto las políticas municipales pueden cambiar la percepción de los ciudadanos sobre cómo moverse en la ciudad, pero también que esta pequeña revolución tiene un límite si no va acompañada de otras medidas para actuar de forma más profunda en la movilidad urbana y, en especial, en el tráfico motorizado. Una lección importante para luchar contra la contaminación.

El detonante del éxito de la bicicleta en Sevilla es el empuje del Ayuntamiento de la ciudad, es decir, una decisión política. De los 12.000 viajes diarios en bicicleta en 2006 se pasó de golpe en 2011 a 70.000, alcanzando un 6% del conjunto de desplazamientos en cualquier modalidad (coche, transporte público, peatones...). No solo se había demostrado que este vehículo no contaminante podía ser un medio de transporte, sino que la cultura de la bici se había extendido por toda ciudad.

Figura 21. **Desplazamientos diarios en bicicleta en Sevilla 2006-2017**



Fuente: Ayuntamiento de Sevilla.

En esto influyó mucho el aumento de la red de vías ciclistas, que fue creciendo y mejorándose en distintas fases hasta alcanzar los 180 km actuales. Y también la bicicleta pública de la ciudad, contando hoy con tres servicios diferentes: el sistema de bicicleta pública del Ayuntamiento de Sevilla (SEVici), con un total de 2.600 bicicletas disponibles; el del Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Sevilla Bus+Bici), exclusivo para los usuarios de autobuses llegados a la Estación de Plaza de Armas y con unas 175 bicicletas disponibles; y el de larga duración de la Universidad de Sevilla (SIBUS), exclusivo para los miembros de la Universidad de Sevilla y con unas 427 bicis.

Sin embargo, los 70.000 viajes diarios de 2011 fueron el pico máximo al que llegó la explosión. Desde entonces, la curva ha ido descendiendo, quedándose en los últimos años cerca de los 60.000 desplazamientos. ¿Qué ha ocurrido? El Programa de la Bicicleta Sevilla 2020, aprobado por el Ayuntamiento en diciembre de 2017, analiza este aparente estancamiento y señala algunas hipótesis que pueden explicarlo. Entre ellas, incide en la falta de avance de la integración de la bicicleta con el resto de sistema de movilidad o la inexistencia de una política de fomento de la bicicleta más allá de la infraestructura, como demuestra la ausencia de una política efectiva de calmado del tráfico en las zonas donde se produce coexistencia con el automóvil. De hecho, este documento recalca como las políticas de movilidad de la ciudad siguen favoreciendo el uso del automóvil.

Mientras tanto, este nuevo plan municipal de la bicicleta de Sevilla se ha fijado como objetivo llegar en 2020 a los 115.000 viajes diarios en bici, casi el doble de los que se realizan ahora.

> No solo se había demostrado que este vehículo no contaminante podía ser un medio de transporte, sino que la cultura de la bici se había extendido por toda ciudad

Sevilla

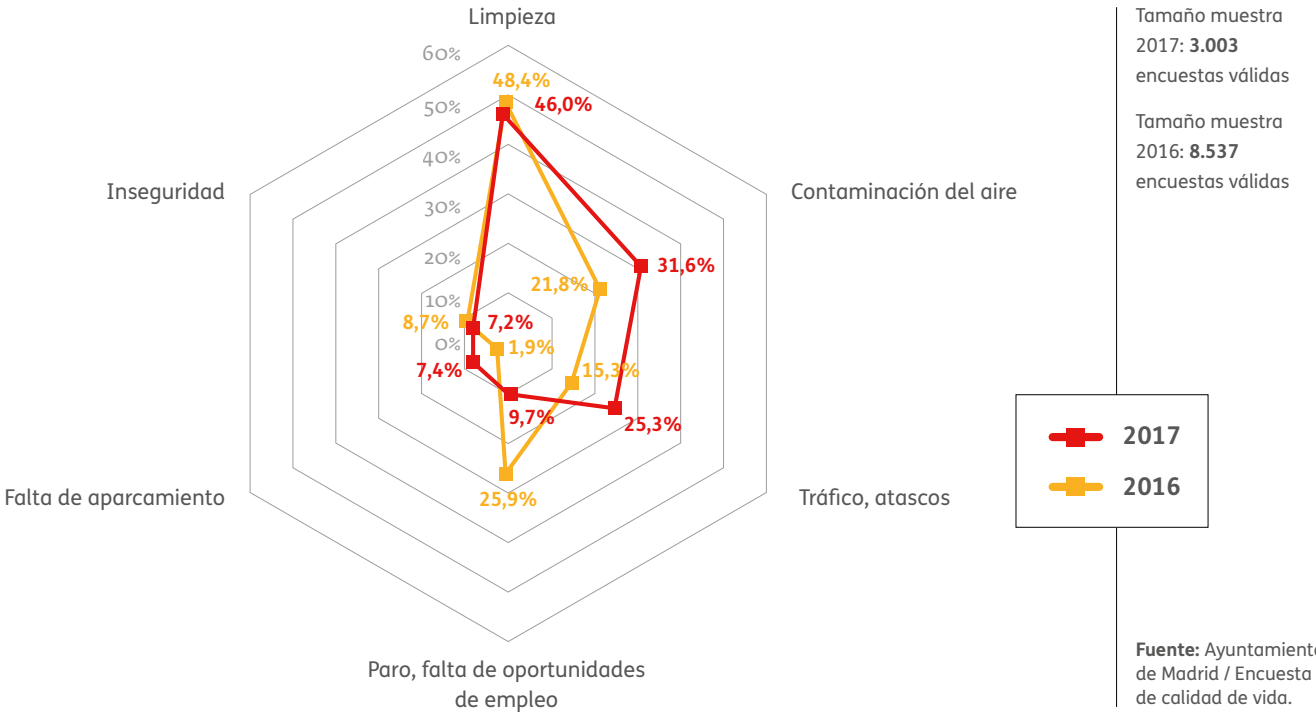
iStock.com/DavidCallan

Figura 22. **Evolución de la red de vías ciclistas de Sevilla 2005-2017**

MADRID: la reacción ante episodios de contaminación

Con 3,2 millones de habitantes, si Madrid destaca en calidad del aire entre estas ciudades es por su prolongado incumplimiento de los límites legales de contaminación. Específicamente, en lo que se refiere a la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2). Mientras los otros ejemplos muestran diferentes estrategias municipales para transformar la movilidad urbana, siendo esta una de las claves para reducir a medio y largo plazo el tráfico motorizado y mejorar la calidad del aire, el caso de Madrid resulta especialmente interesante por su experiencia en responder a episodios de exceso de contaminación.

Figura 23. **Principales problemas de la ciudad de Madrid 2016-2017**



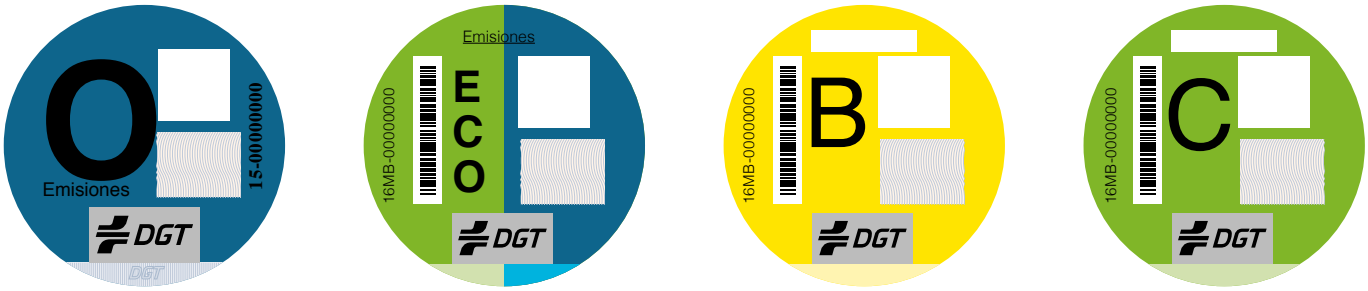
Madrid

iStock.com/ Scott Hortop

Fue en 2015 que los madrileños se encontraron por primera vez con restricciones de aparcamiento, velocidad o circulación como consecuencia de la aplicación del protocolo contra contaminación en la ciudad para cumplir la normativa europea. En algunos casos, estos avisos fueron acompañados de fuertes críticas. Sin embargo, pasados casi tres años de aquello, el Ayuntamiento de Madrid considera que, aparte de contribuir a reducir la emisión de contaminantes, la aplicación de este protocolo ha servido muy especialmente para que la ciudadanía tome conciencia de la gravedad del problema y de los efectos de los contaminantes del aire en su salud. De hecho, según la Encuesta de calidad de vida y satisfacción con los servicios públicos de la ciudad de Madrid de 2017, la contaminación del aire es ahora el segundo problema que más preocupa a los madrileños.

El Ayuntamiento ha presentado ahora un nuevo protocolo de actuación para episodios de contaminación por NO2 que contempla como importante novedad limitar la circulación en función de las pegatinas ambientales emitidas por la Dirección General de Tráfico (DGT) para los vehículos. Hasta ahora para restringir el tráfico motorizado se usaba un reparto entre matrículas pares e impares, este nuevo sistema basado en las etiquetas de la DGT tiene como objetivo discriminar positivamente a los vehículos más respetuosos con el medio ambiente (una clasificación que tiene su origen en el Plan nacional de calidad del aire y protección de la atmósfera 2013-2016, el Plan Aire).

Figura 24. **Las etiquetas ambientales de la DGT**



Etiqueta Ambiental Cero (Azul): incluye vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículos eléctricos de autonomía extendida (REEV), vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) con una autonomía mínima de 40 kilómetros o vehículos de pila de combustible.

Etiqueta Ambiental Eco: incluye vehículos híbridos enchufables con autonomía inferior a 40km, vehículos híbridos no enchufables (HEV), vehículos propulsados por gas natural y vehículos propulsados por gas natural comprimido (GNC) o gas licuado del petróleo (GLP). autonomía mínima de 40 kilómetros o vehículos de pila de combustible.

Etiqueta Ambiental C (Verde): incluye turismo y comerciales ligeros de gasolina EURO 4/ IV, 5/V o 6/VI o diésel EURO 6/VI, así como vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías con nivel de emisiones EURO 6/VI, indistintamente del tipo de combustible.

Etiqueta Ambiental B (Amarilla): incluye turismos y comerciales ligeros de gasolina EURO 3/III o Diésel EURO 4/ IV o 5/V, así como vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías con nivel de emisiones Euro IV/4 o V/5, indistintamente del tipo de combustible.

En función de cinco escenarios determinados que varían según los niveles de NO_2 en el aire y de la persistencia en el tiempo del problema, el nuevo protocolo de Madrid propone diferentes tipos de restricciones que afectan primero a los vehículos sin etiqueta (que son todos los vehículos de gasolina anteriores al año 2000 y los diésel anteriores a 2006) y luego de forma gradual a los B y C, favoreciendo el uso de aquellos con etiqueta Cero o Eco.

Llama la atención que esta clasificación no haga más diferencias con los coches diésel, dadas sus mayores emisiones de NO_2 incluso en los modelos más modernos (ver capítulo 1). No obstante, esta clasificación supone un avance para impulsar las tecnologías menos contaminantes. El gran desafío ahora es no solo responder a los picos de contaminación, sino conseguir cambiar la movilidad de la ciudad para acabar con la emisión continuada de contaminantes a la atmósfera. En este sentido, el Ayuntamiento de Madrid aprobó en septiembre de 2017 el Plan A de Calidad del Aire y Cambio Climático, con importantes medidas para cambiar la movilidad de la ciudad en un horizonte temporal 2020-2025.

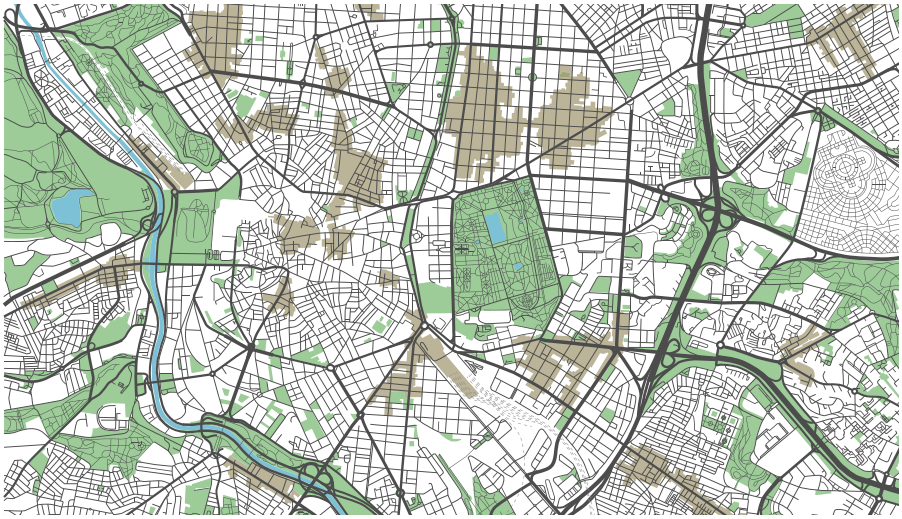
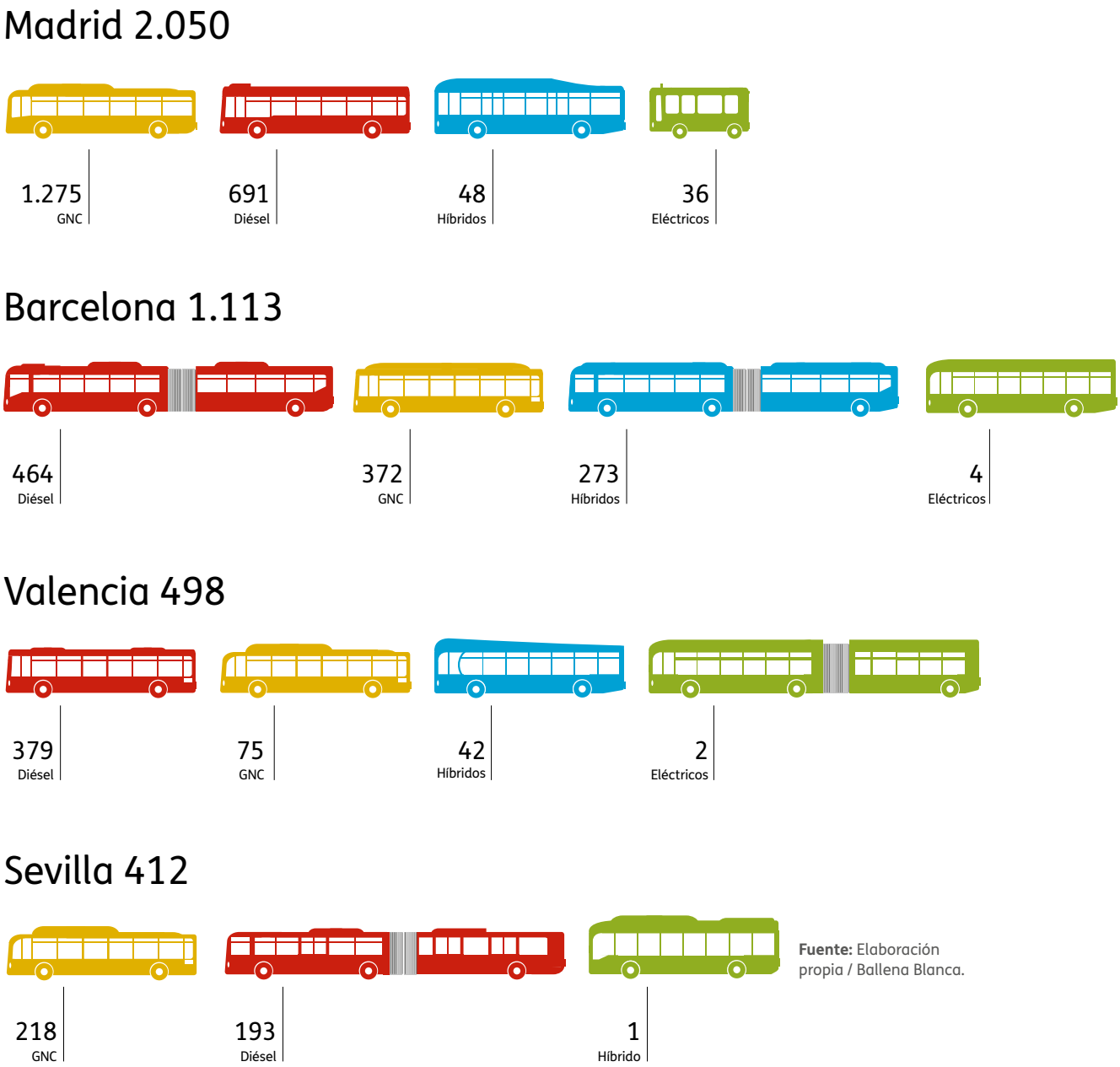


Figura 25. **Radiografía de buses urbanos**



Fuente: Elaboración propia / Ballena Blanca.

Esta es una comparación de las flotas de autobuses urbanos de las principales ciudades del país por población según la tecnología. Todas están acelerando la modernización de sus buses para reducir las emisiones que salen de sus tubos de escape. De los 1.113 vehículos de Barcelona, 273 ya son híbridos y cuatro eléctricos. Por su parte, tanto Valencia como Sevilla han introducido entre 2017 y 2018 los primeros modelos de estas dos categorías, mientras Madrid es la urbe donde más modelos eléctricos recorren sus calles.

¿CUÁNTA CONTAMINACIÓN RETIRAN LOS ÁRBOLES DE MADRID?

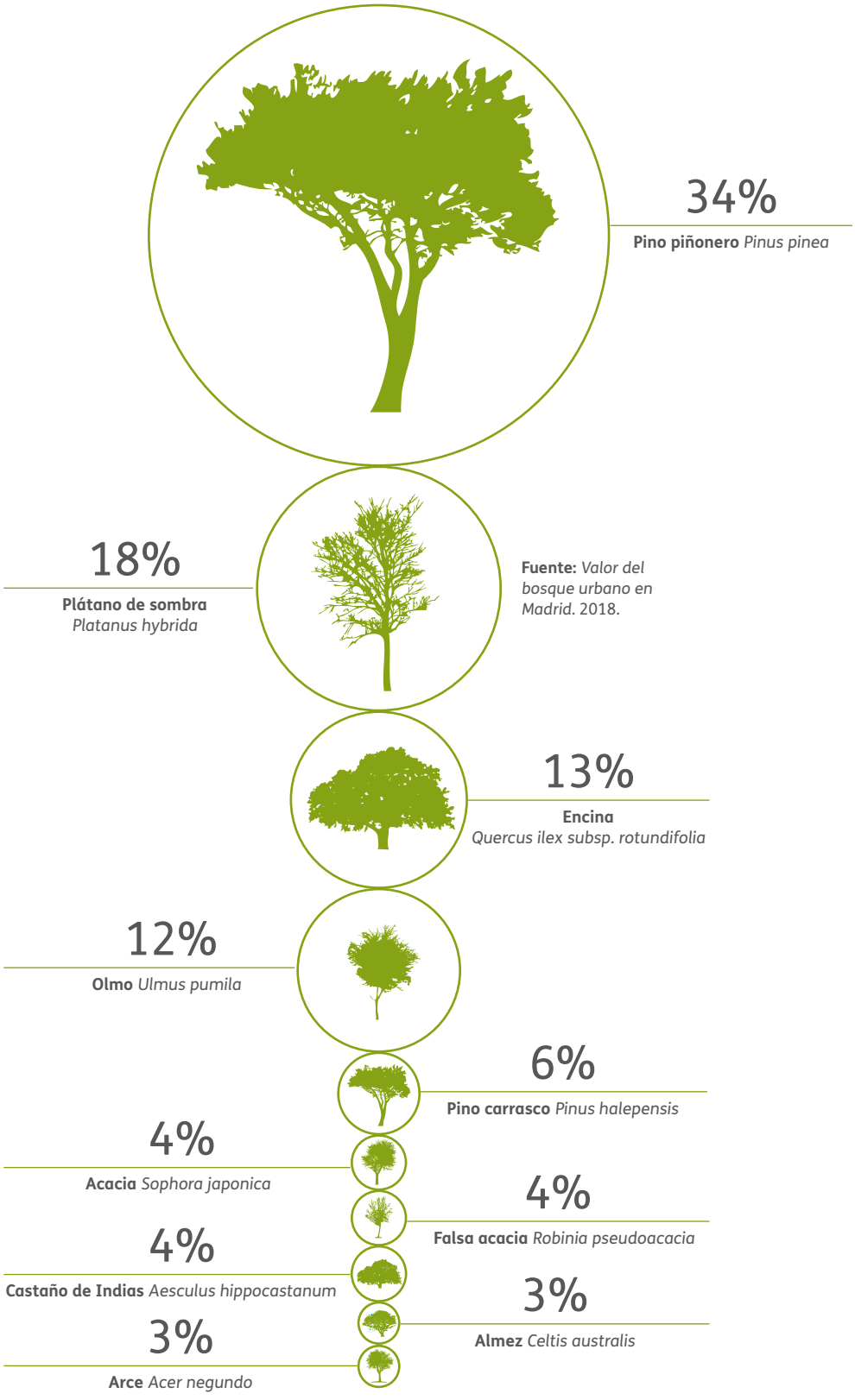
El Ayuntamiento de Madrid ha medido la cantidad de contaminación que retiran los árboles en una ciudad. El resultado, publicado en el informe Valor del bosque urbano en Madrid, arroja que los 1.740.000 árboles repartidos entre calles y zonas verdes de gestión municipal captaron en 2016 una contaminación de 0,011 t/ha año. Del volumen filtrado de cuatro contaminantes (monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO2), ozono (O_3) y dióxido de azufre (SO_2))— por la vegetación de Madrid, un 46,4% correspondió al ozono y un 36,6% al dióxido de nitrógeno. Por otro lado, el informe desvela que la contaminación captada es mayor en verano que en invierno. En concreto en julio, el mes en el que más polución absorben los árboles, que coincide con la temperatura más elevada, con más horas de luz y cuando las copas de los árboles están completamente desarrolladas. Por otro lado, es en verano cuando más contaminación atmosférica se da.

Madrid

Para medirlo, al inventario de árboles del Ayuntamiento se aplicó el modelo i-Tree, desarrollado por el Servicio Forestal de Estados Unidos, que mezcla datos sobre la composición y estructura de la vegetación de la ciudad, de contaminación atmosférica, y meteorológicos. Para ajustarse al modelo estadounidense, se recopiló información sobre cada árbol: especie, diámetro, tronco, edad fenológica y lugar. Para los árboles situados en las calles, se aportó información sobre su estructura, inclinación, presencia, transparencia, vitalidad, defectos y estado. Estos datos, ordenados por distritos, se cruzaron con datos meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y de polución recogidos por la Estación Automática de Medición Escuelas Aguirre, que pertenece a la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Ayuntamiento. Esta fue seleccionada porque proporciona series completas de todas las estaciones de la ciudad y determina todo tipo de contaminantes cada hora.

El pino (Pinus pinea) fue la especie que más contaminación captó (34%), seguida del plátano (Platanus hybrida, 18%), encina (Quercus ilex, 13%) y olmo de Siberia (Ulmus pumila, 12%). Una vez analizada cuánta polución absorben los árboles gestionados por el Ayuntamiento de Madrid, el informe extrapola estos datos a todo el bosque urbano de Madrid, que cuenta 5,7 millones de árboles entre zonas forestales y zonas verdes privadas. Toda la contaminación que los árboles absorbieron fue de 21 t de NO_2, 313 t de O_3, 246 t de O_2 y 76 t de SO_2.

Figura 26. **Captación de contaminación por las principales especies de árboles de Madrid**



Barcelona

LAS 'SUPERMANZANAS' DE BARCELONA COMO RESPUESTA A LA CONTAMINACIÓN

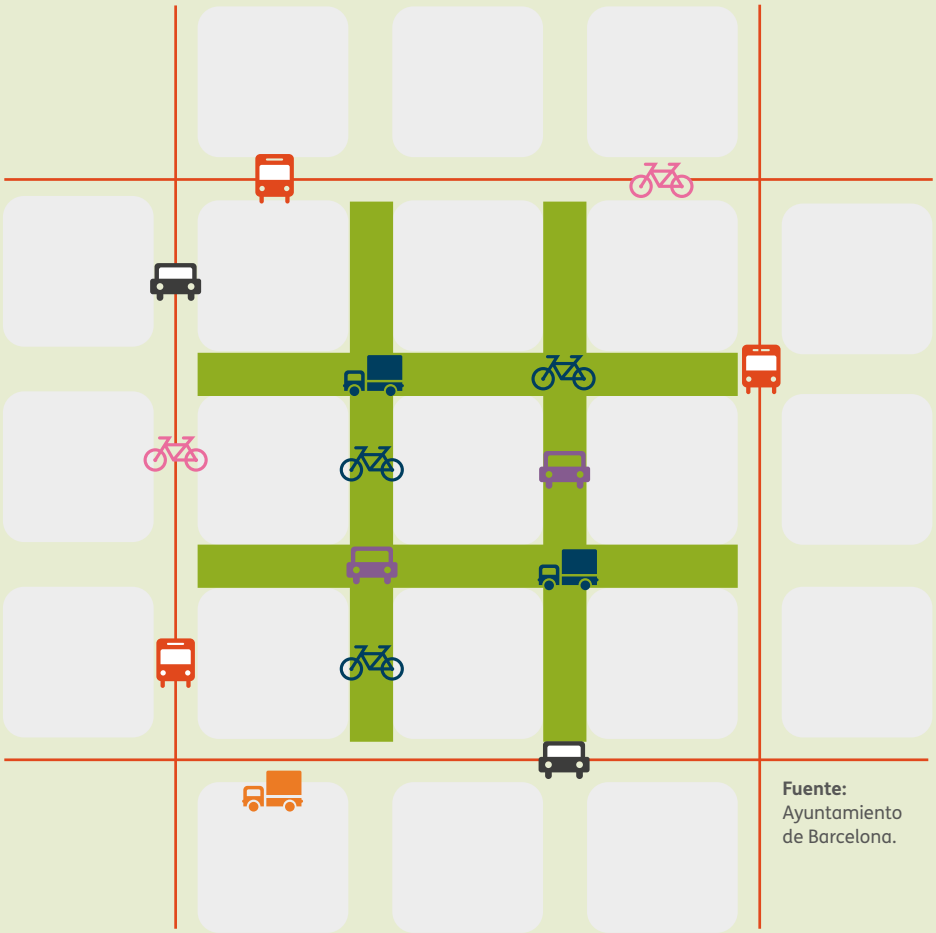
En septiembre de 2016, el barrio de Poblenou, en Barcelona, fue el primer experimento de lo que esta ciudad ha convertido en una medida estrella para reducir la presencia de coches en el centro de la urbe, como medida para mejorar el espacio urbano para los peatones y combatir la contaminación: las "supermanzanas". El concepto es el siguiente: estas estructuras agrupan bloques mucho más grandes que los habituales, y están configuradas de tal forma que obligan a los autos a girar en todas las intersecciones interiores para impedir que puedan circular y continuar en línea recta. La de Poblenou es una "supemanzana" de nueve manzanas, la velocidad está limitada a 10km/h, se han quitado las paradas de dos líneas de autobús en su interior y se han creado cruces sin coches en la parte central de las intersecciones. El único vehículo que puede atravesar en línea recta es la bicicleta, que circula en doble sentido por la calzada —sin carril bici—.

Las "supermanzanas" forman parte de la estrategia del Plan de Movilidad Urbana (PMU) 2013-2018 del Ayuntamiento de Barcelona "para buscar una respuesta a la escasez de espacios verdes y los altos niveles de contaminación". Según el informe Salud 2015 de la Agencia de Salud Pública de Barcelona (ASPB), ese año, las emisiones de NO2 fueron un 11% más elevadas que el año anterior, superando el límite fijado por la Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por su parte, las partículas PM10 crecieron un 13% respecto al año 2014.

El plan del consistorio es crear "supermanzanas" como la de Poblenou en nueve distritos de la ciudad: Gràcia, Horta, Les Corts, Nou Barris, Sant Andreu, Sants y Hostafrancs y Sarrià-Sant Gervasi.

Figura 27. **Las 'supermanzanas' de Barcelona como respuesta a la contaminación**

Vehículo privado de paso
Vehículos residentes
Red de transporte público
Servicios urbanos y urgencias
Carga y descarga
Paso libre de bicicletas
Señalización vertical de bicicletas



Fuente: Ayuntamiento de Barcelona.

Modelo supermanzana

Barcelona

La respuesta de la sociedad a la contaminación del aire

Rosa Tristán

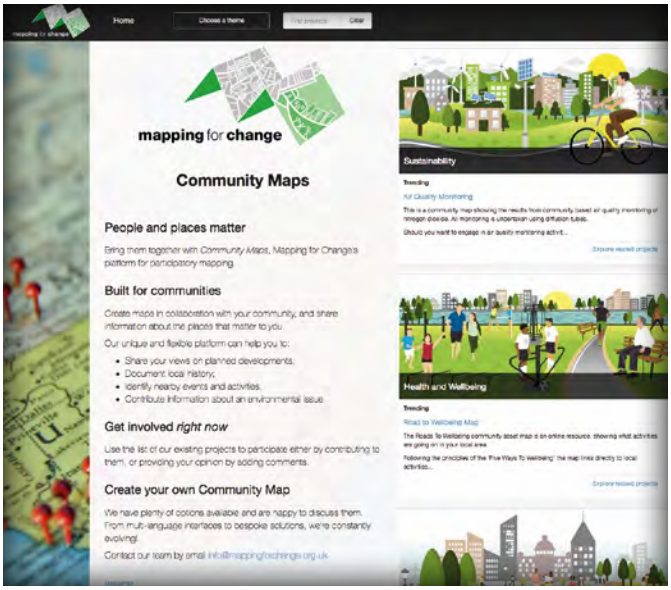
Vecinos que hacen mapas de la contaminación de sus calles, empresas que cuentan ciclistas, campañas que promueven peajes de entrada a las ciudades, aplicaciones para móviles.... Las iniciativas de ciudadanos, organizaciones y empresas para rebajar los niveles de contaminación atmosférica proliferan en las ciudades de todo el mundo, también en España. Son aún minoritarias, pero esa presión que parte de la sociedad está obligando a tomar medidas a muchas administraciones públicas para mejorar la calidad del aire.

Según el Eurobarómetro de la Comisión Europea de finales de 2017, en España casi la totalidad de la opinión pública (97%) se dice preocupada por el estado del medio ambiente, y un 68% considera que la calidad del aire ha empeorado en los últimos años, frente al 47% de los europeos que comparte esa opinión. Parece claro que el aire que respiramos preocupa cada vez más por los efectos nocivos que puede tener para la salud. Sin embargo, actuar en consecuencia resulta más complicado. El Eurobarómetro de 2017 refleja que si bien los españoles –como sus conciudadanos europeos– consideran que deben ponerse soluciones a la

> Empresas están comprobando que tomar medidas que contribuyen a la reducción de la contaminación lleva asociados otros beneficios que van más allá de los ambientales

contaminación, también son más reacios que sus vecinos a la hora de imponer multas por incumplir la legislación ambiental (lo aprueba un 31% frente a 34% de media en la UE) y también son menos entusiastas para introducir una legislación ambiental más estricta que la actual (lo defiende un 28%).

Con todo, hay ciudadanos, organizaciones y empresas que llevan tiempo moviéndose para mejorar el aire que respiramos. La percepción visual de una creciente polución y las campañas e informes de organizaciones sociales e instituciones están generando movilizaciones, iniciativas y propuestas que, en algunos casos, son exitosas. Paralelamente, empresas están comprobando que tomar medidas que contribuyen a la reducción de la contaminación lleva asociados otros beneficios que van más allá de los ambientales.



MAPAS URBANOS DE LA CONTAMINACIÓN

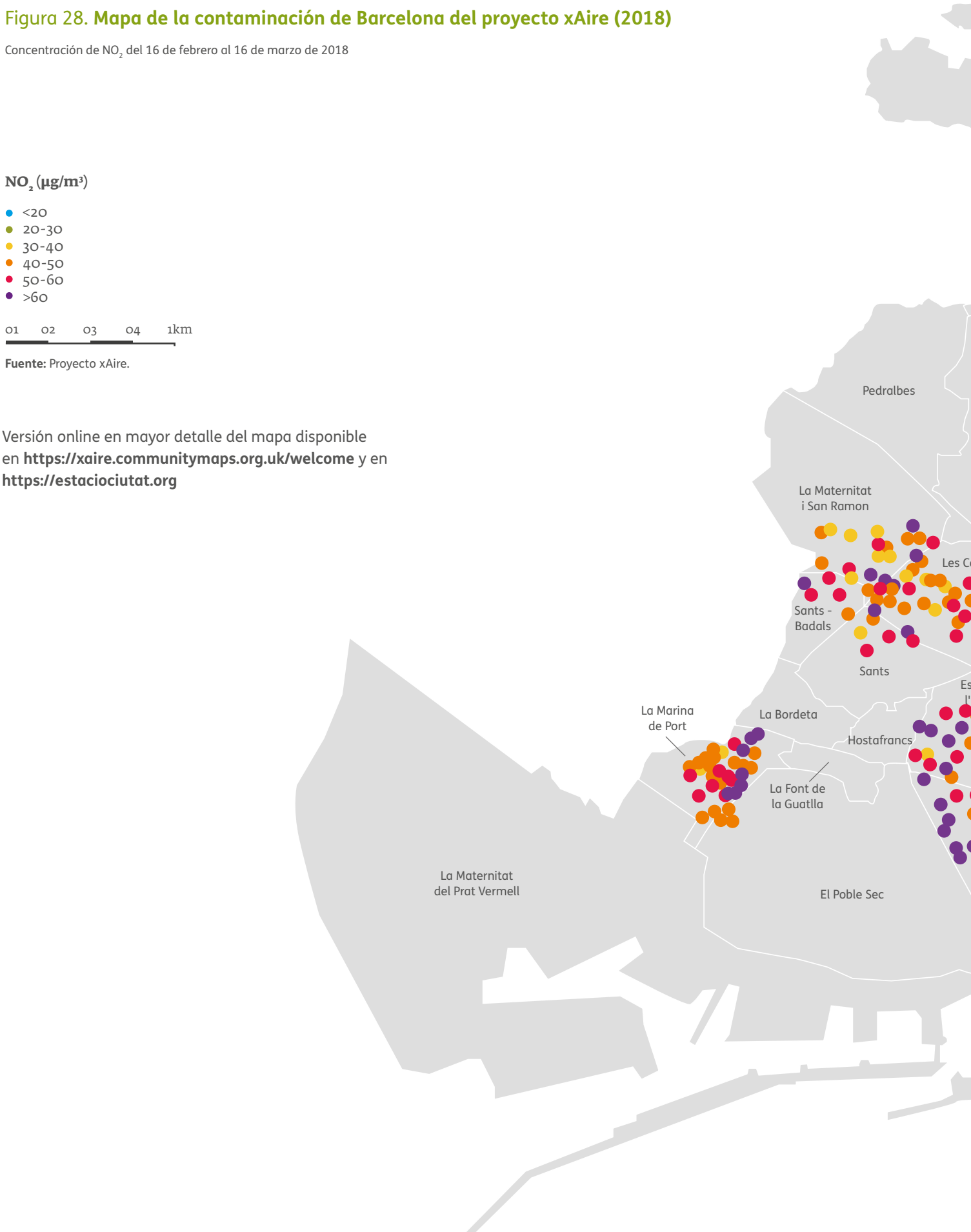
Parte de las iniciativas más novedosas tiene que ver con una evaluación participativa de los niveles de contaminación atmosférica, tanto como instrumento de recogida de información, como de concienciación y educación ambiental. En España, se ha desarrollado en Barcelona el proyecto xAire en 2018, gracias a la alianza entre Estació Ciutat (Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, CCCB, en el marco de la exposición "Después del Fin del Mundo"), OpenSystems (Universidad de Barcelona), DKV Seguros, 4sfera Innova, ISGlobal, Mapping for Change, Mobile World Capital Barcelona y el Consorcio de Educación y su quinto "Congrés de Ciència".

Su precedente y guía fue la empresa social británica Mapping for Change, que desde 2009 realiza mapeos de la calidad del aire en barrios o calles concretas de ciudades como Londres por medio de voluntarios que monitorean los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) con medidores instalados en sus casas durante seis meses. Con los datos, Mapping for Change obtiene una imagen detallada de la situación, genera mapas comunitarios que se puede consultar en la web y propone soluciones con los vecinos o comunidades afectadas.

El proyecto xAire de Barcelona ha sido más ambicioso en número de puntos de medida y en la implicación de todos los barrios de una ciudad. Se instalaron simultáneamente 810 medidores pasivos de NO_2 en diferentes zonas de 10 distritos de Barcelona, una de las ciudades que tiene mayor densidad de vehículos de Europa, gracias a la participación de 1.672 personas. Una movilización nunca conseguida en experiencias previas, ni en Barcelona, ni en cualquier otra ciudad.

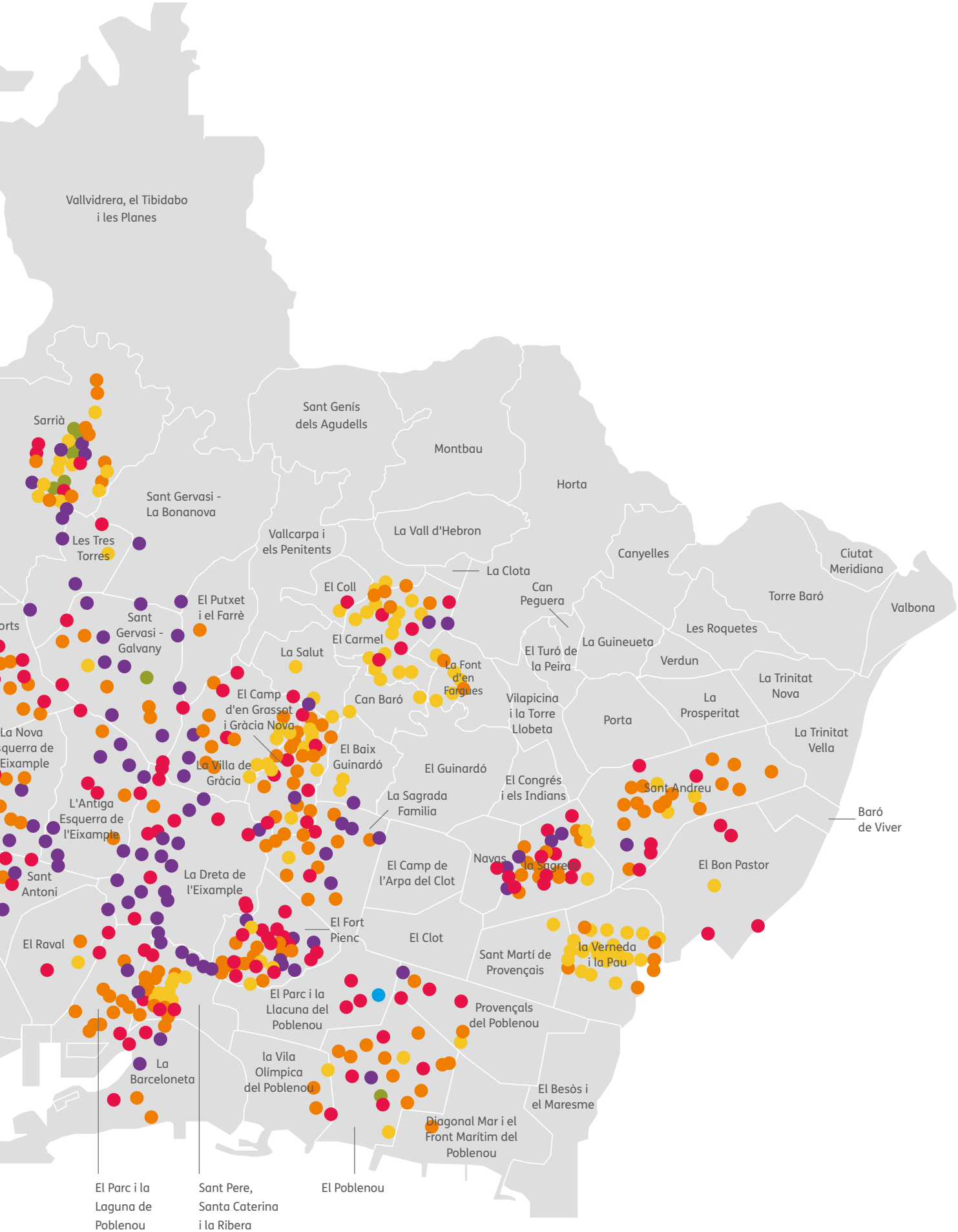
Figura 28. **Mapa de la contaminación de Barcelona del proyecto xAire (2018)**

Concentración de NO_2 del 16 de febrero al 16 de marzo de 2018



Fuente: Proyecto xAire.

Versión online en mayor detalle del mapa disponible en **https://xaire.communitymaps.org.uk/welcome** y en **https://estaciociutat.org**


Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes
Sarrià
Sant Genís dels Agudells
Montbau
Horta
Sant Gervasi - La Bonanova
Vallcarpa i els Penitents
La Vall d'Hebron
Les Tres Torres
La Clota
Canyelles
Ciutat Meridiana
El Coll
Can Peguera
Torre Baró
Valbona
El Putxet i el Farrè
Sant Gervasi - Galvany
El Carmel
La Salut
La Font d'en Fargues
El Turó de la Peira
La Guineueta
Les Roquetes
Verdun
La Trinitat Nova
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova
Can Baró
Vilapicina i la Torre Llobeta
La Prosperitat
Porta
La Nova Esquerra de l'Eixample
El Baix Guinardó
La Trinitat Vella
La Vila de Gràcia
El Guinardó
El Congrés i els Indians
Sant Andreu
La Sagrada Familia
L'Antiga Esquerra de l'Eixample
Baró de Viver
Navas
la Sagrera
El Bon Pastor
Sant Antoni
La Dreta de l'Eixample
El Camp de l'Arpa del Clot
El Fort Pienc
El Clot
El Raval
Sant Martí de Provençals
la Verneda i la Pau
El Parc i la Llacuna del Poblenou
Provençals del Poblenou
La Barceloneta
la Vila Olímpica del Poblenou
El Besòs i el Maresme
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou
El Parc i la Laguna de Poblenou
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera
El Poblenou

> El proyecto xAire ha introducido el concepto innovador de la ciencia ciudadana al hacer partícipes del proceso científico a familias y estudiantes de Barcelona, incluso dejándoles decidir dónde instalar los medidores

La acción de instalación de medidores de NO_2 se ejecutó conjuntamente el 16 de febrero de 2018 e implicó a estudiantes de primaria de 20 escuelas (dos por cada distrito de la ciudad), profesorado y familias del alumnado. Los participantes se encargaron de elegir los puntos (colegios, parques, rutas escolares, zonas residenciales, etc.) donde querían realizar las mediciones e instalar los tubos de difusión, bajo la supervisión y asesoramiento de los técnicos, abarcando un 10% del área urbana. Un mes después, se recogieron 727 dispositivos (algunos se habían deteriorado o extraviado) y se procedió al análisis de los resultados, generándose mapas de contaminación de NO_2 que acompañan un trabajo científico multidisciplinario.

Instalación de medidores de NO_2 en Barcelona en el marco del proyecto xAire 2018.

Algunos de los datos son especialmente significativos: se ha comprobado que hay grandes fluctuaciones de este contaminante entre unas calles y otras respecto a los niveles de dióxido de nitrógeno, hasta el punto de que una calle puede triplicar el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), mientras que otra a escasa distancia está dentro de los niveles permitidos. También se han identificado variaciones importantes entre distintas escuelas, y entre las mediciones realizadas en las escuelas y el barrio donde están ubicadas.

El proyecto xAire ha introducido el concepto innovador de la ciencia ciudadana al hacer partícipes del proceso científico a familias y estudiantes de Barcelona, incluso dejándoles decidir dónde instalar los medidores. El carácter social del proyecto también ha facilitado reflexiones colectivas y públicas sobre los datos obtenidos. Además, se ha demostrado que es factible recoger datos masivos sobre contaminación del aire con bajo coste económico, información muy valiosa para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Después de depurar, tratar y geolocalizar los datos recogidos, en otoño de 2018, el equipo científico dio a conocer los resultados a los participantes de xAire y al resto de la ciudadanía de Barcelona. Los datos permanecen accesibles como open data para facilitar que la comunidad científica pueda utilizarlos, ampliarlos y seguir analizando el impacto de la contaminación del aire en las ciudades.

Sensores de bajo coste para el ozono

El proyecto Captor, financiado por la UE, también involucra a la ciudadanía con el objetivo de recabar datos, en este caso sobre el ozono troposférico. Este gas se forma en la baja atmósfera al combinarse la radiación solar con contaminantes del tráfico rodado, las grandes centrales termoeléctricas y determinadas actividades industriales, y afecta de forma especial a las áreas suburbanas y rurales influenciadas por la contaminación urbana. Con sensores de ozono de bajo coste, actualmente se recogen datos en tres regiones europeas muy afectadas (Cataluña en España, Valle del Poo en Italia y tres regiones de Austria). Como en xAire, voluntarios los instalan en puntos concretos y la información se utiliza para crear mapas de contaminación por ozono muy precisos. En España se han distribuido en 20 puntos del área comprendida entre Barcelona y Plana de Vic, la zona más afectada por esta forma de polución. Es una iniciativa impulsada por la organización Ecologistas en Acción, en la que participan universidades, centros de investigación, sindicatos y plataformas de vecinos.

Tubo de difusión como medidor pasivo de NO2 empleado en el proyecto xAire en Barcelona.

CIUDADANOS: DE LAS MOVILIZACIONES A LA ELECCIÓN PERSONAL

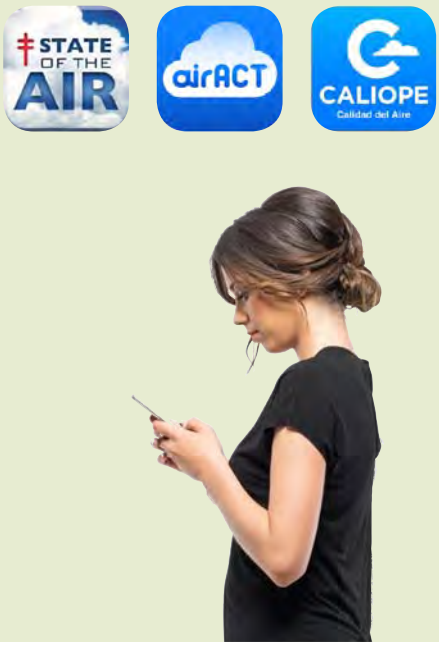
Aunque no es la única forma de actuar contra la contaminación atmosférica, pero para muchos lo más efectivo sigue siendo protestar. Las organizaciones ecologistas tienen un importante papel a la hora de movilizar a la ciudadanía en lo referente a los temas ambientales en general y a la contaminación atmosférica en particular, casi siempre en relación con el cambio climático global. Según el Barómetro ambiental del CIS de 2016, el 15,2% de los ciudadanos se

APPS' EN EL MÓVIL POR UN AIRE LIMPIO

La Universidad Politécnica de Cataluña en colaboración con Ecologistas en Acción, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Guifi.net han desarrollado en 2018, en el marco del proyecto Captor, una 'app' para móviles: la AirACT, que permite conocer desde el teléfono móvil los niveles de ozono troposférico y otros contaminantes al momento. Sus alertas se han establecido en función de las recomendaciones de la OMS, de modo que los ciudadanos pueden saber el nivel de polución que hay por donde va a pasar según los datos recogidos en la estación de control municipal más próxima.

Hay más ejemplos de apps para teléfonos móviles en todo el mundo sobre control de calidad del aire (Caliope, Pollution, State of the Air, Air Report...) que utilizan métodos similares.

El siguiente paso será poder medir directamente en el móvil la calidad del aire. Ya hay varios desarrollos tecnológicos en este sentido, si bien algunos requieren instalar dispositivos en los puntos de muestreo que están aún en desarrollo. Samsung anunció en octubre de 2017 que prepara sensores para las pantallas que podrían detectar los contaminantes, si bien la principal incógnita es cómo conseguirá que el aire entre en la pantalla para las mediciones.



EL EJEMPLO DEL COLEGIO MONTSERRAT

Hace unos años en las puertas del Colegio Montserrat, en el distrito de Retiro, coincidíamos por las mañanas unos poquitos padres y profesores (como cinco en total) llevando a nuestros hijos en bici al cole o yendo al trabajo. Esto pasaba a pesar de que no todo estaba a favor: el camino, los tres km de media que nos separaban del cole, no eran fáciles. Pero todos coincidíamos en que esta opción era buena, eliminaba tráfico de entrada al colegio y sobre todo nos hacía disfrutar junto a nuestros hijos del camino. Empezábamos el día sin trasmitirles estrés: cualquiera que sea madre o padre sabrá de lo que hablo ("¡niño!, la chaqueta, que no llegamos..."). La bici era nuestra aliada, nos ayudaba al comienzo del día y esto no nos lo podíamos callar, había que contárselo al resto. Y se dieron una serie de circunstancias que hicieron que estas personas se acabasen organizando: coincidieron personas muy proactivas y el colegio apoyó la idea, se organizó el Grupo Biciclistas Montserrat. (...)

El primer paso fue crear un parking de bicis dentro del colegio, esto era una demanda histórica de los alumnos y una necesidad para evitar los robos que habitualmente se producían: ni un chico ni sus padres arriesgan su bici. Así que a dárselo mascado a la dirección del colegio: proyecto y presupuesto, la respuesta fue positiva, salió adelante. (...) En aquel momento no sabíamos la gran repercusión que iba a tener esa pequeña infraestructura. Para quien lea esto pensando en recorrer el mismo camino que no lo dude: ¡nuestro parking hoy es PEQUEÑO!

Animados por el resultado del curso anterior decidimos dos pasos más y fueron la web (gracias José, gracias) y el bicibús, los miembros del grupo leímos sobre el asunto y nos motivamos con la idea. Juntos el camino se hace mejor: es más divertido y más seguro. Tenéis mucha información en nuestra web, pero fundamentalmente se trata de quedar a una hora y todos juntos hacer el recorrido al cole, en cada esquina se van incorporando nuevas familias e incluso alumnos a cuyos padres no les hace gracia que vayan solos pero no les importa que lo hagan si van dentro del bicibús. (...)

Se crearon cuatro rutas y se estableció que los viernes es el día del bicibús. El resto de los días también vamos en bici pero digamos que no existe el compromiso de esperarnos, nos gusta esta forma porque es muy relajada. ¡¡¡Hoy en día somos 27 familias en el bicibús!!! Unos 75 entre personas y personitas. (...) Cómo veis es importante que toda la comunidad educativa esté implicada, o por lo menos facilita el asunto. Es importante señalar que se trata de una iniciativa de la comunidad educativa, que no del colegio, si el colegio tiene que poner esto en marcha se encontraría seguro con cientos de impedimentos legales y probablemente acabaría fracasando.

Extracto de texto escrito por Iván Azagra, como padre del colegio madrileño de Montserrat y parte del colectivo biciclistasmontserrat.es, publicado en el blog enbicipormadrid.es en 2013.

> Junto a las grandes organizaciones ambientales, surgen las plataformas ciudadanas por el 'aire limpio' que están extendiéndose a nivel local

informa de temas ambientales a través de estas organizaciones, siendo un 4,4% los que pertenecen a alguna.

En el caso de España, Ecologistas en Acción ha sido una de las más activas en cuanto al control de la calidad del aire, siendo una organización social que realiza los informes de calidad del aire exhaustivos desde que en 2003 hizo el primero sobre la Calidad del aire en las centrales termoeléctricas. A partir de 2005, cada año ha realizado una investigación bajo el título Informe Calidad del Aire en el Estado Español.

Junto a las grandes organizaciones ambientales, surgen las plataformas ciudadanas por el 'aire limpio' que están extendiéndose a nivel local. Su origen se remonta a hace ya 20 años. En España, destacan las creadas en Barcelona (Plataforma per la Qualitat de l'Aire, PQA), Valencia (València per l´aire), Gijón (Plataforma contra la Contaminación), el Bierzo (Bierzo Aire Limpio) o Madrid (Pacto Ciudadano por la Movilidad Sostenible). En muchas ocasiones estas plataformas, que agrupan a asociaciones de vecinos, ecologistas, científicos y técnicos, surgen como oposición a determinados proyectos (por una obra pública, la desaparición de un tranvía, la lucha contra una incineradora o una cementera o una industria muy contaminante), pero otras son proactivas a la hora de recabar datos y plantear soluciones para mejorar, en general, la calidad del aire.

Estocolmo

Londres

iStock.com/ DK Media

Peajes anticongestión

Ciudades como Londres, Estocolmo o Milán (un total de 15 urbes en el mundo) hace ya tiempo que cobran a los vehículos privados por entrar el centro. Es la medida que en España también promueve la Plataforma per la Qualitat de l'Aire (PQA) de Barcelona en su campaña ´Más salud, menos coches´ y que de momento no está en marcha en ninguna urbe española.

La PQA, en una campaña bajo el slogan de 'Más salud, menos coches', apuesta por el pago de un peaje de congestión que habría que abonar para conducir en la ciudad. Los resultados en otras ciudades han sido rápidos y contundentes: en Londres se redujo el tráfico un 30% en las primeras semanas y en Milán, un 31,1%. En la propuesta ciudadana de esta plataforma la recaudación se destinaría a la mejora del transporte público.

Zonas de Baja Emisión

La creación de Zonas de Baja Emisión busca delimitar áreas donde se restringe el acceso de los vehículos en función de sus emisiones contaminantes. Actualmente, 232 ciudades europeas tienen una Zona de Baja Emisión activa, algunas desde los años 90. En Barcelona se ha restringido el uso de vehículos muy contaminantes solamente en días con altos registros de contaminación, pero desde la plataforma PQA se impulsa su implantación continua porque considera que reduce de forma importante el parque circulante de vehículos diésel, los más contaminantes, y por tanto mejora la calidad del aire.

Valencia

Un anillo limpio para pasear

Identificar 'anillos para pasear' con aire limpio es otra de las iniciativas en marcha, en este caso por Valencia Per l'aire. La acción ha surgido en el barrio de Tres Forques con objeto de medir la contaminación para establecer un recorrido peatonal pensado para caminar con bajos niveles de contaminación atmosférica.

Al colegio en bicicleta

Cientos de colegios de toda Europa, también de toda España, se han unido a la iniciativa europea del Proyecto Stars para fomento del uso de la bicicleta en los trayectos escolares. La iniciativa para participar surge en los propios centros escolares, que reciben ayuda para impulsar con diferentes medias que los alumnos de entre 6 y 19 años vayan a clase a pie o en bicicleta. Solamente en Madrid, 50 centros de primaria y secundaria forman parte de este proyecto Stars que impulsa la movilidad sostenible y, además, promueve la educación ambiental. Cada colegio o instituto diseña actividades y un diseño de acceso cuyo fin es que cambie, al menos, el 5% del uso del coche privado por la bicicleta o caminar. Se proponen medidas formativas, se promueven carriles-bici en los accesos, se pintan calles como 'rutas seguras', se crean aparcamientos para bicicletas, etc. En la actualidad participan centros de 14 ciudades españolas.

Figura 29. **Evolución del uso de la bicicleta en España**

	2008	2009	2010	2011	2015	2017
Usuarios	**41,3**	**38,7**	**40,0**	**40,3**	**49,6**	**48,2**
Semanalmente	12,7	16,9	18,5	19,9	25,0	22,5
Sólo los fines de semana	6,3	4,7	6,3	6,8	8,2	8,2
Alguna vez al mes	6,3	6,6	7,4	8,6	11,3	12,2
Menor frecuencia	**16,0**	**10,5**	**7,8**	**5,0**	**5,1**	**5,3**
No usuarios	58,7	61,3	60,0	59,6	50,4	51,9
Nunca o casi nunca	46,5	50,9	49,5	47,1	39,6	40,6
No sabe montar	12,2	10,4	10,5	12,5	10,8	11,3

* En todas las ediciones, el trabajo de campo se ha llevado a cabo antes de las vacaciones de verano, salvo en 2015, cuando se desarrolló en septiembre.
** Sin contar los que la usan sólo los fines de semana.

Fuente: Barómetro de la Bicicleta en España 2017.

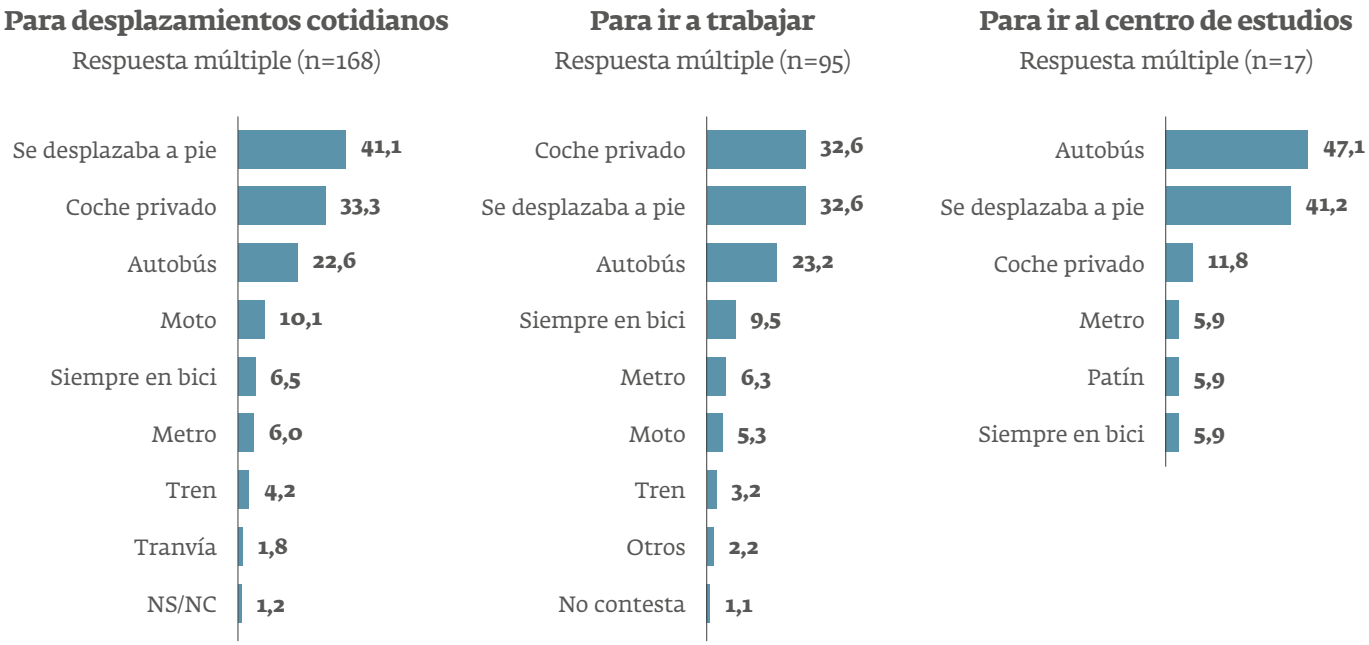
Uno de los indicadores que muestra cómo en España una parte de la ciudadanía está cambiado sus comportamientos de movilidad por elección propia en los últimos años es justamente el uso de la bicicleta para desplazarse de forma cotidiana.

El último Barómetro de la Bicicleta en España 2017, elaborado por La Red de Ciudades por la Bicicleta, detalla que casi la mitad de los españoles de entre 12 y 79 años (19 millones) utiliza este vehículo de dos ruedas con alguna frecuencia. Son 3,5 millones más que en 2009. Según esta encuesta, un 14,6% declara que usa la bicicleta alguna vez a la semana, si bien sólo un 7% la utiliza cada día.

De hecho, según EcoCounter, una empresa internacional especializada en el conteo de ciclistas, que publica el Índice Mundial de Ciclismo, España fue el país donde más aumentó el uso de la bicicleta en 2015 (un 8%). A nivel mundial, en 2015 hubo un aumento del 3%, es decir, 4,6 millones de viajes más en bicicleta. Como motivo para moverse pedaleando, los ciudadanos aducen el medio ambiente como tercera razón, después del deporte y la salud.

Figura 30. **¿Qué medio de transporte utilizaba antes de usar la bicicleta...?**

Fuente: Barómetro de la Bicicleta en España 2017.



Aparte de caminar, montar en bici o subirse al transporte público, el ciudadano también puede mostrar sus preferencias a la hora de comprarse un coche, optando por un modelo híbrido o eléctrico para reducir las emisiones en la ciudad. Según Anfac (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones), en junio de 2018 se registraba un incremento en las ventas de vehículos eléctricos del 103% respecto a los cinco primeros meses del año anterior. Son cifras para el optimismo, si bien se parte de números muy bajos en relación con el entorno europeo: en 2017, eran 23.215 de los 30 millones de automóviles matriculados. También las ventas de coches híbridos aumentan –hasta un 39,42% en el primer semestre de 2018– siendo ya el 5,7% de todos los turismos que se matriculan en España, tendencias que se observan con optimismo dado que reducen hasta un 80% la contaminación atmosférica.

Aparte de caminar, montar en bici o subirse al transporte público, el ciudadano también puede mostrar sus preferencias a la hora de comprarse un coche, optando por un modelo híbrido o eléctrico para reducir las emisiones en la ciudad

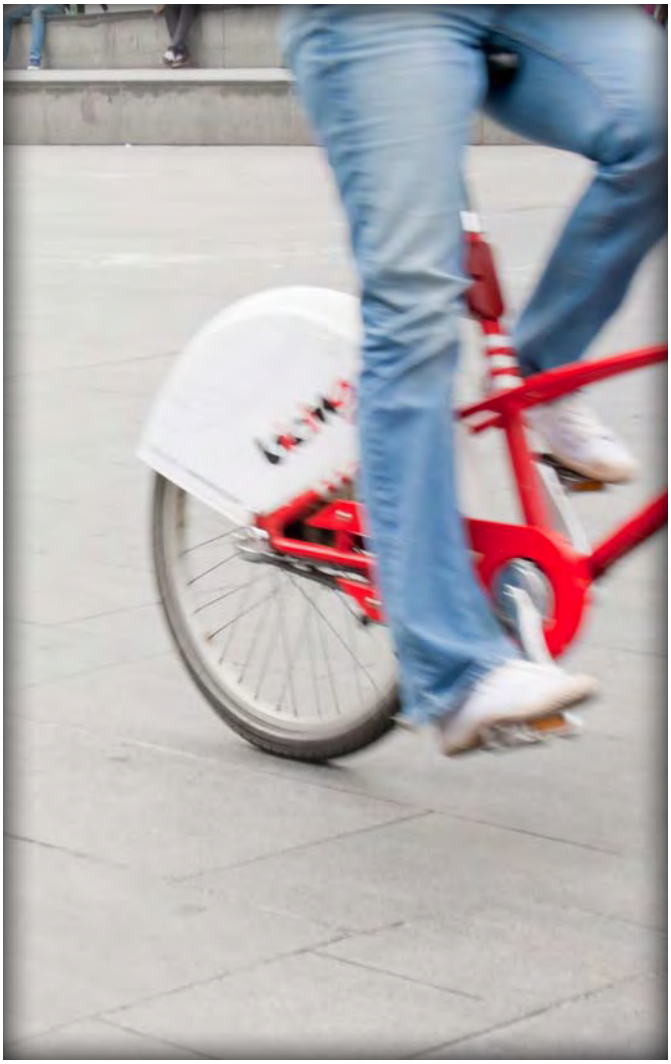
Figura 31. **Matriculaciones de vehículos eléctricos (mayo 2018)**

Comunidad	Mayo 2018	Mayo 2017	Variación %	Acumulado 2018	Acumulado 2017	Variación %
Andalucía	51	18	183,33%	230	87	167,37%
Aragón	13	5	160%	50	20	150%
Asturias	5	5	0%	35	21	66,67%
Baleares	26	19	36,84%	120	106	13,21%
Canarias	31	13	138,46%	136	82	65,85%
Cantabria	6	3	100%	28	10	180%
Castilla La Mancha	19	20	-5%	98	67	46,27%
Castilla León	8	9	-11,11%	82	30	173,33%
Cataluña	125	174	-28%	890	607	46,62%
Ceuta y Melilla	1	0	-	5	3	66,67%
Comunidad Valenciana	44	34	29,41%	256	76	236,84%
Extremadura	4	17	-76,475	19	22	-13,64%
Galicia	18	11	63,64%	116	39	197,44%
La Rioja	2	3	33,33%	10	8	25%
Madrid	489	211	131,75%	2.200	891	146,91%
Murcia	10	12	-16,67%	55	20	175%
Navarra	2	4	-50%	18	12	50%
País vasco	23	15	53,33%	121	95	27,37%
TOTAL CCAA	**877**	**573**	**53,05%**	**4.469**	**2.196**	**103,51%**

Fuente: Anfac

El nuevo modelo de 'car-sharing'

El 'car-sharing' es un sistema de movilidad alternativo para reducir la contaminación y los atascos que ya es habitual en ciudades como Madrid, Barcelona, Sevilla y Bilbao. Consiste en alquilar un vehículo –a menudo ya eléctrico– a través de una 'app' de un teléfono móvil, subiéndose al coche libre que esté aparcado más cerca y dejándolo en cualquier punto de la ciudad después de utilizarlo. Datos presentados en la última conferencia de la Asociación Española de Car-Sharing (AEC) señalan que hay ya 400.000 clientes registrados en el país, el 2,5% de la población con carné de conducir. Gran parte se concentra en grandes áreas urbanas, como Madrid (entre las empresas especializadas Car2Go y Emov ya superan los 250.000 usuarios) y Barcelona. La AEC ha registrado un incremento del 15,5% en el uso del transporte público y un decrecimiento de más del 50% en el uso del coche particular entre usuarios de 'car-sharing', según datos presentados en la V Conferencia Española de Car-Sharing (Noviembre, 2017).



iStock.com/ percds

LAS EMPRESAS: DE LOS AUTOBUSES AL TELETRABAJO

En el sector empresarial se constatan también iniciativas para contribuir a mejorar la calidad del aire, tan diversas como la actividad a la que se dedican. A medida que se han alejado de las ciudades, la movilidad de los trabajadores y la de la propia actividad se ha convertido en los principales focos de contaminación atmosférica. Medidas como el fomento de videoconferencias, el teletrabajo, la jornada continua o la promoción del coche eléctrico son algunas de las que se están poniendo en marcha. Solo con la promoción del teletrabajo y las videoconferencias Iberdrola estima que evita unos 17.000 desplazamientos al año. Una investigación en la revista Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa sobre teletrabajo determina que, por término medio, un trabajador que dedique entre 1 y 2,5 días a teletrabajar se ahorrará entre 2.092 y 5.632,7 km anuales.

Transporte público gratis para empleados

La empresa Azucarera Ebro facilitaba aparcamiento gratuito a sus trabajadores/as en las oficinas del centro de Barcelona, pero tras trasladar las oficinas a la zona de Diagonal Mar, en un extremo de la ciudad, los representantes sindicales reclamaron un trato similar para los empleados que acudían en transporte público. Así fue como la compañía comenzó a pagar abonos de trasporte gratuito a estos trabajadores. Según el catálogo de buenas experiencias de movilidad en el trabajo de ISTAS-CCOO (año 2014), desde entonces el número de trabajadores que se desplazan al centro de trabajo en transporte público ha aumentado hasta los dos tercios de la plantilla, algunos combinándolo con el uso del 'bicing', el servicio de préstamo público de bicicletas de Barcelona.

Autobuses lanzaderas de transporte colectivo

Orange España tiene en marcha una política de autobuses lanzaderas como medio para el transporte colectivo de los 2.500 trabajadores de su centro en Pozuelo de Alarcón (Madrid). Tiene cinco rutas simultáneas que parten de distintos lugares y llegan con horarios adaptados a las entradas y salidas de los empleados. Es una medida que desde 2010 se complementa con la implantación de coche compartido mediante una aplicación en la intranet de la empresa que pone en contacto los usuarios de esta modalidad. Además, en la empresa se ha creado un grupo, el Orange Bike2Work, para juntar a quienes acceden al trabajo en bicicleta por varias rutas establecidas del extrarradio de Madrid y se ha llegado a un acuerdo con una empresa de bicicletas eléctricas para que haga descuentos sustanciosos a los trabajadores. Lo más reciente es un plan para implantar el teletrabajo.

Compartir coche en el puesto de trabajo

Otro de los ejemplos del catálogo de buenas experiencias de movilidad en el trabajo de ISTAS-CCOO (año 2015) es el de la empresa Denso, dedicada a la fabricación de componentes de automóviles en el polígono de Santa Ana (Manresa). Ante la falta de transporte público adecuado a sus horarios, la dirección de esta compañía (de 650 trabajadores), con la implicación de CCOO, impulsó el coche compartido entre sus empleados para disminuir el acceso mayoritario de vehículos con un solo ocupante. Para ello, comenzó reservando 15 plazas de estacionamiento cercanas a la puerta de acceso a fábrica para los coches con alta ocupación, un número que hubo que ampliar por la buena acogida de la medida. Para poder usar esas plazas, el coche debía estar ocupado como mínimo por dos personas que no residieran en el mismo domicilio, recibiendo un ticket verde como distintivo en la entrada. La empresa también premiaba con vales de gasolina a las personas que acumulan más tickets verdes.

Coches eléctricos empresariales

Si bien los vehículos diésel son los preferidos en el parque de empresas, suponiendo el 91,2% del total, cada año aumentan las compras de los híbridos, la combinación gasolina y motor eléctrico, con casi 9.600 matriculaciones en 2016, según el informe de Observatorio del Vehículo de Empresa. Ese año el coche 100% eléctrico sumó 606 unidades nuevas más que el año 2015 por las empresas. Del total en España, los coches eléctricos empresariales suponen el 62% de las matriculaciones totales.

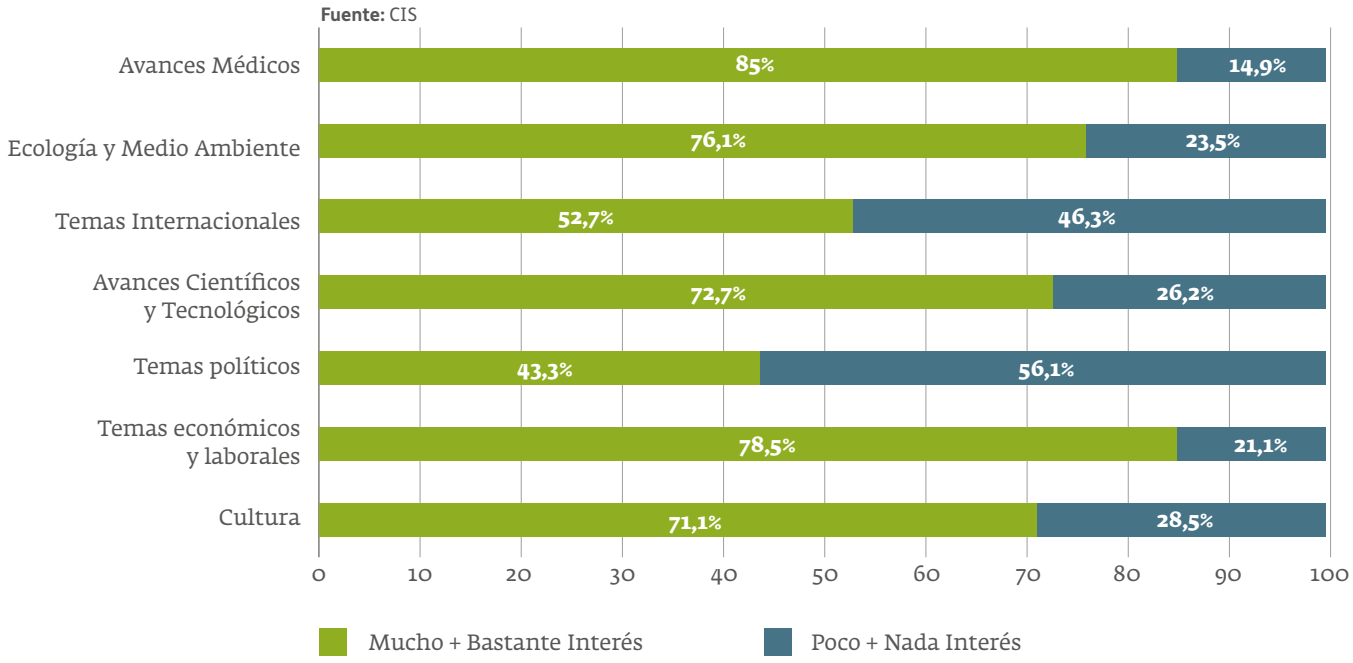
LOS COCHES QUE 'VIGILAN' EL AIRE

Una alternativa a los dispositivos fijos de monitoreo de la calidad del aire son los vehículos. La Universidad de Texas y Aclima (una compañía de sensores ambientales) instalaron dispositivos en dos automóviles de Google Street View en la ciudad de Oakland (California) durante un año. Los vehículos pudieron medir los niveles de carbono negro, óxido nítrico y dióxido de nitrógeno y recolectaron un total de tres millones de puntos de datos. Los resultados mostraron que el tráfico, la hora del día y otras variables generan grandes cambios en los niveles de contaminación cerca de autopistas, puentes e incluso restaurantes de 'comida rápida', aumentando la 'amenaza invisible' que supone la polución. Los datos se usaron también para crear mapas interactivos detallados con puntos rojos, naranjas y amarillos que indicaban los niveles de contaminación. Comprobaron que los colores cambiaban a menudo en diferentes momentos del día, la semana y el año. Ahora, Aclima, que quiere extender el estudio a otras ciudades de Norteamérica, se plantea colocar sus sistemas de muestreo de aire en autobuses urbanos y camiones de reparto y en puntos concretos de las principales ciudades para recopilar mediciones actualizadas de la contaminación del aire. Incluso se ha planteado incorporarlos a Google Maps y a otras aplicaciones de mapas para que los usuarios a través de sus móviles puedan saber los puntos críticos que deben evitar. La información podría permitir a los usuarios seleccionar una ruta 'online' con aire limpio o ayudar a buscar alojamiento o casa en áreas con poca contaminación.

EL EJEMPLO DE LA LEY ANTITABACO DE 2010

Pese a estos pasos, siguen siendo más las empresas que no tienen planes de movilidad y la gran mayoría de los ciudadanos continúa enganchada al coche privado. El informe de 2018 del Foro de Movilidad promovido por la empresa de 'renting' Alphabet (a partir de una encuesta con 3.500 muestras a nivel nacional) estima que el 61% de la población española utiliza cada día el vehículo particular para sus desplazamientos habituales, un 54% en ciudades como Madrid donde hay una extendida red de transporte público. La mayoría (60%) asegura que elige el medio de moverse por comodidad y sólo el 6% por razones ecológicas.

Figura 32. **Interés de los ciudadanos por noticias de diferentes temáticas (noviembre 2016)**



Barcelona

> La ciudadanía a menudo recibe incluso con rechazo las políticas para restringir el uso del coche privado. Sin embargo, existen ejemplos de cómo esta percepción cambia cuando se comienzan a percibir los resultados positivos

Los datos del CIS (Ecología y Sociedad, 2016) indican que una mayoría de los españoles no se considera bien informada sobre el medio ambiente: un 50,9% cree que está poco informado y un 7,8% nada informado sobre esta temática. Un 50,6% considera que falla la educación ambiental para aumentar el interés en problemas ambientales, mientras que un 25,2% echa en falta más noticias. Cuando se pregunta a los ciudadanos qué están dispuestos a hacer para bajar la contaminación (CIS, 2016) un 22,4% se muestra dispuesto a reducir consumo de electricidad o aire acondicionado y un 24% a utilizar más transporte público, pero solo el 12% limitaría el uso del vehículo privado, la principal causa de contaminación del aire en las ciudades.

La ciudadanía a menudo recibe incluso con rechazo las políticas para restringir el uso del coche privado. Sin embargo, existen ejemplos de cómo esta percepción cambia cuando se comienzan a percibir los resultados positivos. Esto se ha dado incluso cuando se ha obligado a pagar al ciudadano por algo que antes realizaba gratis. Como se incide en el informe de 2018 Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea), en el caso de Estocolmo, el apoyo social a los peajes de congestión pasó del 30% antes de la aplicación a un 70% un año después de ponerlos en funcionamiento. Para los autores de este análisis, los peajes de congestión en el centro de las ciudades pueden ser una solución eficaz también en ciudades como Barcelona o Madrid, no obstante, destacan que este tipo de medidas requiere de una cierta valentía política.

Relacionada con el aire que respiramos y la salud, en España existe un precedente interesante con la aprobación en 2010 de la Ley Antitabaco, que prohibió fumar en los espacios públicos cerrados y al principio generó numerosas protestas ante las posibles multas por incumplimiento. Antes de su aprobación, el Club Fumadores por la Tolerancia recogió 500.367 firmas contra la prohibición total de fumar en espacios públicos. Ocho años más tarde, una encuesta (con 10.171 participantes, fumadores y no fumadores) de la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria realizada con motivo de la Semana Sin Humo de 2018 señalaba que el 64% de los españoles encuestados está a favor de una Ley antitabaco más restrictiva que prohíba fumar en lugares públicos como estadios deportivos, piscinas o centros comerciales abiertos. Un 60,8% está de acuerdo con prohibir el tabaco en los vehículos privados y un 77,3% con prohibirlo en los coches en los que viajen niños. En las respuestas no hay diferencias significativas entre los fumadores y no fumadores.

Este ejemplo relacionado con la salud parece más efectivo para luchar contra contaminación del aire que otros argumentos de índole más ambiental. Prueba de ello es esta cuña publicitaria difundida en la radio en junio de 2018 por la marca Toyota España para promocionar sus coches híbridos: “La Ley Antitabaco, esa que tanto revuelo causó. La misma por la que ahora tenemos espacios públicos libres de humo. Y hablando de humo, ¿qué piensas de los protocolos anti-contaminación?...”.

Bibliografía

CAPÍTULO 1

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Evaluación de la calidad del aire en España 2016. Diciembre de 2017
http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2016_tcm30-431898.pdf

Observatorio DKV de Salud y Medio Ambiente (nº2). Contaminación atmosférica y salud. 2010.
https://ecodes.org/salud-y-medio-ambiente-ecodes/observatorio-dkv-salud-y-medio-ambiente-2010

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. Marzo 2018.
http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-Contaminantes.aspx

Agencia Europea de Medio Ambiente. Air quality in Europe -2017 report.
https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017

Fundación Gas Natural Fenosa. Xavier Querol. La calidad del aire en las ciudades. Un reto mundial. Junio 2018.

Ecologistas en Acción. La calidad del aire en el Estado español durante 2017. Junio 2018.
https://www.ecologistasenaccion.org/?p=97539

Centro Estudios Ambientales del Mediterráneo . Informe Final Memoria Técnica Proyecto CONOZE. CONtaminación por OZono en España. Abril 2014.
http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Informe_t%C3%A9cnico_CONOZE%5B1%5D_tcm30-187899.pdf

AIRUSE. Xavier Querol, Fulvio Amato. Guide Book. Measures to improve urban air quality. Septiembre 2017.
http://www.cleanaircities.net/es/

AIRUSE. Low Emission Zones in North and Central Europe. Report R16. 2016.
http://airuse.eu/wp-content/uploads/2013/11/R16_AIRUSE-Low-Emission-Zones-CNE.pdf

Red de Control de Contaminación Atmosférica del Ayuntamiento de Valladolid (RCCAVA). Informe de evaluación del Plan de Acción en Situaciones de Alerta por Contaminación del aire urbano de Valladolid. 2017.

CAPÍTULO 2

CristinaLinares, IsabelFalcón, CristinaOrtiz, JulioDíaz. An Approach estimating the short-term effect of NO_2 on daily mortality in Spanish cities. 2018.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018301326

JulioDíaz, CristinaOrtiz, IsabelFalcón, CoralSalvador, Cristina Linares. Short-term effect of tropospheric ozone on daily mortality in Spain. 2018
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231018303698

CristinaOrtiz, CristinaLinares, RocioCarmona, JulioDíaz. Evaluation of short-term mortality attributable to particulate matter pollution in Spain. 2017
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116325611

Agencia Europea del Medio Ambiente. Air quality in Europe – 2016 .
https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016

Ortiz Burgos, Cristina María. Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica en Madrid sobre los ingresos hospitalarios en grupos de mayor vulnerabilidad. 2017
http://eprints.ucm.es/43959/

Culqui DR, Linares C, Ortiz C, Carmona R, Díaz J. Association between environmental factors and emergency hospital admissions due to Alzheimer's disease in Madrid. 2017
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28342386

Daniel Alvarez-Simón, Xavier Muñoz, Susana Gómez-Ollés, Miquel de Homdedeu, María-Dolores Untoria, María-Jesús Cruz. Effects of diesel exhaust particle exposure on a murine model of asthma due to soybean. 2017.
http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179569

Jiu Chiuan Chen MD, MPH, ScD, Xinhui Wang MS. Ambient air pollution and neurotoxicity on brain structure: Evidence from women's health initiative memory study. 2015.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ana.24460

Alvárez Pedrero M, Rivas I, López-Vicente M, Suades-Gozález, Donarie-Gozález, Caracha M de Castro, Esnaola M, Basagaña X, Dadvand P, Nieuwenhuijsen M, Sunyer J. Impact oof commuting exposure to traffic-related air pollution on cognitive development in children walking to school.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28866425

Marion Mortamais, Jesus Pujol, Barend L.van Drooge, Didac Maciàd, Gerard Martínez-Vilavella, Christelle Reynes, Robert Sabatier, Ioar Rivas, Joan Grimalt, Joan Forns, Mar Alvarez-Pedrerol, Xavier Querol, Jordi Sunyer. Effect of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons on basal ganglia and attention-deficit hyperactivity disorder symptoms in primary school children. 2017.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017300685

Fernández-Navarro P, García-Pérez J, Ramis R, Boldo E, López-Abente G. Industrial pollution and cancer in Spain: An important public health issue. 2017.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28889025

Julio Díaz, Virginia Arroyo, Cristina Ortiz, Rocío Carmona, Cristina Linares. Effect of Environmental Factors on Low Weight in Non-Premature Births: A Time Series Analysis. 2016
http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0164741

CAPÍTULO 3

Concello de Pontevedra. X. César Mosquera. Pontevedra. Otra movilidad otra ciudad. La experiencia de transformación 1999-2015.

Centro de Estudios Ambientales. Informe de Evaluación del Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público y del Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria-Gasteiz. 2006-2016. Una década de cambios en la movilidad de Vitoria-Gasteiz.
http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/especial/2017/0406/PMSEP_evaluacion_2017.pdf

Boletines Agenda 21 de Vitoria-Gasteiz de 2008 a 2018.
https://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=_cd7e443_12210c43e5f__7fa6

Programa de la Bicicleta Sevilla 2020. Septiembre 2017.
http://www.urbanismosevilla.org/areas/sostenibilidad-innovacion/sevilla-en-bici/ficheros/pdfs/programa-de-la-bicicleta-sevilla-2020/programa-de-la-bicicleta-sevilla-2020

Antonio Morcillo San Juan. Valor del bosque urbano en Madrid. 2018.

Madrid. Observatorio. Encuesta de calidad de vida y satisfacción con los servicios públicos de la ciudad de Madrid de 2017
http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Observatorio-de-la-Ciudad/Percepcion-Ciudadana/Edicion-2017/?vgnextfmt=default&vgnextoid=ba643225968b1610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnextchannel=f22ff49c4495d310VgnVCM2000000c205a0aRCRD

CAPÍTULO 4

Eurobarómetro Ambiental de la UE (2017)
https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/S2156_88_1_468_ENG

Ecologistas en Acción. Informe contaminación por ozono 2017
https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-ozono-2017.pdf

Ecologistas en Acción. Informe sobre la calidad del aire en el Estado Español (2017)
https://www.ecologistasenaccion.org/?p=34571

Proyecto Captor de la UE
https://www.captor-project.eu/es/

High-Resolution Air Pollution Mapping with Google Street View Cars: Exploiting Big Data:
https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.7b00891

Alphabet. Radiografía de los Hábitos de Movilidad de los Españoles 2017
https://www.alphabet.com/files/2018-01/final_foro_movilidad_2017-es-es-1.pdf

Web del Proyecto Europeo Stars- España
http://www.xn--starsespaa-19a.com/

FEDEA Policy Papers. Atascos y contaminación en las grandes ciudades (2018)
http://documentos.fedea.net/pubs/fpp/2018/05/FPP2018-04.pdf

Red de Ciudades por la Bicicleta. Barómetro de la Bicicleta en España 2017. http://www.ciudadesporlabicicleta.org/wp-content/uploads/2017/11/RCxB-Bar%C3%B3metro-de-la-Bicicleta-en-Espa%C3%B1a-2017-Informe.pdf

DISCLOSURE INSIGHT ACTION
https://www.cdp.net/en

CCOO. Una movilidad al trabajo sostenible (2014)
http://www.istas.net/web/abreenlace.asp?idenlace=9866

CCOO-ISTAS. Guía de movilidad sostenible al trabajo (2015)
http://www.ccoo.es/0a0a4a4c3fb452a85ad7f4d29847fb06000001.pdf

Glosario de términos

Aire: mezcla gaseosa que respiramos y que está compuesta de forma básica por alrededor de un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de argón, aparte de otros gases en cantidad muy reducidas como neón, helio, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua...

Benzo(a)pireno (BAP): hidrocarburo aromático polinuclear (HAP) de cinco anillos que se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. Se forma durante la pirólisis o combustión incompleta de materia orgánica. Se encuentra presente en el humo de automóviles (especialmente los de motor Diesel), humo de tabaco, humo de chimeneas y combustión de maderas, entre otros.

Carcinógeno: cualquier sustancia que causa cáncer.

CO: monóxido de carbono.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos con oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre y nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, pentano, etano, benceno, n-pentano.... Cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono (a nivel del suelo o troposférico).

Contaminación atmosférica: presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, provocando daños a la salud humana y a los ecosistemas.

Contaminantes primarios: son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera por sus fuentes y permanecen en ella con la misma composición con la que fueron emitidos.

Contaminantes secundarios: son aquellos que surgen como el producto de reacciones químicas que tienen lugar en el seno de la atmósfera. Las sustancias que los originan se denominan precursores.

EPOC: la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad crónica inflamatoria de los pulmones que obstruye el flujo de aire desde los pulmones. Los síntomas incluyen dificultad para respirar, tos, producción de mucosidad (esputo) y silbido al respirar. Es causada por la exposición a largo plazo a gases o partículas irritantes, en la mayoría de los casos del humo de cigarrillo.

Funciones dosis-respuesta: para cuantificar los impactos en la salud humana ocasionados por la exposición de contaminantes se utilizan las funciones dosis-respuesta, también conocidas como concentración-respuesta. Estas evidencian la relación que se presenta entre una dosis y el porcentaje de población expuesta que manifiesta un determinado efecto.

Humos negros: partículas en suspensión medidas a partir del ennegrecimiento de un filtro por el que se ha hecho pasar el aire.

Metales pesados: un metal pesado se puede definir por su peso atómico, siendo un elemento químico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), o por su densidad, siendo esta de 4 g/cm³ hasta 7 g/cm³. No todos los metales de densidad alta son especialmente tóxicos en concentraciones normales. No obstante, hay algunos que pueden representar serios problemas: el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el talio (Tl), así como el cobre (Cu), zinc (Zn) y cromo (Cr).

Microgramo: milésima parte de un miligramo (µg).

Morbilidad: proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.

Muerte prematura: muerte que se produce antes de la edad promedio de fallecimiento en una población determinada.

NO_2: dióxido de nitrógeno.

N**Ox**: óxidos de nitrógeno. Se trata de un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO2). El término NOX se refiere a la combinación de ambas sustancias.

O_3: ozono.

PM_{10}: partículas en suspensión de menos de 10 micras (µ) de diámetro.

$PM_{2,5}$: partículas en suspensión de menos de 2,5 micras (µ) de diámetro.

Reparto modal: indicador de la movilidad en una ciudad. Refleja los porcentajes de desplazamientos que se realizan en los diferentes medios de transporte, incluyendo el modo peatonal.

SO_2: dióxido de azufre.

Tráfico de agitación: circulación de vehículos buscando un aparcamiento.

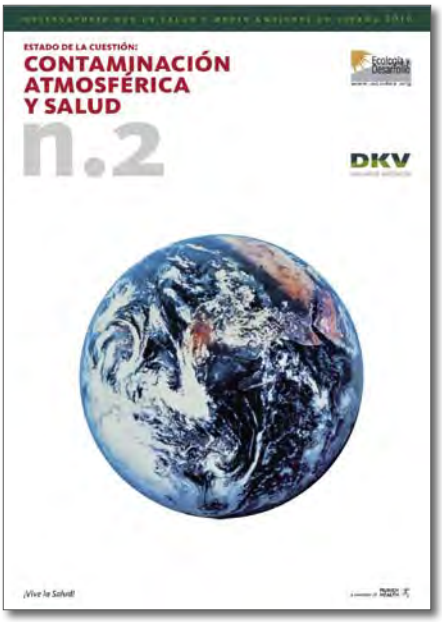
Tráfico evaporado o tráfico suprimido: fenómeno que hace que, cuando la capacidad de una vía se reduce (por ampliar las aceras o suprimir los carriles, por ejemplo) se observa la desaparición de una proporción del tráfico, suponiendo una reducción de la congestión en contra de lo que se podría esperar.

Zonas Baja en Emisiones (ZBE): las zonas de bajas emisiones (LEZ, en sus siglas en inglés) son aquellas áreas en las que se requieren estándares de emisión para vehículos y en las que se prohíbe el acceso a vehículos que no cumplan dichos estándares. Algunas zonas LEZ incluyen únicamente cierta clase de vehículos (vehículos comerciales ligeros o vehículos pesados), otras incluyen todos los vehículos que entran en la zona.

Colecciona y descarga los Observatorios de Salud y medio ambiente DKV: dkvseguros.es/observatorio

2008

2010



2012

2013

2014

2015

2015

2016

2017

2017

2017

OXFAM Intermón

Uno de los compromisos de DKV con la sociedad es la colaboración desde 1998 con esta organización que actúa en el Tercer Mundo.

cero CO_2

DKV ha calculado y compensado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por su actividad durante el año 2017 y se ha comprometido a seguir reduciéndolas.

FSC

FSC España ha puesto en marcha el proyecto Gestión Forestal Responsable: conservación de los Bosques y Desarrollo Rural, enmarcado dentro del Programa Empleaverde 2007-2013 de la Fundación Biodiversidad.

unespa ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DEL SEGURO

Estamos adheridos a las Guías de Buenas Prácticas de Unespa. Para más información consulta nuestra web.

NAPM APPROVED RECYCLED

Este impreso está realizado sobre papel reciclado. DKV colabora en la conservación del medio ambiente.

España GREAT PLACE TO WORK® 2017 Best Workplaces™

Séptima posición en el ranking de las mejores empresas para trabajar de entre 500 y 1.000 empleados.

EMPRESA SALUDABLE

Primer Premio en la IV Edición de los Premios Empresa Saludable de Observatorio HR

EXCELENCIA EUROPEA 500+ PUNTOS EFQM

Empresa excelente

LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN LEED GOLD 2015

Empresa sostenible

AENOR conform

Empresa saludable

efr certificado en conciliación empresa grande ES-137 / 01-2013 / DNV

Empresa familiarmente responsable

THE GLOBAL COMPACT WE SUPPORT Red Pacto Mundial España

UNE-EN-ISO 14001

EMAS VERIFIED ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Gestión ética y socialmente responsable SGE21 Forética

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN SGE 21 DNV

Síguenos en