

## EXTERNALIDADES II: LA CONTAMINACIÓN

- 9.1 Tres en uno: Cambio climático, contaminación local y dependencia energética
- 9.2 ¿Quién contamina?
- 9.3 ¿Cómo se está afrontando el problema de la contaminación?
- 9.4 ¿Un problema de movilidad o un problema tecnológico?
- 9.5 Contaminación acústica.
- 9.6 Costes y beneficios.
- 9.7 Cambio de paradigma.
- 9.8 Ideas clave

*La contaminación atmosférica se ha convertido en el último y principal problema o externalidad achacada al la motorización, por encima de la accidentalidad, al superar con mucho respecto a esta última los efectos inmediatos sobre la salud de los residentes urbanos, y los potenciales desastres que generará el cambio climático.*

*Además de la contribución a la contaminación global al efecto invernadero y su causalidad en el previsible cambio climático -GEI), existen pruebas más que suficientes de los efectos de contaminación local debido a otros elementos que respiramos junto con el polvo ambiental.*

*Las enfermedades y muertes prematuras generados por dicha contaminación han dado como resultado una directiva europea<sup>1</sup> que identifica aquellas ciudades o metrópolis que superan los parámetros máximos permitidos según la OMS, obligando a sus*

*respectivos administradores a desarrollar medidas para reducirla de forma efectiva en los próximos años.*

*Deben ponerse en contexto, sin embargo quien y cómo se causa la contaminación para comprender también cuales son las escalas de responsabilidad y posibilidades de actuación.*

*Los problemas comentados son motivación más que suficiente para inducir a cambios que además deberían ser acelerados para intentar minimizar en la medida de los posible los resultados.*

*Estos objetivos que implica también una transición energética drástica hacia fuentes renovables, incluso beneficiarían enormemente la estabilidad económica de los respectivos países y la reducción de conflictos.*

*Sin embargo, las promesas de crecimiento económico permanente (PIB) y las estructuras de poder y decisión chocan de frente con las necesidades de cambio estructural que se están requiriendo.*

*Frente a necesidades muy amplias de recursos, se dispone de poca información para priorizar unas sobre otras, apostando por algunas cuyo resultado es limitado o simplemente desconocido.*

*Las medidas tienden a ser sobre todo coercitivas antes que disuasivas o implicativas, dificultándose ese cambio acelerado que sería conveniente conseguir en poco tiempo.*

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

### 9.1 Tres en uno: cambio climático, contaminación local y dependencia energética

Si algo tienen de bueno los esfuerzos invertidos en reducir la contaminación derivada de la automoción debido a los motores de combustión interna, es que permite solucionar varios problemas a la vez.

- Contribuye a la reducción de los **gases de efecto invernadero** (GEI) y, su parece ya clara, causalidad en el cambio climático.
- Reduce los problemas de salud asociados a la **contaminación local** y los costes sociales que conlleva.
- Contribuye a la salud económica del país al reducir la **dependencia energética** del petróleo.

La reducción de los costes energéticos familiares o individuales sería otro aspecto que se trata en el capítulo siguiente. El panorama final, sin embargo, todavía es una incógnita debido a las

incertezas se manifiestan.

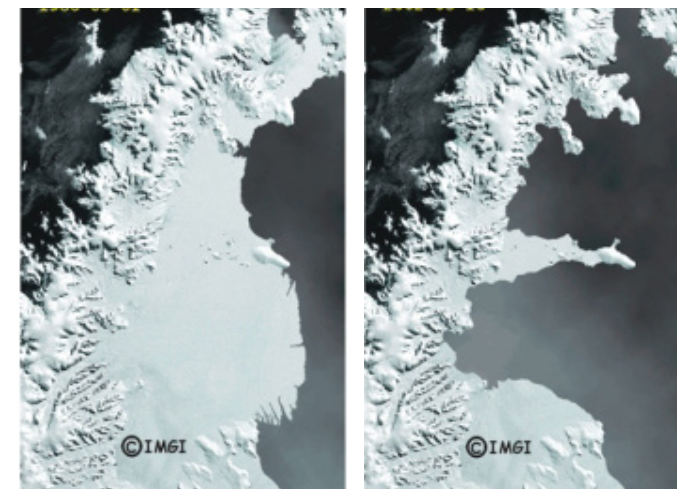
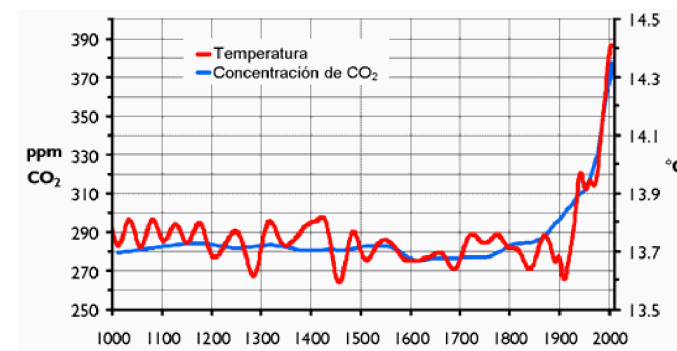
Para aquellos que se acercan por primera vez a estos temas, se desarrolla aquí algunos conceptos básicos para familiarizarse con ellos y con el lenguaje utilizado en este capítulo.

Cuando hablamos de emisiones generadas por el transporte, se debe diferenciar entre aquellas que contribuyen al cambio climático y aquellas que afectan de forma directa a la salud humana por un empobrecimiento de la calidad del aire. Las primeras están constituidas por las emisiones de CO<sub>2</sub> y derivados que contribuyen al efecto invernadero. Las segundas incluyen gases (óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), y partículas diversas (PM) que no son más que residuos de la combustión entre otros, que pueden estar en suspensión en el aire que respiramos directamente debido a los propios vehículos. Ambas son importantes, pero responden a fenómenos distintos.

#### a) Gases de efecto invernadero (GEI)

Existe una relación directa entre el consumo energético de combustibles derivados del

Figura 9.1: Evolución de la temperatura media de la Tierra  
Figura 9.2: Reducción masa hielo en Antártida (1986-2002)  
Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos52/cambio-climatico/cambio-climatico2.shtml>



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

petróleo y el CO<sub>2</sub> <sup>[1]</sup> liberado a la atmósfera, cuyo impacto en el calentamiento global se confirma en el incremento de la temperatura global de la tierra (Figura 9.1). En realidad el transporte es responsable de la emisión de tres tipos de GEI: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, todos ellos homogeneizados bajo el concepto de CO<sub>2</sub> equivalente.

Si bien no tiene impacto directo en la salud (a menos que no se produzca muerte por asfixia en lugares cerrados), se prevé en un futuro incierto un impacto catastrófico en términos económicos y humanos debido a los efectos que van a generar las catástrofes climáticas :

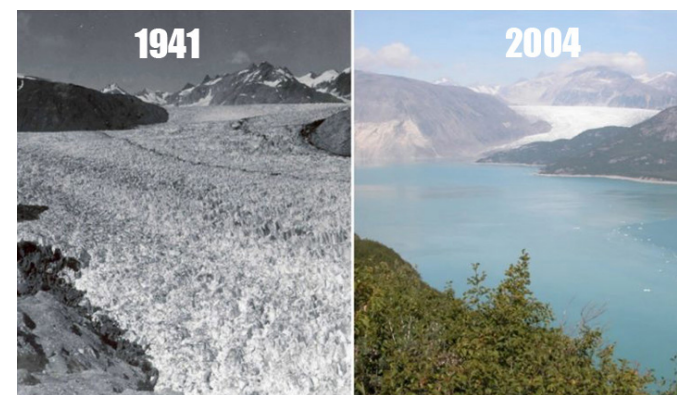
- Aumento generalizado de las temperaturas y la aridez.
- Inundación de grandes zonas costeras por la subida del nivel del mar producida por el deshielo de la Antártida y Groenlandia.
- Aumento en la intensidad de los desastres naturales como consecuencia de la disipación del exceso de energía contenida en la atmósfera.
- Extinción masiva de muchas especies de animales y plantas.
- Inseguridad alimentaria, puesto que muchas tierras dejarán de ser aptas para la agricultura.

- Desplazamiento de millones de personas por las hambrunas.
- Resentimiento de sectores económicos básicos

Los humanos, sin embargo, tendemos a olvidar cuan frágil es nuestro nivel de vida actual frente a cambios bruscos de la naturaleza, como se suele ver constantemente ante fenómenos meteorológicos intensos pero puntuales.

Existen otros muchos impactos ambientales que combatir a la vez, la mayoría de los cuales, por desgracia, permanecen ligados a la codicia humana.

Uno de los más reputados ecólogos: James Lovelock comentaba que prefería tener una central nuclear en su jardín que seguir quemando petróleo o carbón si comparaba las consecuencias negativas de ambos <sup>[2]</sup> . Afirmación polémica pero interesante viniendo de quien proporcionó la primera idea de la tierra -Gaia- como un ecosistema globalmente conectado. Añadía además otras afirmaciones que nos deberían hacer reflexionar. Por ejemplo que el incremento de la temperatura de la Tierra representaría para ella tan sólo una especie de fiebre. Se extinguirán especies, entre ellas quizás





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

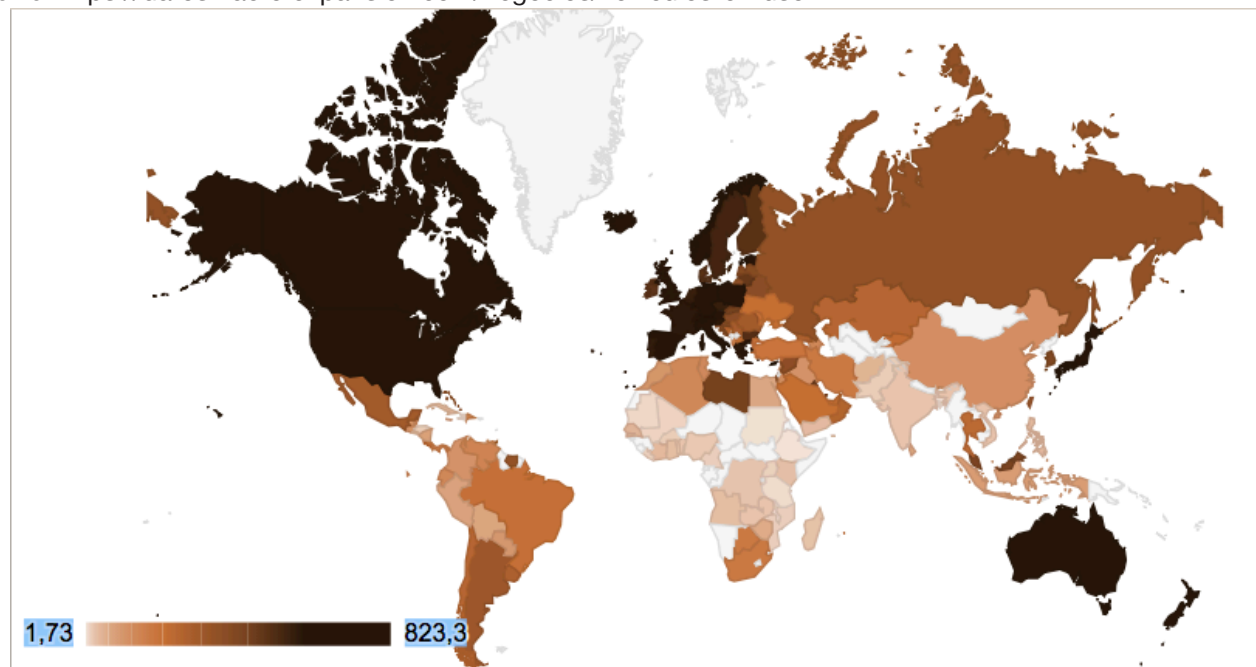
la humana, pero en términos y escala temporal de su evolución, en que el homo-sapiens (!) tan sólo representa un micro segundo, significará un proceso, no se sabe si transitorio, hacia otro punto de estabilidad.

No es la primera vez que la Tierra ha realizado regulaciones de temperatura y de CO<sub>2</sub> mediante glaciaciones. El problema es que en este caso, la acción humana quizás impida los efectos de una nueva regulación, si se persiste en seguir incrementando la atmósfera con gases que potencian el efecto invernadero. Este incremento podría llevarla a un estado sin retorno y sin vida aparente, como otros planetas de nuestro sistema solar.

La reducción drástica de los gases derivados del consumo de petróleo desperdigados por millones de vehículos realizando su combustión particular (quemarlo en una central al menos permitiría capturar el CO<sub>2</sub>) en estos momentos quizás ya sólo sirva para mitigar el cambio climático, que según algunos ya ha dado comienzo. En cualquier caso sólo puede tener un efecto beneficioso sobre el planeta.

Aunque existen otras causas que contribuyen a

Figura 9.3: Tasas de posesión de vehículos cada 1000 habitantes en el mundo (2015) <sup>[4]</sup>.  
Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/negocios/vehiculos-en-uso>



este problema en términos absolutos (quema de carbón o madera, agricultura o ganadería,..), debe aceptarse sin embargo que la generada por la movilidad en sus diferentes sistemas: automoción, aviación, marítima, resulta significativa, aún sin ser la más importante (Figura 9.7). Ello no evita que exista un deber moral de intentar realizar todo lo

posible para eliminar su negativa contribución.

Los esfuerzos para reducir las emisiones de los motores de combustión no parecen, sin embargo, compensar el crecimiento global del parque automotor a escala mundial <sup>[9]</sup>, ahora especialmente importante en los países emergentes, mientras

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

la motorización de combustibles fósiles sea la mayoritaria. Se estima que en 2015, tan sólo el 0,16% (2M) eran eléctricos o híbridos.

### b) Reducción de los contaminantes locales

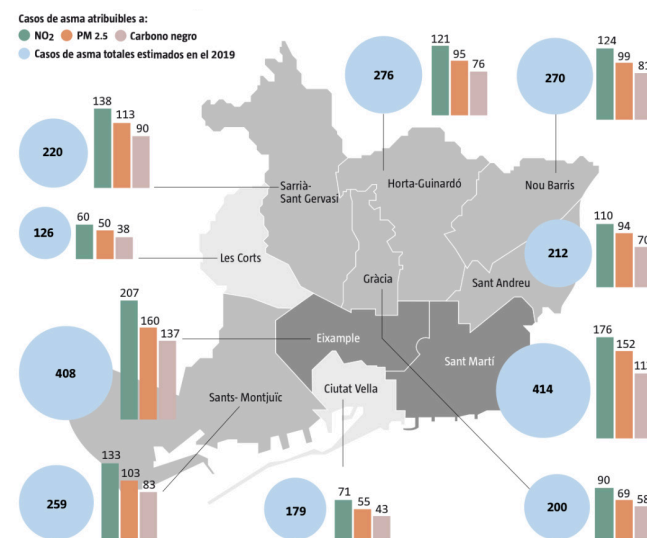
La contaminación con efectos más inmediatos sobre las personas corresponde a las emisiones locales como consecuencia de la mala combustión, del polvo generado por la fricción y desgaste de los neumáticos o de otras actividades humanas de la ciudad..(construcción, etc.), y que el propio tránsito de los vehículos se encarga de elevar, o incluso atmosféricas (vientos con polvo en suspensión originados de zonas áridas).

Son residuos en suspensión que contienen óxidos de nitrógeno (NOX), micropartículas en suspensión (PM10 y PM2,5), y micropartículas de Carbono negro principalmente, además de otras como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC) y los compuestos orgánicos volátiles (COV).

Sus efectos directos en la salud humana ya están estudiados y demostrados<sup>[5]</sup> (Figura 9.4), y la reducción de costes sociales sanitarios y incremento de la esperanza de vida seguramente

Figura 9.4: Afectación de asma infantil en Barcelona debido a contaminación local derivada del tráfico.

Fuente: La Vanguardia 6 Febrero 2020. IS Global.



justificaría una inversión pública mucho más intensa que la actual en el cambio tecnológico de la motorización.

Desde los años setenta, la Comunidad Europea viene desarrollando políticas y tratados regionales y multilaterales para la protección atmosférica. La norma actualmente en vigor (Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo)

revisa y actualiza las anteriores. Esta directiva se integra en la “Estrategia Temática Europea sobre Contaminación Atmosférica” DIRECTIVA (UE) 2016/2284 [6], la cual agrupa todas las iniciativas europeas referentes a la calidad del aire.

A parte de establecer una clasificación de los vehículos según su potencial contaminador, la Directiva establece los límites máximos de contaminación de la motorización fabricada y unos valores máximos de contaminación permitidos en las ciudades, junto con un horizonte temporal máximo para alcanzar ese resultado. No indica sin embargo los sistemas para conseguirlo, que debe desarrollar cada país.

De aquí surge la medida quizás más reconocida e implantada de aplicar etiquetas ambientales y establecer las denominadas *Zonas de Bajas Emisiones* en un intento de controlar el acceso a zonas muy pobladas de los vehículos más contaminantes.

### c) La dependencia energética

La dependencia que existe del petróleo tiene implicaciones a todos los niveles: individuales, sociales y de competitividad internacional de

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

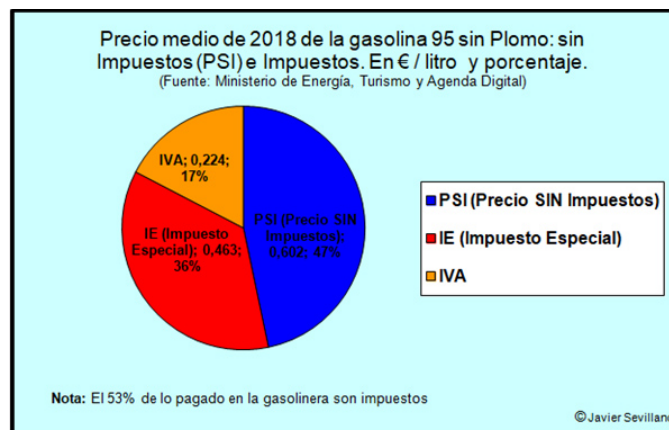
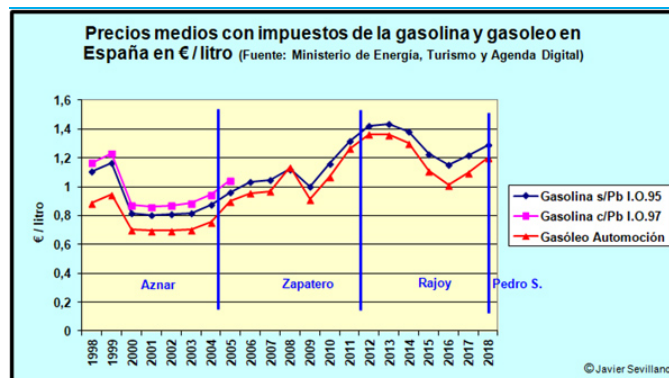
un país, debido a la variabilidad e inestabilidad que genera su precio como su obtención en los países de origen. Este aspecto se trata con mayor detenimiento en el capítulo 10.

Dicho precio final, generalmente al alza, acostumbra a favorecer a las empresas intermediarias y del estado, en vez del de las personas usuarias. El PVP suele realizar subidas instantáneas, mientras las reducciones suelen ser más lentas, cuando deben producirse. Se detectan además sospechosos incrementos del precio en días específicos: justo antes de cada fin de semana, o en vacaciones, tal como fue enunciado públicamente.

Cuando se dice que en realidad no es suficientemente caro, se debe también a que el coste no contiene directamente las externalidades generadas por la automoción (accidentalidad, contaminación). Los impuestos actualmente aplicados a los hidrocarburos sigue formando parte del saco de los gastos generales del estado, cuando deberían servir para paliar, al menos en parte, los problemas generados por su uso, es decir, debería internalizarlos.

La inestabilidad también afecta sobremanera a

**Figura 9.5:** Evolución de los precios del petróleo (impuestos incluidos) en España y Promedio de impuestos sobre la gasolina en España (2018)  
Fuente: <https://javiersevillano.es/ImpuestosGasolina.htm#Europa>



nuestro sistema productivo. Tan sólo un ejemplo. En 2015, el 88% de los vehículos en España se movían mediante combustibles fósiles y el 95% de las mercancías se trasladan por carretera mediante camiones [7]. Para un país como España, donde una buena parte de la mercancía transportada es de bajo valor añadido (ya que en volumen exporta mayoritariamente productos agrícolas), la fluctuación del precio del crudo resulta muy sensible para todo ese conjunto de empresas de logística que diariamente recorre centenares de miles de kms.

Pero quizás lo más preocupante y de los cual no se habla nunca, es la consecuencia de un período de escasez, y que ahora se empieza a tratar bajo el término de *Resiliencia*.

Ya se dispone de experiencias de lo que supondría una situación continuada de carestía, que podría afectar además al comportamiento humano (caos social?) cuando los abastecimientos de productos de alimentación, sanitarios o servicios básicos a las ciudades quedasen seriamente comprometidos. El sistema energético afecta la estabilidad a todos los niveles de una sociedad.

Aunque no menos preocupante, es que haya

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.1 Tres en uno

quedado demostrado que la estabilidad en términos energéticos y por tanto sociales de un país, parece conseguirse a toda costa, ignorando si cabe las actitudes poco éticas y democráticas de los países productores.

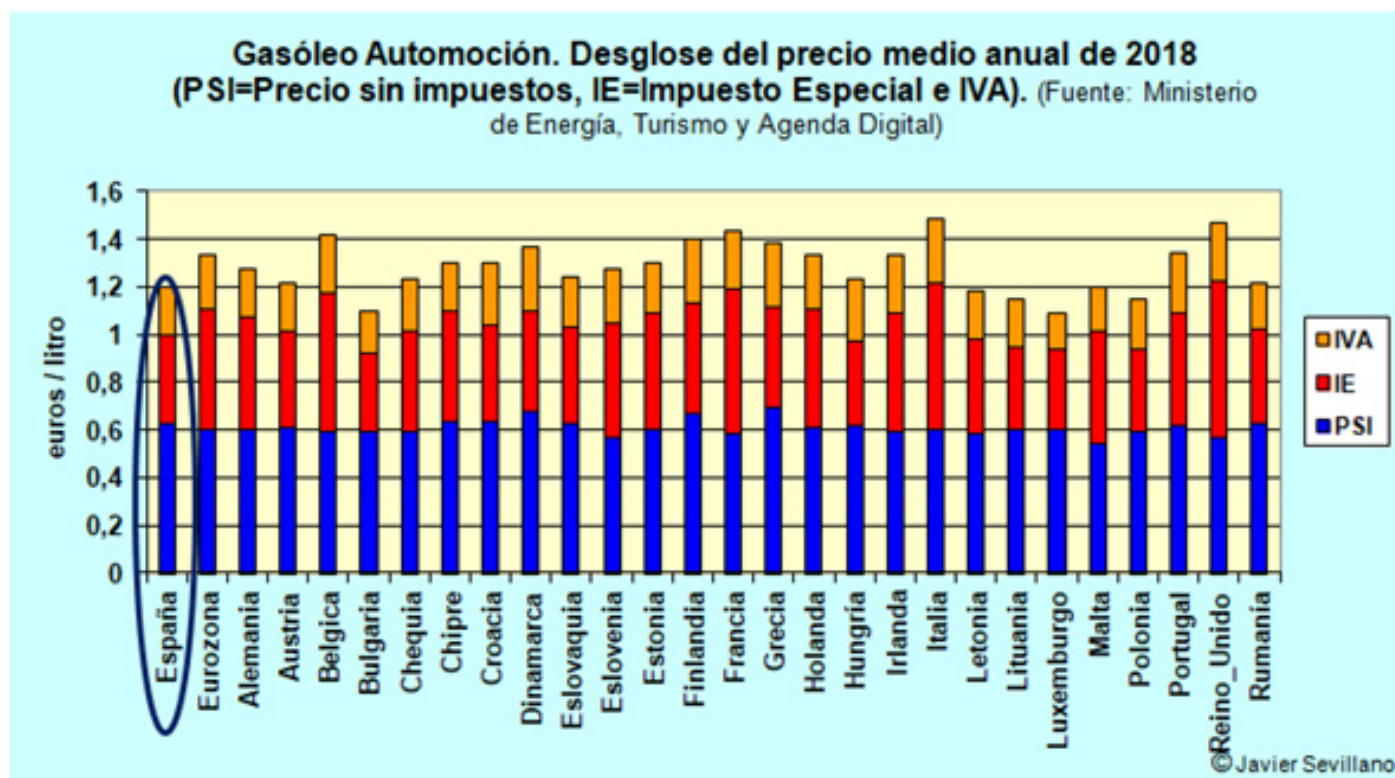
Incluso algunos basan su nivel de vida y fortaleza democrática en construir conflictos bélicos en países productores a partir de falacias construidas con la mayor impunidad, para asegurarse su continuidad en el subministro.

### Tres en uno

En definitiva, tres aspectos primordiales con efectos claramente relacionados permiten concluir que se requiere atacar el problema con decisión, y con medidas urgentes hoy en día. Todos los esfuerzos en este sentido pueden aportar una solución conjunta con altos beneficios sociales e individuales desde todos los puntos de vistas indicados.

*Difícilmente encontraremos problemas cuya resolución aporte réditos tan buenos para la sociedad en su conjunto.*

Figura 9.6: Precio medio anual y distribución en Europa.  
Fuente: <https://javiersevillano.es/ImpuestosGasolina.htm#Europa>





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

### 9.2 ¿Quién contamina?

#### Emisiones a escala global

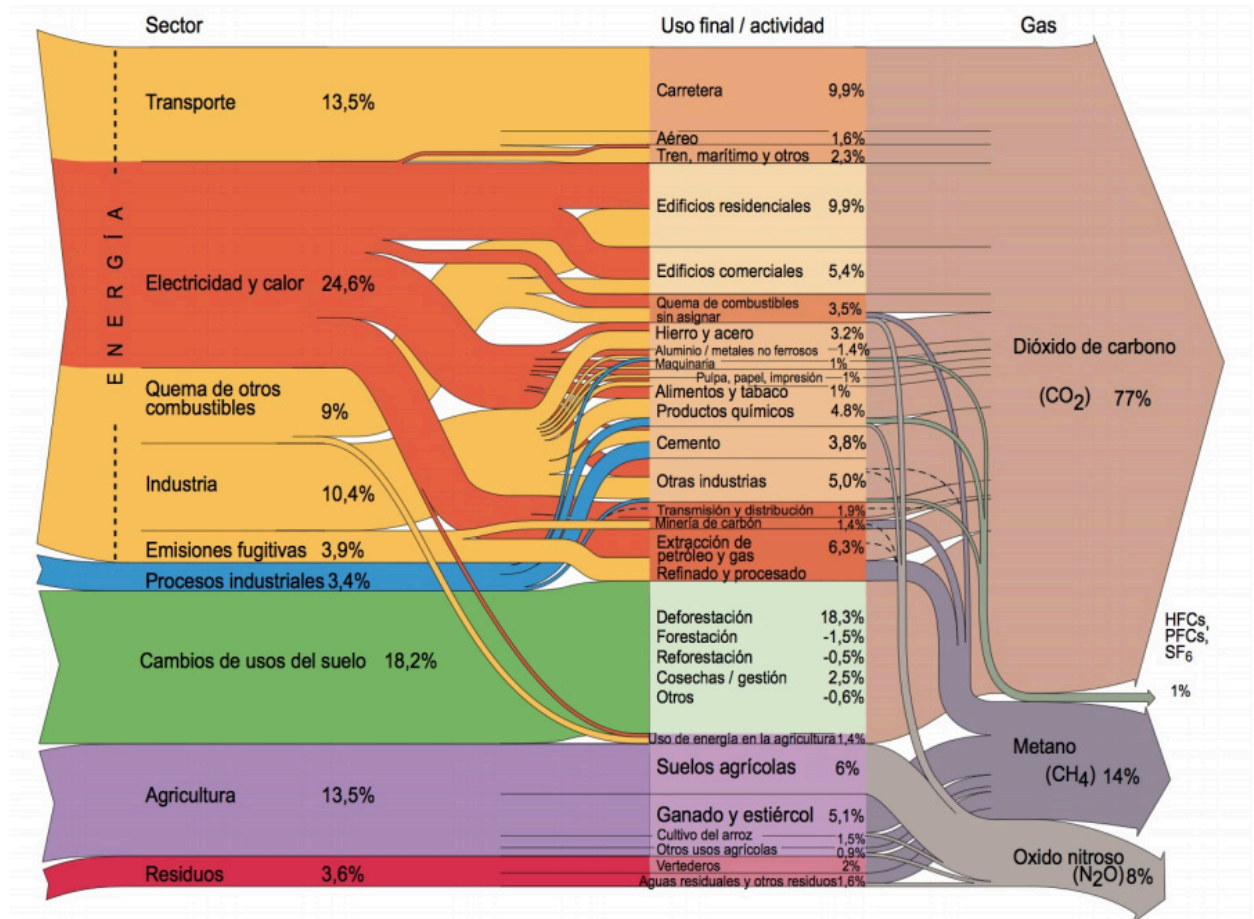
Resulta inevitable admitir que la contribución del transporte en la contaminación atmosférica resulta significativa en las ciudades y que tomará mayor proporción si no se producen cambios de gran calado en los sistemas de motorización en los próximos años debido a tratarse de un sector que sigue creciendo con mucha facilidad.

Pero precisamente porque una parte de sus efectos afecta a escala terráquea, debe empezarse por analizar su contribución también desde la escala adecuada para plantear las soluciones con el conocimiento suficiente.

Según el gráfico elaborado por el *World Resources Institute* (Figura 9.7) el transporte representaba en el año 2000 en términos generales un 13,5% del total de gases emitidos (CO<sub>2</sub> equivalente), pero de

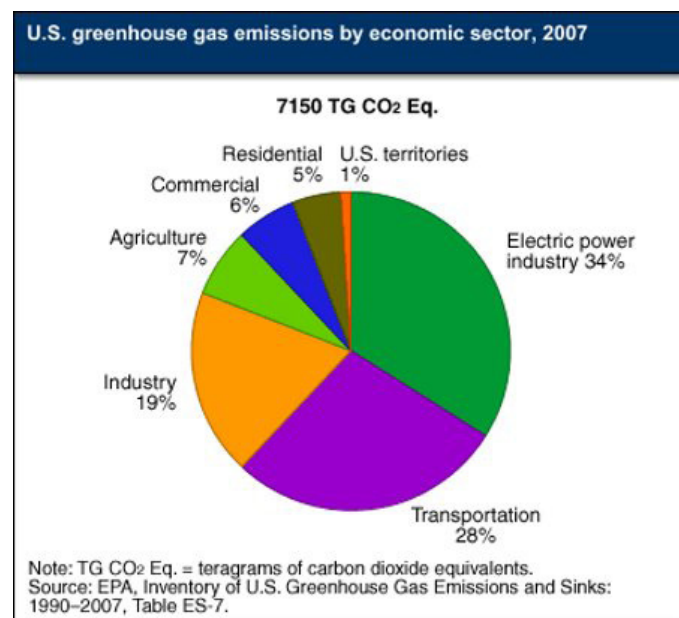
Figura 9.7: Distribución de las emisiones por sectores.

Fuente: World Resources Institute. Climate Analysis Indicator Tool (CAIT).2000



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

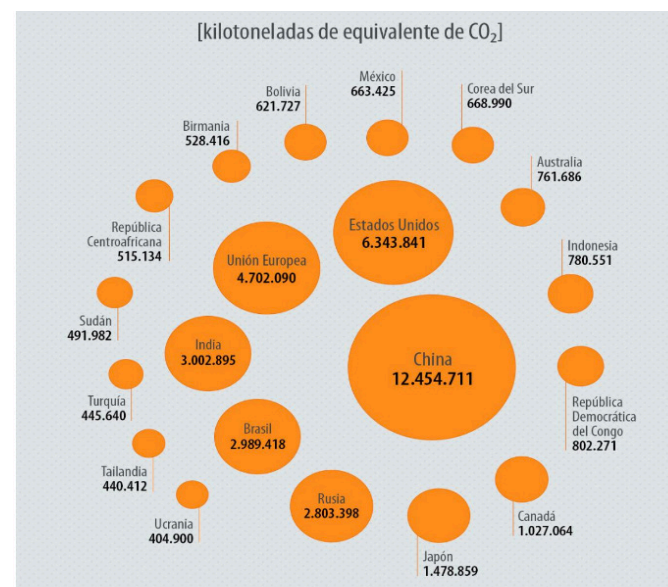
Figura 9.8: Incidencia del transporte en las emisiones de efecto invernadero en USA (2007)



igual valor que el generado por la agricultura (suelos agrícolas, ganado y estiércol). La generación de energía eléctrica para las necesidades residenciales producción industrial, en cambio constituía un 43% del total de emisiones. No puede ignorarse tampoco el peso de los cambios de uso del suelo por deforestación (18%), que resulta mayor que el

Figura 9.9: Principales emisiones de gases de efecto invernadero.

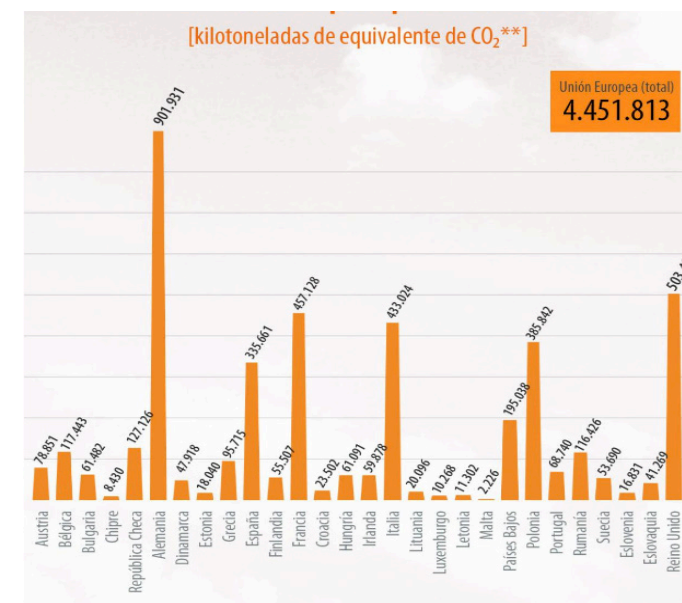
Fuente: Agencia Europea del medio Ambiente. Eurostat.



del transporte. Ese peso cambia significativamente cuando se trata de países con mayor nivel de desarrollo. En ellos, la movilidad adquiere lógicamente un mayor protagonismo, dado que de momento, la movilidad sigue muy acoplada al PIB. En el caso de USA alcanza por ejemplo el 28% de las emisiones

Figura 9.10: Principales emisiones de gases de efecto invernadero en Europa, 2015.

Fuente: Agencia Europea del medio Ambiente. Eurostat.



(Figura 9.8). Sin embargo para contabilizar la incidencia en términos absolutos se debe considerar el peso demográfico de cada país dentro de esa escala global (Figura 9.9), de modo que China encabeza el ranking de países emisores, generando casi el doble que el segundo, los Estados Unidos.

### Emisiones urbanas

Cuando se pone el foco en entornos urbanos, las emisiones relacionadas con el transporte adquieren mayor relevancia en porcentaje. Pero en este caso, son las de tipo local (Partículas y NOx) las que tienen mayor incidencia, debido a los efectos directos ya demostrados sobre la salud de sus personas residentes o visitantes, al inhalarlas cada día cuando se desplazan por la ciudad.

Sin embargo, si se atiende al CO<sub>2</sub>, en el caso de Barcelona ciudad, las derivadas del transporte viario constituye el 27% de las emisiones, y un 13% más las relacionadas con el transporte naval o aéreo local (Figura 9.11).

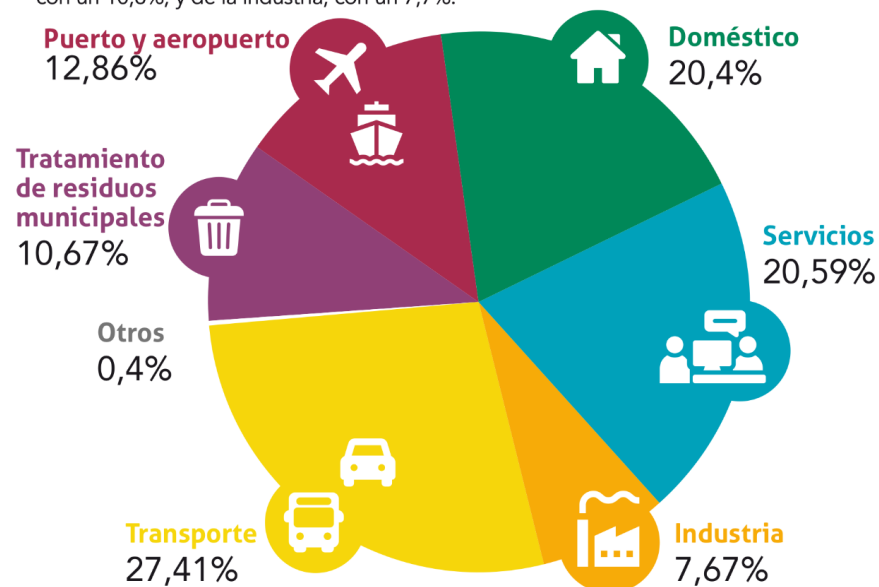
Cuando se considera su contribución en un ámbito mayor, es decir añadiendo la actividad asociada a puerto y el aeropuerto, dichas emisiones viarias en realidad no llegarían al 6%.

Sin embargo el interés desde las administraciones locales en aplicar medidas para reducir las, se diría que sólo los vehículos son los responsables.

Figura 9.11: Caracterización de la contaminación emitida en Barcelona. Fuente: La Vanguardia. Páginas Especiales. 6 Febrero 2020.

### Quién contamina y cuánto

**Emisiones CO<sub>2</sub>-e por sectores.** En Barcelona la actividad en la ciudad genera 3.413.260 toneladas de CO<sub>2</sub>. La mayoría de emisiones provienen del transporte, con un 27,4%, seguido por el consumo de energía en el sector doméstico y los servicios, con un 20,4% y un 20,6%, respectivamente. La actividad asociada al puerto y al aeropuerto supone el 12,9% de las emisiones, seguida del tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU), con un 10,8%, y de la industria, con un 7,7%.



### Cómo contribuye la ciudad a las emisiones de gases de efecto invernadero

La actividad cotidiana supone verter toneladas de gases debido a la quema directa o indirecta de combustibles fósiles



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

### Emisiones del transporte

Al margen de los porcentajes que pueden a veces variar la interpretación según el contexto, importa y mucho los efectos de la contaminación local en la calidad de vida y sobre todo la salud de los residentes en las ciudades.

Pero cuando se trata la contaminación, se tiende a simplificar el mensaje, situando a los vehículos en dos categorías: los contaminantes y los que no. Cuando, ciertamente, todos contribuyen de un modo u otro; incluso los eléctricos, cuando la energía que los mueve no proviene exclusivamente de fuentes renovables (ver capítulo 10.1.d).

Si las políticas y medidas dirigidas a reducir las emisiones quieren ser efectivas, deben actuar tanto sobre aquellos grupos de vehículos más contaminantes en volumen global, como por su incidencia individual en el propio entorno.

Pero sobre todo, deben ser clarificadoras para los usuarios de modo que les ayude a asumir su grado de responsabilidad dentro de un marco verdadero y ajustado a la realidad.

Los usuarios deben reconocer el grado de contribución individual para actuar en consecuencia,

pero también recibir un trato equitativo ajustado a la medida de sus posibilidades.

Asimilar en poco tiempo una culpa que además no hace ni una década no formaba parte del imaginario colectivo, y que conlleva además un cambio de hábitos bastante arraigado, requiere un cierto tacto por parte de las administraciones competentes al implementarlo y gestionarlo, informando y educando a adultos en vez de a niños (Figura 9.18).

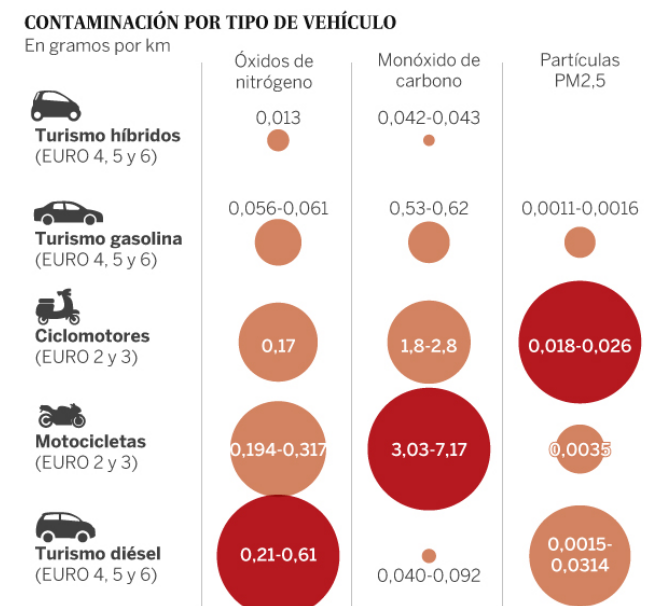
En ese sentido, el tipo de motorización y su antigüedad es un primer aspecto que afecta a la decisión y capacidad individual de actuar. La Figura 9.12 muestra claramente como los ciclomotores son grandes contaminadores de partículas por tener motorizaciones poco eficientes, además de circular básicamente dentro de la ciudad.

Los vehículos diésel de cierta antigüedad (sin catalizadores) también generan muchas partículas, pero los más recientes (Euro 6) lo han reducido considerablemente, aunque siguen siendo los más contaminantes en NOx.

En cambio, prácticamente se desconoce el grado de contribución de los vehículos pesados (por dificultades incluso en el modo de calcularlas), y sobre todo los buses urbanos, cuando en su

Figura 9.12: Contribución en contaminantes por tipología de vehículo.

Fuente: El escándalo de las motos en Barcelona. La lamentable. 26 Abril 2017.



mayor parte siguen teniendo motorización diésel y su agregado de km recorridos en un día resulta considerable.

Un sistema de gestión de la contaminación no debería basarse tan sólo en la *contribución potencial* de cada vehículo, sino en los *km efectivos*



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

Figura 9.13: Incidencia de la contaminación de vehículos urbanos de transporte público o privados por mala combustión.



recorridos por cada vehículo/individuo. Es decir, en contaminación generada por la movilidad real acumulada por cada persona o flotas de vehículos. Por ejemplo, 400.000 motos circulando cada día en una ciudad como Barcelona (se estimaba que representaba el 15% de los km recorridos) puede generar en conjunto un efecto acumulado significativo de polución local por partículas<sup>[8]</sup>. Debe analizarse entonces como actuar en este sector ya que si bien individualmente pueden parecer poca cosa, globalmente tienen una alta incidencia.

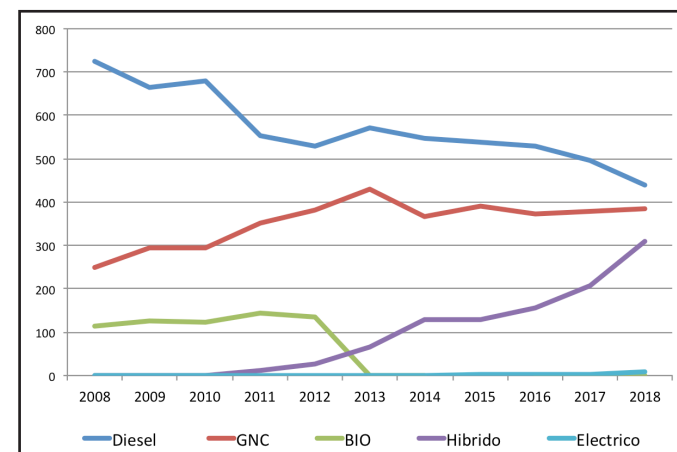
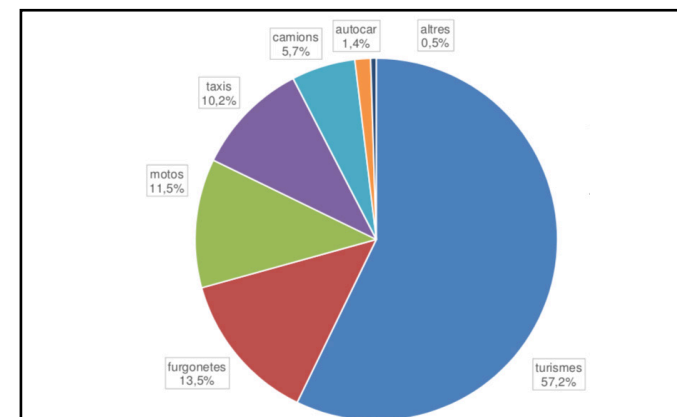
También debe tenerse en cuenta que un usuario con un vehículo con motor de combustión con etiqueta (habilitado para circular) que realice sus desplazamientos en coche cada día, puede llegar a contaminar tanto o más que alguien con un vehículo sin etiqueta pero que lo utiliza puntualmente.

El primer estudio realizado de caracterización del parque móvil de Barcelona <sup>[9]</sup> o de Madrid, puso de manifiesto la alta incidencia del transporte público del bus urbano en la contaminación local, debido básicamente a tratarse de motorizaciones diésel sin uso de catalizadores ni filtros apropiados por su antigüedad (Figura 9.16).

Figura 9.14: Caracterización del parque móvil de BCN en vías urbanas (2017) <sup>[5]</sup>.

Figura 9.15: Evolución de la motorización de la flota de buses urbanos de Barcelona (2008-2018).

Fuente: Informes anuales TMB y elaboración propia.



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

Centenares de autobuses con motorización diésel o taxis han estado y siguen circulando dentro de entornos urbanos. La flota de autobuses de Barcelona en 2017 realizaba 42 millones de km al año, con una motorización compuesta en un 42% por vehículos diésel (Figura 9.15) [10].

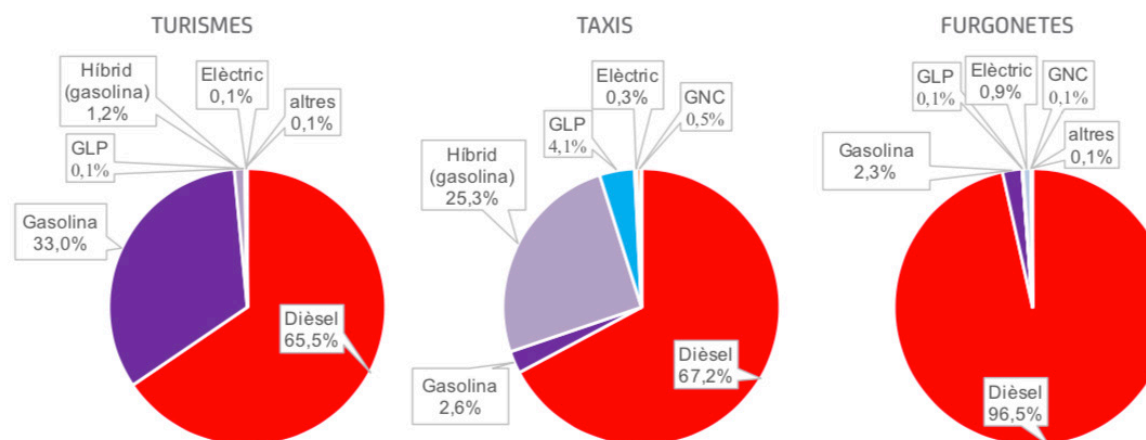
Cuando se constató el impacto de las flotas de TP en términos de contaminación, aquellas ciudades que pueden permitírselo han iniciado procesos de transformación hacia motorizaciones con menos emisiones.

Concretamente, en el caso de Barcelona, el denominado Plan de Ambientalización de la flota de autobuses [11] ha consistido en sustituir su poco más de millar de autobuses diésel por unidades de gas, posteriormente híbridos, y eléctricos desde el 2018, aunque puede considerarse todavía testimonial (0,8%), por no decir experimental.

En 2020 acaba de realizar una licitación para incorporar también la tecnología de pila de hidrógeno, que puede aportar también un gran resultado.

Pero también debe resaltarse la transformación que al mismo tiempo han realizado del servicio de la red de autobuses, pasando del modelo de líneas tradicional a la denominada red ortogonal:

Figura 9.16: Caracterización de la motorización del parque móvil de Barcelona en vías Urbanas (2017). Fuente: [5]



Red bus (ver capítulo 3.1).

En cambio, la comparativa de los parques de vehículos privados circulando en Barcelona entre 2009 y 2017 [10] muestra una cierta resistencia social al cambio que se está solicitando, a pesar de los esfuerzos realizados en ir poniendo restricciones, pero que no parecen ser suficientemente efectivos. En ese mismo período se constata que se habían incrementado ligeramente el parque diésel de vehículos, aunque también se incrementó la venta de vehículos de forma general.

En 2017, el parque móvil circulante de vehículos diésel de Barcelona era todavía del 65% y casi testimonial en cuanto a híbridos de gasolina (6%) y eléctricos (0,2%) (Figura 9.16).

Si atendemos exclusivamente al sector Taxi, en cambio, había avanzado mucho más en la transformación. Un 26% de la flota era híbrida en 2017, aunque únicamente un 3% eléctrica. Este sector está realizando mucho más rápidamente su transformación por motivos económicos de ahorro que les reporta al circular básicamente

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

dentro de la ciudad.

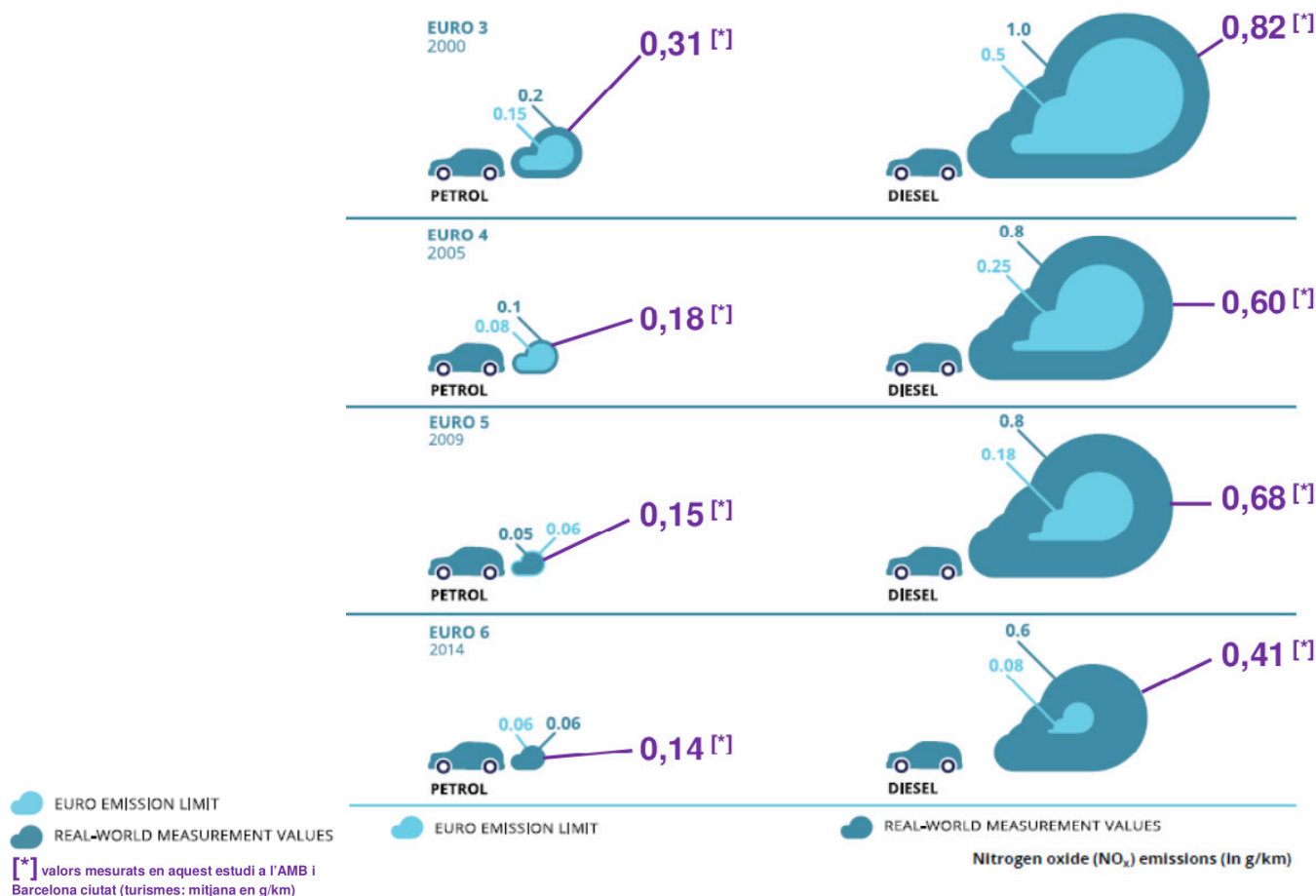
La autonomía del coche eléctrico todavía sigue siendo una de los grandes inconvenientes, además de su alto coste.

Sin embargo, el sector del vehículo profesional (furgonetas) que también constituye un porcentaje significativo (14%), aunque está mayoritariamente segmentado hacia el diésel, debido seguramente a la clara subvención que todavía presenta este combustible en el caso de España.

Se ha demostrado también que los valores de emisiones oficiales de cada vehículo no se corresponden con la realidad circulando. Las leyes de la gravedad que involucran el peso y el rozamiento contribuyen a un mayor esfuerzo motor que en el laboratorio, además del grado de mantenimiento de los vehículos a lo largo de su vida (ver Figura 9.17), que en estos momentos ya deberían estar controlándose mediante las Inspecciones Técnicas de los Vehículos ITV que deben pasar obligatoriamente.

La etiqueta ambiental es al final un forma de identificar fácilmente a los vehículos por sus emisiones, pero lo realmente importante es la

Figura 9.17: Diferencia entre las emisiones de Nox oficiales y las reales detectadas circulando. Fuente: Air quality in Europe. 2016 report. Europem Environtment Agency y [6]



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.2 ¿Quién contamina?

gestión que se realiza a partir de ellas, y sobre todo, el impacto social que genera, que puede ser positivo o negativo en función de cómo se plantee. En ese sentido, la implantación de sistemas de control ambiental deberían contemplar los aspectos siguientes:

- Establecer el alcance esperado de la medida y de su contribución en relación a otras medidas que puedan afectar a otros sectores.
  - Explicar porque el sistema adoptado resulta ser el más factible en relación a otras opciones aplicadas (ver próximo apartado).
  - Desarrollar un sistema equitativo de obligaciones sobre los usuarios en función de sus posibilidades de cambio y del tipo de emisiones.
  - Plantear un sistema de gestión que relacione las emisiones específicas con la movilidad real de cada individuo y vehículo.
  - Adoptar medidas que principalmente faciliten la adaptación al cambio antes que coartar hábitos adquiridos (de aceptación difícil).
  - Implantar medidas que también contemplen el efecto permanente de las emisiones (sobre todo de efecto invernadero) en cualquier lugar donde se utilicen combustibles fósiles.
- No aplicar exclusivamente medidas internalizadas a través del coste porque dejan de ser efectivas en poco tiempo y no resultan equitativas (como en el coste del combustible o los impuestos de matriculación)
  - Prever y demostrar la posibilidad de una alternativa viable a todos los usuarios que deciden dejar el vehículo privado en sus desplazamientos cotidianos, o plantear soluciones equitativas allí donde no se pueda garantizar.
  - Controlar que las emisiones oficiales se corresponden con la reales que está emitiendo el vehículo.
  - Alargar el ciclo de vida de los vehículos mediante la transformación del motor o mejora puntual que permita la reducción de emisiones (*retrofitting*), o cambiar la motorización sin tener que eliminar todo el vehículo.
  - Información veraz y permanente de su aplicación y, sobre todo, de los resultados conseguidos.

Figura 9.18: Anuncio informativo de implantación de ZBE en Barcelona (a partir de 2020).





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

### 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

Frente al problema de la contaminación las ciudades están desarrollando diferentes estrategias de actuación, muchas de las cuales afectan a la automoción:

a) *Delimitando zonas de restricción de acceso según la antigüedad y tipología del vehículo (denominadas Zonas de Bajas Emisiones - ZBE).*

b) *Implantando planes y medidas de movilidad dirigidas a reducir el uso del automóvil.*

c) *Reduciendo las emisiones de los vehículos en construcción e incentivando el cambio.*

d) *Poniendo fecha de caducidad en la venta de vehículos de combustión interna.*

e) *Gestión del CO2.*

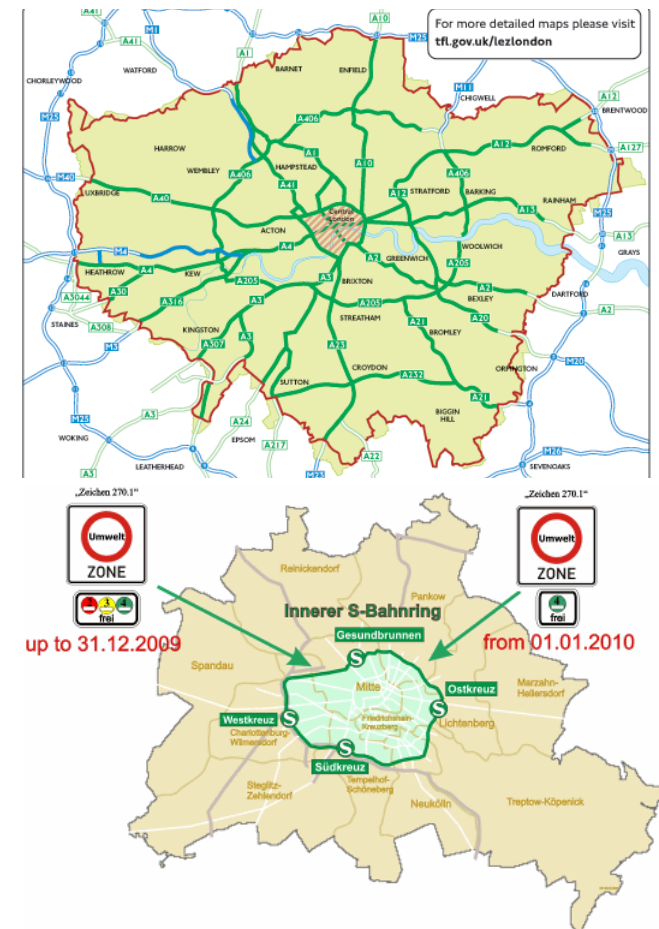
#### a) Delimitación de zonas de bajas emisiones -ZBE (o Low Emission Zones-LEZ)

Europa presenta ya una experiencia en la implantación de zonas LEZ, debido a la directiva europea<sup>[6]</sup> donde se obliga a aquellas ciudades que no cumplieren con los mínimos exigidos de contaminación (establecidos por la OMS), - la mayoría de capitales- a realizar acciones estratégicas para reducir las emisiones, de tal forma que las *inmisiones* registradas<sup>[12]</sup>, que es aquello que finalmente respiramos, pudieran ser aceptables.

No se pretende profundizar sobre el contexto técnico del tema. Los sistemas de evaluación y de los resultados obtenidos presentan incluso debates europeos para obtener consensos. Sin embargo, merece destacarse la progresiva y extensiva implantación de sistemas adaptados a las especificidades de cada ciudad.

Este procedimiento, que consiste básicamente en establecer un perímetro urbano donde se limita el acceso de vehículos más contaminantes ante episodios especiales de contaminación, también resulta una motivación indirecta a medio plazo para el cambio tecnológico del parque móvil de la

Figura 9.19: Zona de bajas emisiones en Londres y Berlín.  
Fuente: <http://urbanaccessregulations.eu/>



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

zona, al incrementar las restricciones con el tiempo del tipo de vehículos que pueden acceder.

Se empezaron a aplicar a partir de 2005, en algunas ciudades con pruebas preliminares hasta su implantación definitiva. Se puede decir entonces que ya existe una determinada experiencia al respecto con diferentes metodologías y formas de aplicación [13].

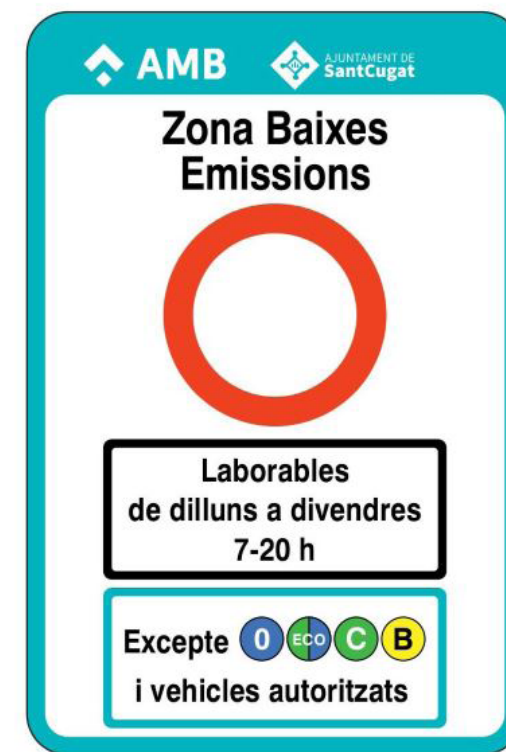
Del análisis comparado de algunas de las más importantes ciudades que lo están aplicando en 2018 se pueden realizar los comentarios siguientes:

- Los resultados no han sido tan alentadores como se esperaba. Si bien las reducciones de PM10 se aproximan más a los valores solicitados por la UE (25 mg / m<sup>3</sup>), los valores medios de NO2 suelen ser muy superiores a los indicados por la UE (40 mg / m<sup>3</sup>) y los máximos superan en exceso los días permitidos. La mayoría de los casos evaluados superaban estos valores máximos.
- Prácticamente todas las ciudades, conjuntamente al sistema de control de acceso, aplican simultáneamente una política de gestión del aparcamiento, tanto a través

de tarifas que incentivan los vehículos menos contaminantes como en la reducción del espacio disponible en la zona afectada o prever zonas exteriores desde las que acceder al centro con servicios públicos rápidamente.

- Los esfuerzos más inmediatos se han dirigido en la mayoría de ciudades a la renovación de las flotas de buses urbanos, ya que representaban un volumen significativo en las emisiones, y los recursos públicos permitían iniciar la transformación de manera inmediata.
- Se desconocen cuáles son los costes públicos de inversión y mantenimiento inicial de estos procesos ni tampoco las previsiones de retorno social de estas medidas.
- Se presentan sistemas con objetivos y metodologías similares a grandes rasgos, pero con poca información sistematizada en cuanto a formas de medición. Las medidas aplicadas son básicamente coercitivas (push), tanto para los gestores de movilidad, que se ven obligados a implantarlas, como a los usuarios; no se aplican casi de tipo *pull*, para acelerar cambios más inmediatos.

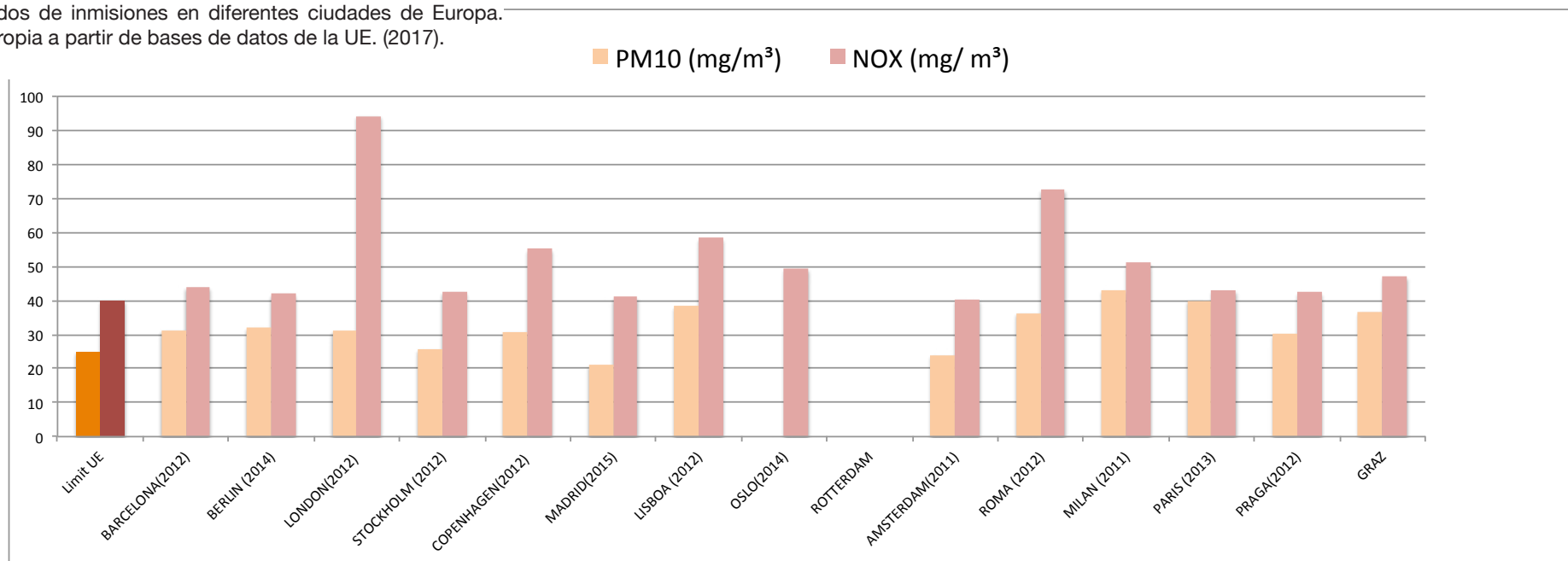
Figura 9.20: Señal distintiva de punto de acceso a Zona de bajas emisiones en Barcelona, indicando etiquetas permitidas i horario de vigencia en días de episodio.



**Senyal de restriccions a la ZBE**  
Només en dies d'episodi

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

Figura 9.21: Resultados de inmisiones en diferentes ciudades de Europa.  
Fuente: elaboración propia a partir de bases de datos de la UE. (2017).



- Tan sólo con la implantación de las tecnologías Euro 6, cuyos efectos en el parque móvil se comprobaran a partir de los próximos años (cuando constituya un % significativo del parque móvil), parece que los resultados cumplirían las expectativas.

Las conclusiones que se extraen, por consiguiente, pueden ser las siguientes:

- Las medidas LEZ y los resultados observados ponen en evidencia la dificultad de cambiar hábitos pero también de conseguir resultados a partir de medidas que si bien se delimitan en base a criterios administrativos, éstos se ven a menudo superados por las condiciones climatológicas y geográficas (que no entienden de barreras administrativas).
- La contaminación local continuará afectando al

resto de poblaciones que no se pueden permitir este tipo de medidas, y los GEI generados fuera de las LEZ, al conjunto del planeta.

- Desgraciadamente, la tendencia muestra siempre un incremento de la movilidad, asociada a la productividad (PIB), e incluso superior a esta (hipermovilidad) que pone de manifiesto una cierta ineficiencia del transporte (Figura 9.23).

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

De este modo, los vehículos\*km recorridos en vehículo motorizado aumentan globalmente y por ello las emisiones. Está por demostrar si esos incrementos absolutos superarán al final las mejoras tecnológicas conseguidas y si es posible desacoplar la movilidad de la productividad.

- Las emisiones de carbono tienen mínimos difícilmente superables, asociados al peso del vehículo y al inevitable bajo rendimiento de los motores de explosión, que ha llevado incluso a la Industria del automóvil a mentir sobre los valores de homologación. ¿No ha llegado el momento de aceptar que insistir en mejorar la reducción de emisiones en motores carbónicos no es quizás el camino a seguir ya ni a corto plazo?

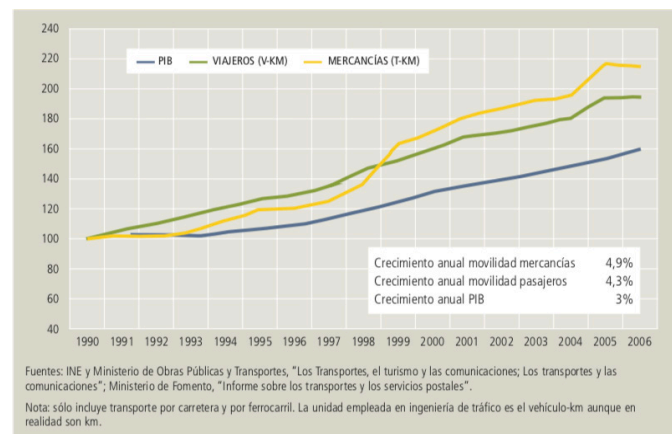
- De este modo, no se prevé un cambio significativo a medio plazo. Pero podría evaluarse a través de modelos de cálculo, cual debería ser la transformación tecnológica intensa hacia vehículos con motorizaciones no carbónicas: eléctrico o hidrógeno, o de bajas emisiones para conseguir una reducción significativa de emisiones de todo tipo y en todas partes.

- Aún cuando el sistema LEZ tenga ahora una motivación basada en las emisiones y sus

Figura 9.22. Delimitación zona LEZ en Londres

Figura 9.23. Gráfica de hipermovilidad: la tasa de PIB crece menos que la movilidad generada.

Fuente: Ecotest 2007. Automóvil, cambio climático y calidad del aire- Fundación RACC.



resultados sean relativamente pobres, en cambio, pueden tener un sentido a medio y largo plazo para realizar la transición a motores no carbónicos, pero sobre todo, a largo plazo, como sistema de control de la congestión (*Congestion Charging*).

Ya aplicado en zonas más restringidas en algunas ciudades, pueden convertirse en un instrumentos para motivar los cambios de hábitos de movilidad, en especial del abuso del automóvil. Pero ello debe venir acompañado a su vez de la transformación del espacio público si se desea consolidar los resultados.

### b) Implantación de planes y medidas de movilidad dirigidas a reducir el uso del automóvil.

Otras medidas adicionales que se vienen sugiriendo coinciden con aquellas que a su vez pretenden conseguir una mejora de la calidad de vida urbana. La contaminación es en realidad una causa adicional para acelerar su implementación aunque a juzgar por determinados publicaciones, parece que sea la motivación fundamental.

Pero debe tenerse en cuenta que su consecución suele requerir años, y alguna década, debido a



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

los altos recursos que consume y a tratar con la modificación de hábitos individuales, que resulta difícil modificar.

El hecho de ser vinculante la directiva que las motiva, da mayor justificación y pronta actuación a aquellos que las implementan.

### c) Control de la industria y promoción directa del cambio tecnológico de motorización.

En la Unión Europea, desde mediados de los años 90, la Comisión y los fabricantes han venido suscribiendo repetidos acuerdos voluntarios para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos. Así se han establecido las Normas Euro (actualmente está implantada la 6) que han ido limitando progresivamente las emisiones máximas a los fabricantes para determinados contaminantes, según tipo de vehículos y tipología de motorización.

La controversia de algunas empresas que fraudulentamente han mentido en las emisiones de sus vehículos, no hace más que poner de manifiesto que la tecnología de los motores de explosión está alcanzado sus límites por muy buena voluntad que exista y obligación.

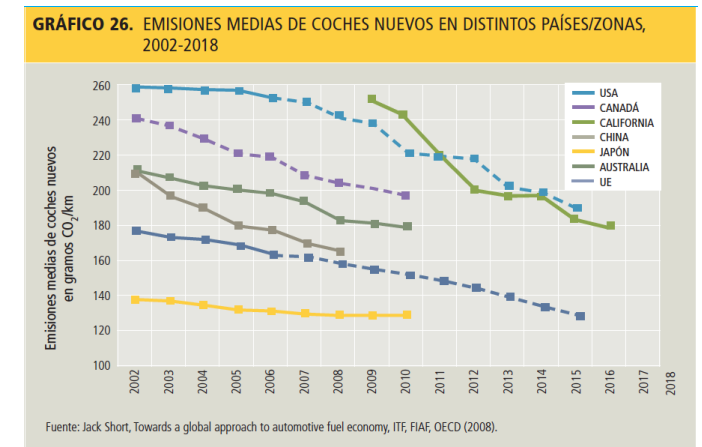
Donde hay materia carbónica y un proceso de combustión interna resulta inevitable un residuo con carbono. No parece una política acertada seguir insistiendo en la reducción, sino más bien apostar de una vez decididamente por el cambio de combustible. Tanto más cuanto las reducciones conseguidas no parecen compensar la velocidad con el que crecen el parque móvil mundial y las emisiones globales generadas.

Así pues, parece claro que se debe realizar una transición lo más rápida posible hacia motorizaciones cuyo combustible no contenga carbono o cuyos residuos no contengan gases contaminantes tipo GEI.

Esta transformación se ha empezado a producir, pero no con la celeridad que sería necesario. Mientras los parques de vehículos de transporte público están realizando una transformación más acelerada de la motorización gracias a disponer de recursos públicos directos, los vehículos del parque privado siguen un ritmo de cambio mucho más lento del que se debiera esperar. Un 0,3% de vehículos eléctricos en el mundo según recientes evaluaciones resulta todavía testimonial, con excepción de algún país como Noruega.

Figura 9.24. Evolución de las emisiones medias de coches nuevos en distintos países (2002-2018).

Figura 9.25. Bus eléctrico biarticulado en la nueva red de autobuses. BCN



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.3 ¿Cómo se afronta el problema de la contaminación?

Las ayudas a estos vehículos (híbridos, GLP o eléctricos puros) siguen siendo exiguas, incluso mientras se sigue promoviendo también ayudas al cambio de vehículos al mismo tiempo subvenciones a vehículos térmicos tradicionales como ocurre en España, aunque sean más asequibles y Euro 6.

A parte de las exenciones fiscales o impuestos en la compra de vehículos eléctricos puros, las subvenciones por el cambio, en especial de los más contaminantes, no supera el 15% del precio medio de estos vehículos en muchos de aquellos que apuestan por el cambio.

Si bien se conocen algunos de los incentivos a particulares para la adquisición de un vehículo de bajas emisiones, poco se sabe de aquellos que se deberían proporcionar por ejemplo a la industria para conseguir producciones mucho más asequibles y con mayor rapidez.

### d) Fechas de caducidad para la venta de vehículos de combustión.

La prohibición en la producción de vehículos de motor también ya ha sido planteada por algunos

países.

Si hablamos de la Unión Europea, hay otros ocho países, además de España, que ya planifican el fin de los automóviles con motor de combustión: Francia y Reino Unido han marcado el mismo horizonte de 2040. Pero Dinamarca, Países Bajos e Irlanda han establecido el corte aún antes, en 2030, como también estudian ya Suecia y Eslovenia. Austria ha redactado un informe ambiental en el que pretende que en 2020 no se utilicen estos coches. Y fuera de la Unión Europea, Noruega ha establecido la prohibición para 2025.

Fuera de Europa, tanto India como China han anunciado sus prohibiciones de automóviles nuevos de combustión interna para 2030 y 2040, respectivamente. Otro país, Taiwan prevé prohibir motocicletas nuevas de combustión en 2035 y el resto de estos vehículos en 2040. Israel también quiere establecer el fin de la importación de coches de gasolina o Diésel en 2030. Mención aparte merece Japón que lleva desde 1996 en un plan de incentivo del coche eléctrico mediante ayudas a su incorporación complementadas con la restricción de la circulación en las ciudades.

### e) Gestión del CO2.

Merece una mención especial la poca atención que se ha dado al control del CO2 generado a partir del consumo de combustible. Se aplican impuestos directos de cada litro de combustible pero sin una finalidad más que la recaudatoria.

No se persigue un objetivo ni de concienciación individual o colectiva aplicado al principio de “quien contamina, paga”.



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.4 ¿Un problema de movilidad o un problema tecnológico?

### 9.4 ¿Un problema de movilidad o un problema tecnológico?

Los expertos y administraciones dedicados al control de la contaminación, disponen ya de numerosos estudios donde se demuestra la evidencia del efecto de los gases de combustión, en especial de los locales sobre la salud humana. A partir de aquí, la mayoría de soluciones tienden a centrarse en el vehículo motorizado como el principal causante (por ser, aunque no lo digan claramente, el que se puede identificar y controlar con mayor facilidad). Y las medidas consisten básicamente en reducir obviamente el número de vehículos con motorización carbónica que accedan a los centros urbanos, aplicando metodologías propias de gestión de la movilidad.

Se redactan largas listas a modo de Planes Estratégicos, donde no suele estimarse ni el coste global, ni el plazo de implantación de estas, ni tampoco la prioridad de unas u otras en función, como sería lógico del coste-grado de su resultado. Tampoco se valora el efecto que una aceleración

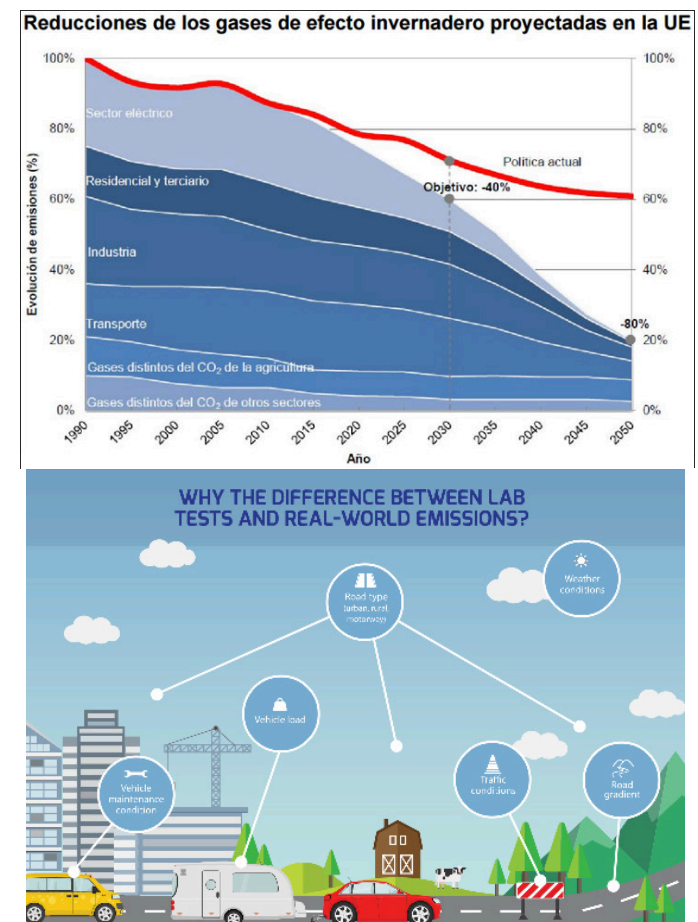
del cambio tecnológico de las motorizaciones a sistemas de baja contaminación pudiera causar.

La creación de zonas LEZ, la medida estrella en la mayoría de ciudades, como hemos visto, puede resultar efectiva a corto y medio plazo para entornos acotados pero con determinados impactos sociales si no se prevén convenientemente. Y con resultados poco consistentes dado que, como se vio en el apartado anterior, la contaminación local no entiende de fronteras y su efectividad también depende de aspectos geoclimáticos de cada ciudad en particular. También cabe recordar que en el resto del territorio donde no se aplican, los vehículos siguen emitiendo igual si no se aplican medidas.

Sería conveniente estimar el porcentaje de desplazamientos realizados fuera de los entornos urbanos que no se acogen a las medidas acotadas a estos (incluyendo el aerosespacial o marítimo) que sólo el cambio de tecnología podrá conseguir reducir los efectos.

Estas listas contienen otras medidas como Planes de movilidad, pacificación del tráfico, etc., que implican presupuestos altos y afecta a cambios

Figura 9.26. Evolución de las emisiones generales en relación a objetivos previstos por sectores.





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.4 ¿Un problema de movilidad o un problema tecnológico?

de hábitos que suelen requerir años de insistencia para modificarlos (ver Capítulo 13 al tratar la gestión de la movilidad).

Por consiguiente, la implantación de estas medidas, si bien son necesarias como forma de modificar la cultura urbana de la movilidad, no pueden considerarse como aquellas que consigan resultados con la celeridad que está requiriendo. Las curvas de reducción conseguidas y proyectadas respecto a la situación real no auguran un final feliz (Figura 9.26) a menos que no se apriete el acelerador en los aspectos clave. Este es uno de los argumentos que se vienen repitiendo a lo largo de este libro.

Si existe tal urgencia en realizar una minimización acelerada de las emisiones, sería entonces más razonable focalizar los esfuerzos en una transformación tecnológica radical, cuyos réditos podrían ser mejores: resultados más fiables y con menor plazo.

A priori sería más efectivo conseguir que los vehículos dejasen de emitir, cuyo objetivo, convenientemente fomentado, podría conseguirse en unos 15 años o menos si existiera una intención

clara. No existiendo en principio recursos para todo, resulta evidente por necesario, apostar por aquello que realmente pueda ser más efectivo en el plazo disponible.

Sin embargo, no parece que se haya cuantificado todavía cual sería el beneficio (o de minimización de efectos) de un proceso acelerado de cambio aportando los recursos públicos necesarios, cuando los resultados a evitar ya se vislumbran ingentes y infinitamente superiores a estas inversiones.

En ese beneficio debería incluirse las repercusiones sobre una transformación industrial y energética acelerada que, si bien puede producir vértigo a la sociedad y sus gestores, más debería producir la que se vendría encima por no actuar o actuar tarde.

Parfraseando y modificando una cita: *situaciones desesperadas requieren medidas contundentes y efectivas*. Y en esta, debemos estar desde el primero al último involucrados.





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.5 Contaminación acústica

### 9.5 Contaminación acústica

La contaminación acústica (o ruido) es otro problema derivado del transporte, cada vez mayor a nivel global pero especialmente en la Unión Europea, en la que aproximadamente el 75% de su población vive en ese entorno urbano donde se concentran con mayor fuerza las principales fuentes del problema: el tráfico, tanto ferroviario como rodado y aéreo, actividades industriales y recreativas.

La población vive expuesta a ruidos procedentes del transporte superiores al umbral de confort (65 dBA de día y 55 dBA de noche) según recomienda la OMS que tienen consecuencias contrastadas en niveles de estrés o enfermedades cardiovasculares.

El ruido del transporte por carretera impone costes desproporcionados para las autoridades públicas y la sociedad para mitigarlo, en comparación con los costos más modestos que representaría actuar directamente sobre el vehículo según la

Figura 9.28. Monitorización de ruido ambiental.



consideración de la organización *Transport and Environment* ([www.transportenvironment.org](http://www.transportenvironment.org)).

No es necesario encontrarse en vías excesivamente grandes y de mucho tránsito para descubrir el grado de ruido generado por la motorización y el entorno urbano, que por un lado impide una simple comunicación verbal, pero que contribuye al estrés crónico si se vive o trabaja junto a una fuente emisora permanente.

A pesar de ello, las normas de ruido referentes a motor para vehículos de carretera no se habían actualizado desde el 1970 (Directiva 70/157/CEE). La norma actualmente vigente que encabeza en la Unión la lucha contra este ruido ambiental es la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Para perseguir sus objetivos declarados, la Directiva sobre ruido ambiental se centra en tres áreas de acción:

- La determinación de la exposición al ruido ambiental.
- Asegurar que la información sobre el ruido ambiental y sus efectos se ponga a disposición

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.5 Contaminación acústica

del público.

- Prevenir y reducir el ruido ambiental cuando sea necesario y preservar la calidad del ruido.

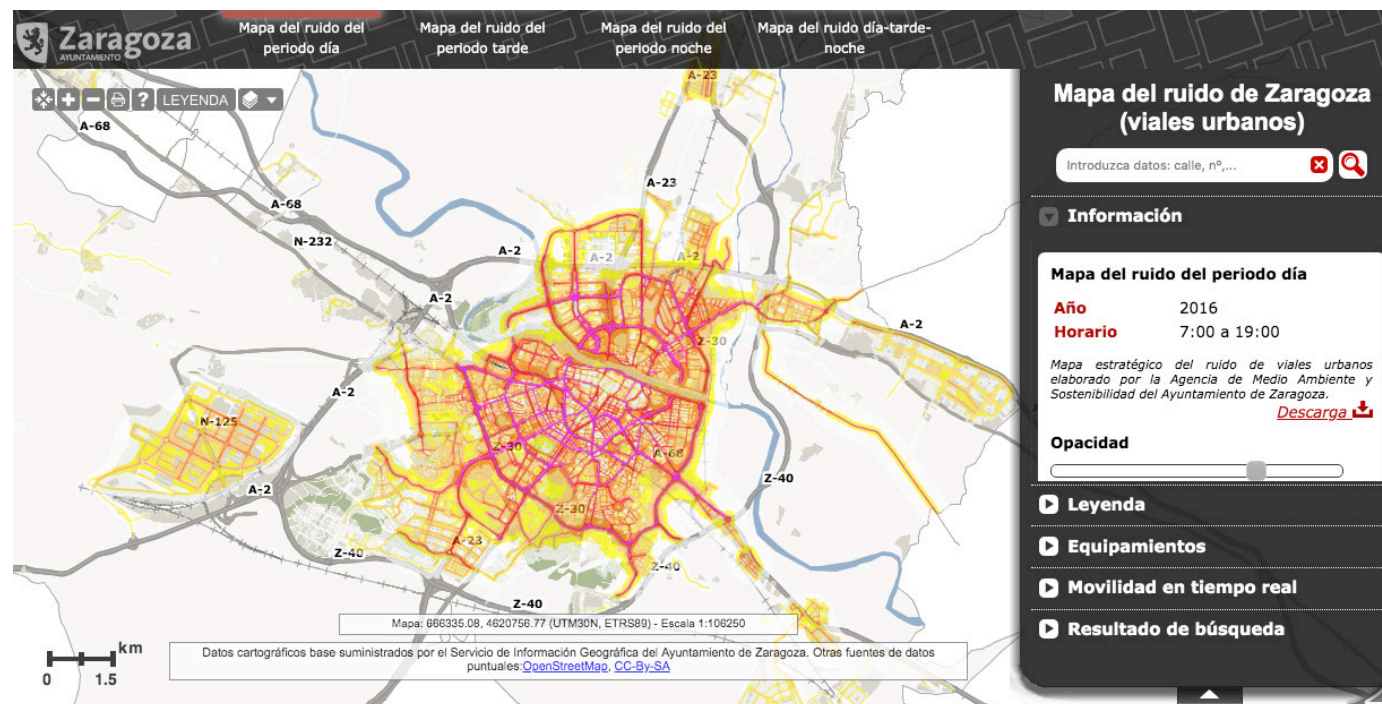
La Directiva requiere que los Estados miembros preparen y publiquen cada 5 años mapas de ruido (denominados *Mapas Estratégicos de Ruido -MER*) y planes de acción de gestión del ruido para:

- Aglomeraciones con más de 100.000 habitantes.
- Carreteras principales (más de 3 millones de vehículos al año).
- Ferrocarriles principales (más de 30.000 trenes al año).
- Aeropuertos principales (más de 50.000 movimientos al año, incluidos pequeños aviones y helicópteros).

Su elaboración y gestión queda regulada tanto por la mencionada Directiva, como por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y los Reales Decretos 1513/2005, 1367/2007 y 1038/2012 que la desarrollan.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la Directiva no establece valores límite u objetivos, ni prescribe las medidas que se incluirán en los planes de acción, por lo que deja esas cuestiones

Figura 9.29. Mapa interactivo de ruido de viales urbanos Zaragoza.  
Fuente: <http://idezar.zaragoza.es/visorMapaRuido/>



a discreción de las autoridades competentes de los Estados miembros.

Se ha producido en diciembre de 2011 algún intento de propuesta más estricta sobre los fabricantes aunque se estima que su aplicación tan sólo tendría

resultados 15 años después de su aplicación, cuando todo el parque móvil se hubiera sustituido

### 9.6 Costes y beneficios

Como se comentaba al inicio de este libro (Cap. 1), plantear las cuestiones de movilidad en términos de sostenibilidad obliga a considerar permanentemente el punto de equilibrio entre la eficacia técnica, la eficiencia económica y el impacto ambiental generado, como forma de evaluar su consistencia.

El sistema de movilidad basado en combustibles fósiles ha tenido un papel beneficioso indudable para la sociedad. La popularización del automóvil permitió y sigue permitiendo el desarrollo social, aportando la capacidad de desplazamiento individual y colectivo en todo el territorio de cualquier país, y extendiendo así una mayor equidad social al proporcionar mayores oportunidades para el conjunto de ciudadanos.

Sin embargo, en la actualidad, los inconvenientes este modelo están superando a las ventajas. Aunque resulta difícil poder establecer en qué

medida ya que no se conoce en realidad algún tipo de dato que permita contrastar ambas situaciones.

Entre las desventajas, los efectos de la contaminación tan sólo se conocen en parte.

#### Costes derivados del cambio climático

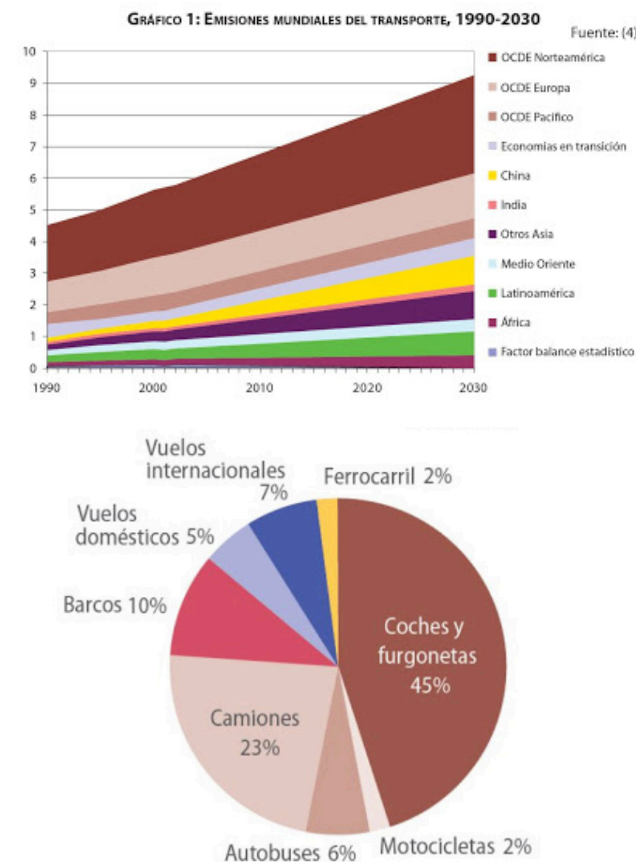
El transporte es el sector de nuestra economía donde más rápido crecen las emisiones de gases de efecto invernadero. Y las previsiones apuntan a que en breve será el sector que más contribuya al cambio climático (Figura 9.30).

Según el IV informe del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) -2007, los principales impactos que provocará el calentamiento global a lo largo del siglo XXI serán:

- Un aumento generalizado de las temperaturas y la aridez.
- La inundación de grandes zonas costeras por la subida del nivel del mar producida por el deshielo de la Antártida y Groenlandia.
- Un aumento en la intensidad de los desastres naturales como consecuencia de la disipación del exceso de energía contenida en la atmósfera.

Figura 9.30: Previsión de la evolución de las emisiones del transporte (1990-2030) de GEI a escala mundial (1990-2030).

Figura 9.31: Emisiones mundiales por modos de transporte. Fuente: Transporte y cambio climático. Revista El ecologista. Ecologistas en acción. Núm 53. 2007.





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.6 Costes y beneficios

- La extinción masiva de muchas especies de animales y plantas.
- La inseguridad alimentaria, puesto que muchas tierras dejarán de ser aptas para la agricultura.
- El desplazamiento de millones de personas.
- El resentimiento de sectores económicos como el turismo o la agricultura,

Son tan incalculables los costes que puede representar todas estos desastres asociados a los fenómenos climáticos y que quizás ya se están empezando a vislumbrar: por destroz de infraestructuras y espacios naturales, pérdida de productividad. Tan sólo observar las consecuencias de cualquier desastre natural que ocurre actualmente nos da una idea de lo que puede suponer si se generaliza de forma constante (Figura 9.32).

Desde la perspectiva de los responsables políticos, se les está pidiendo a los países que incurran en los costos de reducir las emisiones de CO2 hoy a cambio de beneficios a menudo lejanos en el futuro y que parecen aleatorios e inciertos.

La lenta capacidad por generar credibilidad (desde foros científicos) ante este problema se ve además contrarrestado por los grupos

económicos dispuestos a negar la evidencia o a evitar penalizaciones económicas o costes de transformación; las dificultades en determinar calendarios y consecuencias aproximadas, así como el previsible alto coste social e individual frente a las crisis económicas cíclicas que presenta el panorama internacional, hace que la respuesta esté siendo lenta. Una respuesta que debe ser multifactorial y además unánime.

Pero las evidencias parecen indicar que la sociedad sólo activa los mecanismos de urgencia cuando se encuentra en el precipicio, aunque quizás las acciones ya lleguen tarde.

Ilusamente hay quien considera que algunas soluciones mágicas de último momento resolverán resuelvan el problema.

Sin embargo, otros costes más inmediatos refuerzan la necesidad de soluciones de descarbonización inmediata:

### Costes sanitarios de la contaminación

Así como se han evaluado los perjuicios derivados de la contaminación local, estimándose las muertes prematuras debido a los diferentes enfermedades

Figura 9.32: Desastre derivados del origen climático.  
- Quasi destrucción del Delta del Ebre por temporal Gloria.







inducidas por los contaminantes atmosféricos, no se ha estimado en cambio el coste sanitario de los mismos, de paso, junto con los derivados de la accidentalidad.

Disponer de ellos permitiría saber si es posible internalizarlos mediante los impuestos a los hidrocarburos, o para evaluar el retorno que implicaría realizar acciones para acelerar el cambio tecnológico del parque móvil (ver Capítulo 6.4).

Esta internalización daría un sentido a la transición energética y el cambio de modelo de movilidad que se está requiriendo, además de involucrar las acciones/responsabilidades individuales dentro del proceso.

### **La ineficiencia social del sistema de movilidad: Congestión**

Las ineficiencias del sistema de transporte pueden evaluarse a través de la congestión. En el Capítulo 7 se trató con mayor detenimiento los efectos de la congestión en la movilidad diaria y la falta de gestión sostenible de la misma. Así mismo los costes derivados de esta, que por otra parte se vienen evaluando desde hace años.

Los procesos de congestión suponen centenares de miles de pequeñas aceleraciones de parada y

arranque para seguir el flujo de colas. El momento inicial en que el motor se revoluciona, y debe vencerse la inercia del vehículo, el consumo se triplica aunque sea brevemente, generándose además, mayor cantidad de contaminantes (Figura 9.33), dado que también suele ser el de peor eficiencia de la combustión del motor.

### **Costos individuales**

Un dato resulta revelador. Los vehículos con motorización tradicional, que denominaremos carbónica (Ciclo Otto, en los cuales se consume productos derivados del petróleo) tienen una eficiencia lamentable.

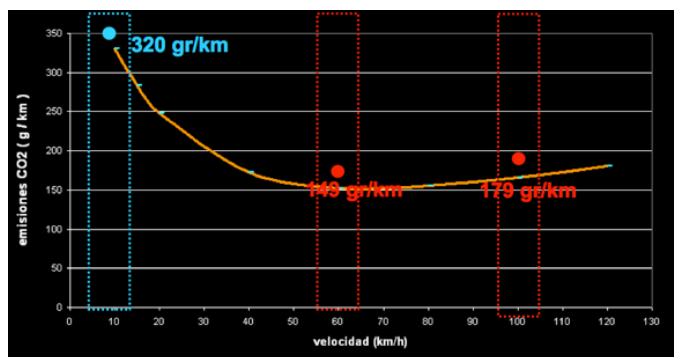
Tan sólo el 15% de la energía generada en la combustión del motor realmente contribuye a mover el vehículo. La mayoría se pierde en temperatura, en la transmisión, en vencer las inercias, hasta que realmente las ruedas empiezan a desplazar el vehículo, frente al 80% de eficiencia de un vehículo eléctrico (ver Capítulo 10). Por consiguiente, se puede decir que el 85% de cada litro de gasolina consumida se pierde sin utilidad alguna; o lo que es lo mismo, a igualdad de energía consumida, por cada km realizado en un vehículo

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.6 Costes y beneficios

**Figura 9.33:** Curva de generación de CO2 de un motor de 1400cc según velocidad en función de la velocidad

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.34:** Caracterización de emisiones Norma Euro para turismos. Fuente: Wikipedia.



convencional, se pueden recorrer 5,3 km en un vehículo eléctrico.

No se suele tener en cuenta, pero el dinero perdido en eficiencia energética durante la vida de nuestro vehículo carbónico nos permitiría en realidad casi adquirir otro vehículo. Por consiguiente, plantearse otro tipo de motorización supone a largo plazo un ahorro considerable a título personal, ya sólo considerando este aspecto de ineficiencia del motor.

Existen algunas calculadoras en webs especializadas que permiten estimar la conveniencia de utilizar un coche eléctrico en estos momentos en función del tipo de régimen de conducción personal (**Figura 9.35**).

**Figura 9.35:** Web para estimar condiciones de cambio a vehículo eléctrico.

Fuente: Fundación RACC .([http://www.ferranmorales.com/animate/animate/coches\\_CAST.html](http://www.ferranmorales.com/animate/animate/coches_CAST.html).)



### Recomendador para cambiar a movilidad eléctrica

Gráfico interactivo para comprobar si sale a cuenta cambiar a la movilidad eléctrica a partir de aspectos como los kilómetros recorridos habitualmente, el uso por ciudad o carretera, la disponibilidad de aparcamiento, el gasto potencial en mantenimiento o la sensibilidad medioambiental, entre otros.

### ¿SALE A CUENTA COMPRAR UN COCHE ELÉCTRICO? RACC

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Dependiendo de la respuesta se coloreará el coche correspondiente que es más favorable a la elección.

¿Conduces por ciudad o por vías rápidas?

· Más por ciudad

· Más por vías rápidas



Tipo	Fecha	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Diésel</b>						
Euro 1	Julio de 1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, IDI	Enero de 1996	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2, DI	Enero de 2000	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro 3	Enero de 2000	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	Enero de 2005	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro 5	Septiembre de 2009	0.50	-	0.23	0.18	0.005
Euro 6	Septiembre de 2014	0.50	-	0.17	0.08	0.005
<b>Gasolina</b>						
Euro 1	Julio de 1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	Enero de 1996	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	Enero de 2000	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	Enero de 2005	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro 5	Septiembre de 2009	1.0	0.10	-	0.06	0.005 <sup>b</sup>
Euro 6	Septiembre de 2014	1.0	0.10	-	0.06	0.005

\* Antes de Euro V turismos > 2500 kg estaban clasificados en la categoría Vehículo industrial ligero N1 - I

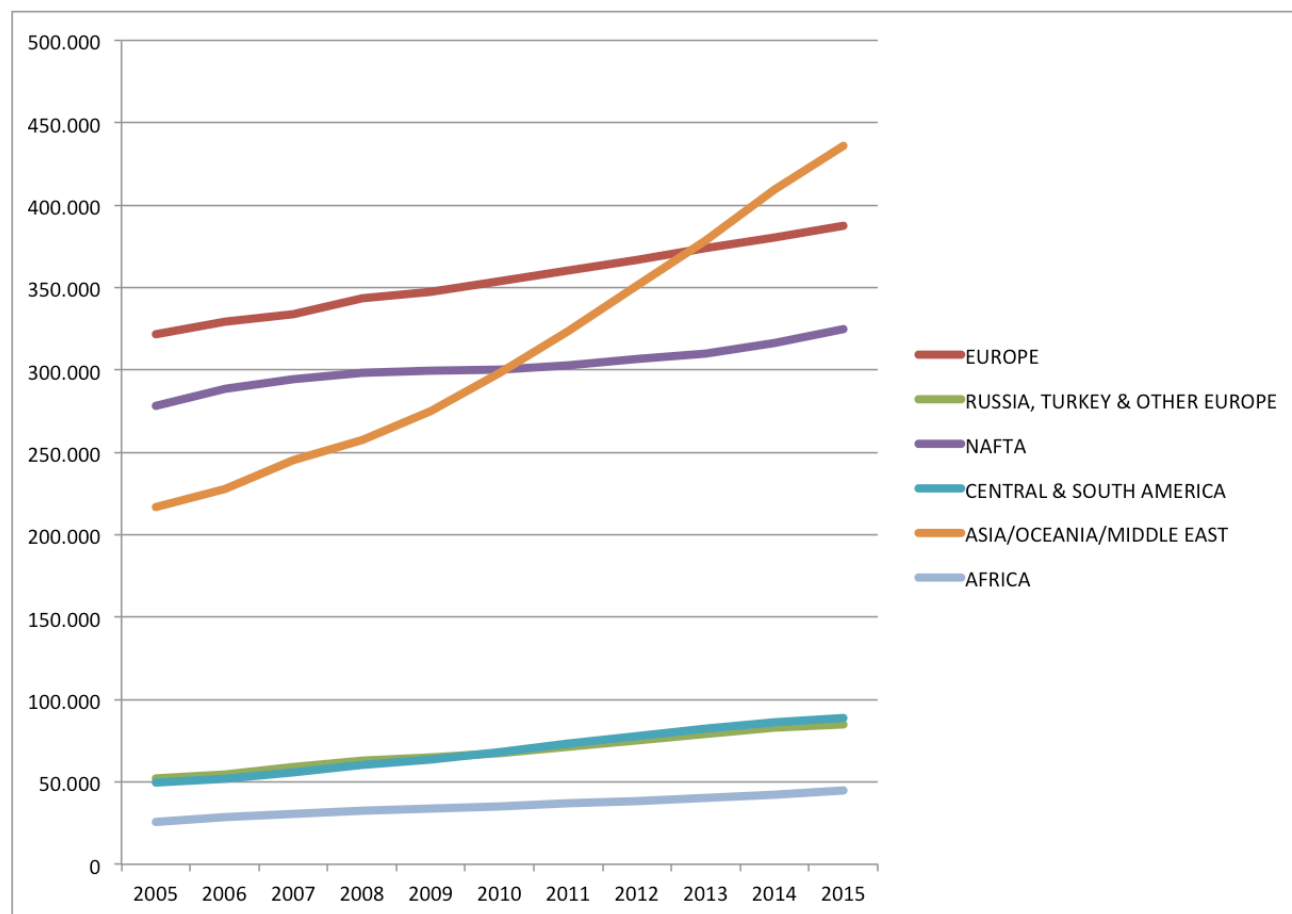
## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.7 Cambio de paradigma

### 9.7 Cambio de paradigma

Las tendencias muestran de manera reiterada un incremento general de la movilidad asociado al de la productividad. A pesar de la labor de concienciación de un uso más racional del automóvil, la reducción de emisiones impuestas a la industria de la automoción (en el caso de la UE) no parece compensar el incremento en valor absoluto del parque de vehículos motorizados y de su movilidad generada (veh x km recorridos), en especial por lo que se refiere a los países de desarrollo acelerado como China, India o Brasil.

Y debería pensarse en tantos otros países que aún no han alcanzado el índice de motorización de los más desarrollados, pero con un potencial demográfico y económico enorme, de los cuales cabe esperar todavía un incremento significativo de la movilidad motorizada en todos ellos, así como la movilidad transcontinental de mercancías y personas mediante transporte marítimo o aéreo, fruto de la globalización.

Figura 9.36. Crecimiento del parque móvil mundial por continentes.  
Fuente: Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA)



## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.7 Cambio de paradigma

Tanto la urgencia impuesta por reducir la contaminación atmosférica planetaria y local, como la dependencia energética y sus consecuencias también locales y globales, proporciona motivos más que suficientes para iniciar no sólo una transformación del parque móvil hacia motorizaciones menos carbónicas, sino para intentar acelerarlo.

Par ello deben analizarse y obtener argumentos sólidos para defender las ventajas y beneficios (sociales o individuales) de este proceso necesario para involucrar a la población en su aceleración; a la vez que considerar las dificultades y obstáculos previsible para minimizar su posible acción de freno.

Como beneficios añadidos pueden considerarse los siguientes:

- Efecto real en la reducción de emisiones GEI
- Mejora de esperanza de vida gracias a la reducción de emisiones locales.
- Mejoras derivadas de la reducción del impacto acústico (en reducción del estrés).
- Reducción de gasto sanitario (ahorro social) gracias a la reducción de emisiones locales y

seguros para incrementar de la esperanza de vida.

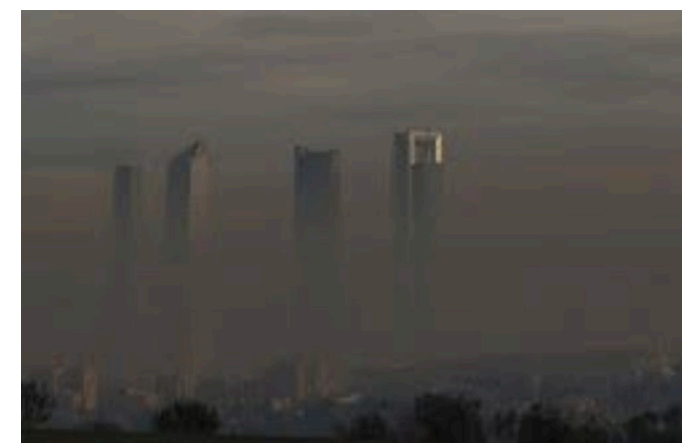
- Potenciación de la industria de la automoción gracias a una promoción pública significativa del mercado de vehículos con nuevas tecnologías de motorización.
- Mejora de la seguridad vial gracias a los nuevos vehículos.
- Reducción de la dependencia del petróleo (ahorros sociales de la importación de petróleo)
- Potenciación de industria local asociada a la creación de energías renovables.
- Capacidad de autogeneración energética en la reducción de costes individuales.

Como obstáculos o inconvenientes pueden preverse los siguientes:

- Intereses asociados al petróleo (que afecta a los propios estados al estar ligados a los impuestos que actualmente obtienen los combustibles).
- Capacidad y fiabilidad real de generación de energía eléctrica a partir de energías renovables.
- Efecto del cambio en la generación de energía eléctrica y la deslocalización de la generación de la energía.

Figura 9.37: Contaminación alarmante en Pekín.  
Fuente: Diario El Mundo digital 18/12/2015.

Figura 9.38: Contaminación en Madrid  
Fuente: tercerainformación.es. 20/06/2023





## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.7 Cambio de paradigma

- Extensión de una infraestructura necesaria para romper las barreras del consumidor a este cambio.
- Efectos económicos y ambientales sobre la demanda de determinados recursos naturales como el litio en la creación de baterías y los efectos ambientales de su renovación.
- Costes energéticos de transformación.

Estas consideraciones afectan tanto a usuarios, administraciones como a la industria. La magnitud de los beneficios o la minimización de los problemas de lo que está en juego no permite otra cosa que establecer consensos político y sociales para establecer un plan que realmente permita acelerar este cambio.

Pero atendiendo al margen de tiempo que indican los expertos ante un cambio climático inminente (en términos de vida terráquea), todos los países deberían estar trabajando, colaborando incluso bajo un paraguas común de escala mundial con la misma intensidad que cuando los EEUU y la antigua URSS estaban compitiendo por ser el primero en poner un hombre en la Luna.

En este caso, todos y cada uno de los países debe estar comprometido, en la medida de sus

posibilidades; aunque bien es cierto que aquellos que más tiempo llevan contaminando tienen mayor responsabilidad en la situación.

De ello depende la calidad de vida de las próximas generaciones.

### Acuerdo de París (2015)

El *Acuerdo de París* reúne por primera vez a todas las naciones en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, con un mayor apoyo para ayudar a los países en desarrollo a hacerlo. Como tal, traza un nuevo curso en el esfuerzo climático global.

El objetivo central del *Acuerdo de París* es fortalecer la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo un aumento global de la temperatura en este siglo muy por debajo de 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales y perseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados.

Además, el Acuerdo apunta a fortalecer la capacidad de los países para enfrentar los



impactos del cambio climático. Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, se establecerán flujos financieros apropiados, un nuevo marco de tecnología y un mejor marco de creación de capacidad, apoyando así la acción de los países en desarrollo y los países más vulnerables, en línea con sus propios objetivos nacionales.

El Acuerdo también prevé una mayor transparencia de la acción y el apoyo a través de un marco de transparencia más sólido.

El Acuerdo de París entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, treinta días después de la fecha en que al menos 55 Partes en el Convenio representaron un total de al menos un 55% del total de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Pero un vez definidas las buenas intenciones, vienen entonces las realidades de los procesos de crisis económicas mundiales o locales. Aparece de pronto ante los políticos la dicotomía entre reducir emisiones o reducir la productividad, maniatados por el principal Indicador de referencia de estado de un país: PIB, cuando en el fondo ya se sabe que resulta inalcanzable a largo plazo, dado que los recursos siempre serán finitos.

Es precisamente esa visión fomentada e instalada



en el imaginario colectivo por las escuelas de negocio y las teorías económicas imperantes, donde la riqueza de un país viene determinado sobre todo por la capacidad de movilizar “masa”: producción y consumo, en vez de movilizar “electrones”, es decir, conocimiento. Todo ello determina que, inevitablemente, cueste afrontar los paradigmas de cambio que se requieren en estos momentos.

### ¿Decisiones adecuadas?

Se vienen esperando decisiones sobre acuerdos internacionales gubernamentales que fracasan continuamente <sup>[14]</sup> y donde la conclusión reiterada es que tan sólo se alcanzan acuerdos de mínimos que además se incumplen sistemáticamente y deben aplazarse. La necesidad de mantener el control por parte de las instituciones hace que estas decisiones dependen básicamente de la capacidad de acción institucional, que tiende a ignorar la capacidad de transformación realizada desde las acciones sociales e individuales, cuando son las que realmente inducirían al cambio si se les involucrara y acompañara adecuadamente. Cabe también preguntarse si la idea de establecer un mercado de emisiones va a ser una idea acertada

## 9 EXTERNALIDADES II: CONTAMINACIÓN / 9.7 Cambio de paradigma

o tan sólo la excusa para permitir que los países más ricos puedan seguir comprar los recursos (derechos de emisiones en este caso) de los más pobres como fórmula para seguir contaminando. Quizás para evitar este “mercadeo” internacional deba limitarse a entornos más reducidos de continentes o países.

Pueden destacarse como ejemplo algunas de las sugerencias realizadas por dos agrupaciones privadas sin ánimo de lucro en el caso de Cataluña <sup>[15]</sup>, cuyas ideas, difieren en puntos importantes respecto a las establecidas por la administración o no han sido planteadas, pero cuya lógica parece evidente:

- Gravar sobre todo el uso del vehículo en vez de las emisiones nominales de la ficha técnica o la propiedad del vehículo. Establecer un impuesto general sobre emisiones anuales efectuadas por cada vehículo en base a medidas y registros de las revisiones periódicas de la ITV, y la posibilidad de hacer correcciones económicas en función de las circunstancias de las personas, de las características del entorno y del tipo y servicio del vehículo.

- Establecer unos umbrales de emisiones anuales por vehículo haciendo énfasis especial en los más contaminantes) en función de las circunstancias de las personas, del tipo y servicio del vehículo y de la zona prioritaria de su movilidad. Grabar progresivamente las emisiones que sobrepasen estos umbrales.

- Prohibir la circulación de vehículos generadores de emisiones en los episodios de contaminación elevada, de forma local y temporal, y tan sólo permitir la circulación de los vehículos de tracción eléctrica y de servicios públicos.

- Establecer un criterio máximo de impuestos y uso para los vehículos más antiguos, determinados como clásicos.

- Hacer más severa la fiscalidad sobre emisiones a medida que adelante la transición energética.

- Dedicar los recursos económicos obtenidos de los impuestos de forma preferente a la implementación del transporte colectivo o a la transición de la motorización privada sin emisiones hacia motorizaciones sin emisiones, con prioridad para los municipios pequeños con mayor déficit de

transporte público colectivo.

- Impulsar la función educadora del impuesto y los límites sobre emisiones efectuadas hacia el objetivo central: la reducción de las emisiones hasta el valor cero en el horizonte 2040.

- Proporcionar medidas coherentes a la ciudadanía que les aporte alternativas coherentes de decisión personal de su movilidad cotidiana.



### 9.8 Ideas clave

- El transporte realizado mediante combustibles fósiles es una de las causas principales a escala mundial de contribución en la contaminación global (GEI) y local, aunque tampoco sea el mayoritario.

**Realizar acciones sobre este único sector permite conseguir beneficios en tres ámbitos de una vez:** el cambio climático, la salud de las personas, y la dependencia energética del petróleo y su incidencia en las economías de los países y en la estabilidad política mundial. Los esfuerzos y recursos invertidos en ello tendrán indudablemente un buen rédito social.

- Para realizar políticas eficaces de actuación sobre el transporte en general y la movilidad en particular debe **distinguirse el grado de incidencia potencial que presenta el parque móvil según la tipología de vehículos, pero también su cuantía en número de vehículos** (también según sectores profesionales), km recorridos y acumulados. De igual modo debe considerarse los comportamientos y capacidades individuales para afrontar las restricciones. De otro modo se acostumbra a elaborar medidas de brocha gorda que acostumbran a resultar ineficaces para un grueso significativo de personas.

- La **aplicación de zonas de bajas emisiones (LEZ)** como procedimiento para reducir la contaminación, normalmente en episodios de contaminación elevados, puede resultar efectiva en momentos específicos y lugares concretos, pero **no afecta a la mayoría del territorio ni al volumen muy importante de kms recorridos fuera de esas zonas delimitadas.**

Su implantación es además causa de inequidades sociales numerosas ya que obliga a un cambio de vehículo a múltiples personas trabajadoras que no pueden permitirse un cambio de motorización.

- Los expertos en contaminación se dedican a proponer **otras medidas** como la realización e implantación de **Planes de movilidad sostenible.** Pero sus resultados en términos de contaminación no son tan efectivos, ya que **empezarán a disfrutarse en una o dos décadas** y, por consiguiente, superan los límites temporales que se están sugiriendo ante la amenaza del cambio climático efectivo.

En cambio **poco se dice de promover un cambio tecnológico drástico** basado en otras fuentes de energía, que seguramente sería un fuerte catalizador para que las resistencias y barreras generadas por economías incipientes, se pudieran superar muy rápidamente.

- Se requiere un cambio de paradigma para afrontar el problema y donde se busque un consenso y objetivo común capaz de aunar esfuerzos y eliminar susceptibilidades.

Debería evaluarse el retorno social que puede suponer una inversión histórica de los gobiernos en fomentar el **cambio de tecnología en la motorización del sector empresarial e industrial; pero también se requiere una implicación muy consistente de estos últimos en desarrollarlo y facilitarlo**, sin esperar quizás los beneficios esperados normalmente, dado que las consecuencias de no conseguirlo globalmente van a tener un coste muy superior.

Todo ello debe ir dirigido sobre todo a la participación individual como alma motor de este cambio histórico que se está requiriendo.

Si tuviéramos la certeza de que las consecuencias se iban a producir, seguramente la mayoría de la población no sólo actuaría en consecuencia, sino que obligaría a los grupos resistentes a hacerlo.

- Aunque no tan conocido pero igualmente incidente, también los efectos de la **contaminación acústica**, en la salud humana deberán ser considerados de



forma seria e internalizarlos en el diseño urbano como un indicador más de calidad de vida.

- Se empieza a asumir que nos encontramos en una fase de “descuento” cuando palabras como “emergencia climática” empiezan a formar parte del vocabulario de políticos que hace 10 años ni supieran que existía. El tiempo es precisamente uno de las limitaciones<sup>[x]</sup> y los peores enemigos de esa emergencia somos nosotros mismos como especie. Un estado de emergencia requiere condiciones excepcionales y así debería plantearse.

- A pesar de que se vienen esperando decisiones sobre acuerdos internacionales gubernamentales, estos fracasan continuamente. Las sucesivas conclusiones son reiterativas en alcanzar tan sólo acuerdos de mínimos, que además se incumplen sistemáticamente. Cabría pensar si deben ser las decisiones individuales inmediatas y **la organización de la sociedad civil, la que realmente deba liderar el cambio**, que acabará por forzar a los políticos a sumarse a ello.

- **La falta de un proyecto global para transformar la movilidad** y hacer frente al cambio climático y la contaminación, hace que los gobiernos tomen

**medidas precipitadas** que no siempre son las más adecuadas, a la vez que pueden originar reacciones de rechazo social contraproducente.

Los gobiernos locales, especialmente los de las grandes concentraciones urbanas, proponen prohibir la circulación de los vehículos de índices de emisiones por kilómetro más elevados (generalmente los más antiguos) en determinadas áreas centrales con el objetivo de disminuir la contaminación.

Asimismo, los gobiernos de los países, desde las responsabilidades globales, trabajan en leyes para grabar económicamente los vehículos en función de los diferentes índices nominales de emisiones de dióxido de carbono por kilómetro ( $\text{gCO}_2 / \text{km}$ ) según los diferentes modelos y tipos de usos.

Estas **medidas, muy condicionadas por la urgencia y las presiones** de los fabricantes de vehículos, no siempre son las más adecuadas y eficientes. Vale la pena considerar algunas de las repercusiones tanto desde el punto de vista del objetivo de reducir las emisiones como de las afectaciones en la movilidad de diferentes sectores sociales.

La evaluación de la contaminación generada por cada individuo, empresa, organización o sector, debe ser el valor de control a considerar, y no

la categoría de vehículo que se adquiera o su antigüedad, que depende del grado de uso que realmente se hace de ello. Así es como en realidad se aplica al hablar de la tasa de  $\text{CO}_2$  máximo que puede emitir cada país y el mercado del  $\text{CO}_2$  que se ha establecido a partir de ello bajo **el principio de “quien contamina paga” que debiera extenderse a todos los niveles**.

Sin embargo, el “mercadeo” más que mercado que supone la monetización y venta de la tasa de  $\text{CO}_2$  entre países (con un sistema de control muy poco controlado) también debiera ser un sistema a eliminar. Pervierte también el objetivo último, dado que permite que aquellos países más contaminantes (y normalmente más ricos) puedan seguir haciéndolo, a costa de pagar a los menos ricos su cuota no utilizada.

- Por otra parte, la **reutilización de vehículos antiguos con un cambio de motorización** (a pesar de reticencias puramente administrativas o intereses creados) también debiera formar parte del panel de opciones, dado que la eliminación del parque móvil también tiene un coste energético y de contaminación considerable que debe ser considerado al contemplar el ciclo de vida y la sostenibilidad en el ciclo de vida de los residuos.

### Notas

[1] Debe señalarse que existen otros contaminantes con mayor impacto en términos relativos que también se generan con la combustión. Al ser volumen claramente inferior en términos absolutos respecto al generado de CO<sub>2</sub>, se tiende a identificar con el principal.

[2] La venganza de la Tierra. James Lobelock. Planeta, 2007.

[3] Según datos de la Asociación Internacional de Fabricantes de Vehículos Motorizados (OICA-<http://www.oica.net>), el parque mundial de vehículos ha crecido una tasa promedio de 3,8% anual desde 2005 a 2015. Ha crecido un 45% (423 M) en 10 años, pasando de 944M a 1.367M de vehículos (45% acumulado), debido especialmente a los países con economías emergentes de Asia, que acumula el 52% de todo ese crecimiento.

[4] En 2015 el parque mundial se estimaba en 1200 millones de vehículos, concentradas en su mayoría en USA y Europa, con tasas de 800 vehic/1000 hab. en el primero y entorno en los 600 vehic/1000 hab. en los segundos. Países emergentes como China con tasas de 120 vehic./1000 hab., está teniendo crecimientos anuales del 13% (<https://datosmacro.expansion.com/negocios/vehiculos-en-uso>).

[5] Calidad del aire en las ciudades Españolas. Cap 4. Impacto sobre la salud. Observatorio de la sostenibilidad ([www.sostenibilidad-es.org](http://www.sostenibilidad-es.org)).

[6] Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo DIRECTIVA (UE) 2016/2284 DEL PARLAMENTO EUROPEO relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, (<https://www.boe.es/doue/2016/344/L00001-00031.pdf>).

[7] El transporte de mercancías por carretera en España (<https://www.transeop.com/blog/transporte-de-mercancias-por-carretera/299/>)

[8] Según el estudio de *Caracterización del parque móvil motorizado de Barcelona y sus emisiones de 2010* (AMB Barcelona), se estimaba que el parque de motocicletas generaba el 12% de las partículas.

[9] Caracterització dels vehicles i les seves emissions a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (2017).

[10] Informe de gestión de 2010 y 2017. EMT Madrid.; Informe de gestió 2017. TMB (Julio 2018)

[11] 4rt Seguiment del Pla director de Sostenibilitat ambiental de TMB. 2018.

[12] Aún cuando se actúa sobre las emisiones que generan los diferentes modos de transporte, la lectura registrada corresponde a las inmisiones, que son los contaminantes que resultan y finalmente respiramos las

personas, a veces como resultados de la reacción de algunos productos emitidos (por ejemplo el O<sub>3</sub>).

[13] Web que recoge las zonas LEZ implantadas en diferentes ciudades Europeas, sus modos de gestión y algunos resultados. (<http://urbanaccessregulations.eu/>)

[14] La primera se produjo en Río en el año 92 y tuvieron que pasar 21 cumbres hasta que en 2015 el Acuerdo de París se convertía en un tratado global ratificado por casi 200 países. Un hito histórico que, a pesar de que Donald Trump anunciara el abandono de Estados Unidos del Acuerdo en 2020, crea un marco que posibilita la acción hacia la transformación a un modelo de desarrollo bajo en emisiones. ([https://www.wwf.es/nuestro\\_trabajo/clima\\_y\\_energia/cumbres\\_del\\_clima/](https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/clima_y_energia/cumbres_del_clima/))

[15] Propuesta Cmes (Colectivo para un nuevo modelo energético y social sostenible) ([www. http://cmes.cat/](http://cmes.cat/)) 2019; Fundación RACC - Automóvil y medio ambiente 2009 - Claves sobre el impuesto del CO<sub>2</sub>. Enero 2020.

[16] Ecotest 2007. Automóvil, cambio climático y calidad del aire- Fundacion RACC.

### Referencias bibliográficas

- Ecotest 2007. Automóvil, cambio climático y calidad del aire- Fundacion RACC.
  - Air Quality in europe-2018 report. European environment Agency
  - Calidad del aire en las ciudades españolas. Observatorio de la sostenibilidad en España. Universidad Alcalá de Henares. 2008 (<https://www.observatoriosostenibilidad.com>)
  - Ranking de ciudades de los sistemas LEZ aplicados (<http://sootfreecities.eu>)
  - Mapa interactivo de Europa de ayudas a la compra de vehículo eléctrico (<https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-electric-vehicle-incentives-per-country-in-europe-2018>).
  - ONU. Cambio climático. El acuerdo de París. (<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>)
  - La dependencia energética en España por sectores y su impacto económico. Julio 2016. (<http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-7773-la-dependencia-energetica-espana-sectores-impacto-economico.aspx>)
  - Proposta per a la reducció de les emissions de la mobilitat. Col·lectiu CMES. (<http://cmes.cat/wp-content/uploads/2019/12/CMES-2019-11-REDUIR-LES-EMISSIONS-DE-LA-MOBILITAT-v9-1.pdf>).
- ### Artículos de referencia
- <https://magnet.xataka.com/que-pasa-cuando-cuando-los-cientificos-predicen-una-glaciacion-dentro-de-15-anos-a-la-vez-que-apuntan-al-calentamiento-global>
- ### Webs
- Web que recoge las zonas LEZ implantadas en diferentes ciudades y sus modos de gestión: <http://urbanaccessregulations.eu>
  - Car data facts. <https://cardatafacts.eu/share-car-data>. Este sitio web proporciona una visión general basada en hechos sobre todo lo relacionado con el intercambio de datos generados por vehículos compartidos.
  - <https://www.bloomberg.com/graphics/2015-whats-warming-the-world/>
  - <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/cc-al-detalle/consecuencias>.
- <https://datosmacro.expansion.com/negocios/vehiculos-en-uso?anio=2015>
  - Emisiones del transporte y cambio climático (<https://www.ecologistasenaccion.org/?p=20911>)
  - Web world resources institute (<https://www.wri.org/our-work/topics/climate>)
  - <https://www.transportenvironment.org/annual-report-2018/documents/TE-Annual-Report-2018.pdf>
  - Confederación española del transporte de mercancías. (<https://www.cetm.es/banco-de-documentos/>)



