



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

GRUPO DE TRABAJO

GT-ETRA

Transporte: movilidad sostenible y eficiencia energética

Documento Final



PARTICIPANTES:

Relator:

María Florencia Morales. Unión General de Trabajadores;

Comité técnico:

Alberto García Lampérez. Renfe Operadora;
Antonio Donoso López. Aena;
Ariadna Mayoral Martínez. Acciona Transmediterránea;
Carlos Martínez Camarero. CCOO;
Eduardo Medina Sanz. Acciona Transmediterránea;
Esther Guervos Sánchez. Universidad Alfonso X El Sabio;
Evangelina Nucete Álvarez. WWF/Adena;
Fernanda Miguélez Poce. Universidad da Coruña;
Francisco Monedero Gómez. IDAE;
Gabriel Castañares Hernández. Renfe Operadora;
Jesús Javier Fernández Adarve. Ferrovial AGROMAN;
Laura Crespo García. CEDEX;
María Dolores Muñoz Cáceres. Universidad Autónoma de Madrid;
Marta Suárez Casado. Universidad Autónoma de Madrid;
Paloma Mateo García. ENDESA;
Salvador Fuentes Bayo. Diputación de Barcelona;
Santos Núñez. Renfe Operadora;
Sara Robles Fernández. Agencia Andaluza de la Energía;
Sergio Fernández Balaguer. Fundación Movilidad;

Coordinador:

Emilio Menéndez Pérez. Fundación CONAMA.



ÍNDICE

I.- Introducción.....	5
I.1.- Presentación	
I.2.- Antecedentes y justificación	
I.3.- Objetivos generales y específicos	
I.4.- Contexto	
II.- Energía y medio ambiente en el transporte.....	10
II.1.- Introducción	
II.2.- Contaminación atmosférica	
II.3.- Expectativas de futuro	
III.- Transporte y Cambio Climático.....	12
III.1.- El problema global del Cambio Climático. Afectados	
III.2.- Emisiones de gases de efecto invernadero	
III.3.- Incidencia del transporte en el Cambio Climático	
III.4.- España: Transporte y Cambio Climático	
IV.- Expectativas y límites tecnológicos.....	16
IV.1.- Nuevas tecnologías en automóviles	
IV.2.- Biocarburantes	
IV.3.- El vector hidrógeno	
V.- Transporte, urbanismo y planificación territorial.....	31
V.1.- Introducción	
V.2.- Continuidad matizada del actual modelo de desarrollo de infraestructuras de transporte	
V.3.- El desplazamiento a los centros de trabajo: Planes de movilidad	
VI.- Instrumentos para mejorar la movilidad.....	42
VI.1.- Introducción	
VI.2.- La legislación sobre movilidad en España	
VI.3.- La Ley de movilidad catalana	
VI.4.- El proyecto de Ley de movilidad estatal	
VI.5.- Los planes de movilidad	
VII.- Transporte de mercancías.....	48
VII.1.- Situación general del transporte de mercancías en España	
VII.2.- Herramientas para el desarrollo de un sistema eficiente	
VII.3.- Estudios de caso	
VIII.- Percepción social y conducta personal.....	64
IX.-Introducción al debate.....	65



X.- Conclusiones.....	67
XI.- Bibliografía.....	69
XII.- Anexo I: Vehículos más eficientes ¿para cuándo? Petróleo y transporte, una amenaza para la economía y el medio ambiente.....	70



I.- Introducción

I.1.- Presentación

Ya en ocasiones anteriores se ha tratado en CONAMA el tema del transporte de mercancías y la movilidad de las personas, el documento que aquí se presenta tiene una elaboración específica del grupo de trabajo que ha reflexionado sobre las diferentes cuestiones, además se actualizan datos e informaciones de documentos de anteriores Congresos, de los cuales es una continuidad.

Nos encontramos ante un conjunto de actividades que suponen un consumo significativo de energía, en buena medida derivados del petróleo, pero también traen unas incidencias ambientales muy importantes: los efectos de las infraestructuras de transporte en el entorno natural, la contaminación atmosférica urbana y la incidencia de las emisiones de CO₂ en el calentamiento global. Sobre ambas cuestiones: consumos energéticos e incidencia ambiental se hace una actualización de datos más adelante.

En el tercer capítulo se hacen unas reflexiones sobre la relación directa del transporte y la movilidad con la evolución del calentamiento global. En España este sector de actividad si se valora en todo su ciclo energético ya es el primer emisor de gases de efecto invernadero. Tratamos en este CONAMA IX de poner de manifiesto esto y que además el previsible crecimiento de la demanda de energía para transporte a nivel mundial es la causa de mayor preocupación por el medio ambiente global.

Aparte de la contribución de estas actividades al calentamiento global, pueden fomentar un desarrollo incontrolado de la producción de biocarburantes; la actual situación del mercado del petróleo y sus derivados promueven la demanda de estos productos, que hoy son de origen agrícola y en el futuro debieran no entrar en competencia con la producción de alimentos, nos referimos a los biocarburantes de segunda generación. Aunque hay otras áreas de debate en CONAMA sobre los biocarburantes, aquí se va a hacer una breve mención a ellos.

Por ello en el capítulo cuatro se quieren hacer unas reflexiones sobre los límites de la tecnología, el desarrollo de nuevas opciones de sistemas o energías aplicables a la tracción en transporte y movilidad es una oportunidad de reducir los impactos ambientales de estas actividades; pero se quiere llevar a la sociedad la convicción de que no podemos dejar la resolución de los problemas al avance tecnológico sino que es preciso un cambio de los modelos sociales que se relacionan con el transporte y la movilidad.

En el capítulo cinco se hace una crítica del modelo de ordenación del territorio y el urbanismo, no sólo el pasado sino también el que se sigue desarrollando en la actualidad, que contribuyen a que la movilidad de las personas quede condicionada por una excesiva necesidad de desplazamientos a la vez que un déficit en la disponibilidad de transporte colectivo.

El capítulo seis incluye unas reflexiones sobre los instrumentos que se quieren desarrollar en la sociedad para cambiar nuestro esquema de desplazamientos, por un lado las leyes de movilidad urbana y de otro los planes de movilidad a los centros de trabajo y estudio; más otros instrumentos. También se reflexiona sobre las consideraciones que se han de tener presentes en los desplazamientos dedicados al ocio o al turismo.



Las cuestiones relacionadas con el transporte de mercancías se muestran agrupadas en el capítulo séptimo. Se busca dar una visión global de este tema que quizás deba ser tratado de forma más amplia en un próximo CONAMA, aparte de otros foros.

Por último, retornando a la movilidad personal, pero también al conjunto del sector del transporte, se quiere hacer una introducción a los conceptos de percepción social y de actitudes personales sobre el binomio “Transporte – Cambio Climático”; estamos convencidos que ha de ser una respuesta ciudadana la que nos lleve por otro camino en este problema, el Calentamiento Global, al que se ha de enfrentar la sociedad española y en general la Humanidad.

I.2.- Antecedentes y justificación

El transporte de mercancías y la movilidad de personas representan una parte significativa del consumo energético:

- 20% a nivel mundial.- Es importante considerar el hecho de que en muchos países el bajo grado de desarrollo no facilita el acceso a la movilidad en automóvil privado.
- 30% en la Unión Europea.- Existen buenas infraestructuras de transporte, sobre todo las que afectan a la movilidad personal en ciudades.
- 40% en España.- Tenemos una movilidad urbana deficiente, el turismo es un elemento significativo de nuestro sistema económico.
- 50% en diferentes países en vías de desarrollo.- En ellos la movilidad crece a la vez que lo hace su nivel económico, por ejemplo en el conjunto de países de América Central.

En este documento nos centramos en la situación española, la cual es preocupante en diferentes aspectos, algunos muy relacionados con el objeto de este Congreso Nacional de Medio Ambiente.

La calidad del aire en las ciudades españolas no es buena, tenemos elevadas concentraciones de micro partículas, óxidos de nitrógeno y ozono, aparte de otros problemas como ruidos o congestión, todos ligados a la movilidad en ciudades.

La emisión de gases de efecto invernadero debidos al transporte y la movilidad ha crecido desde 1990 hasta la fecha en más de un 80%, mientras que la media de todos los sectores se sitúa en un 50%.

I.3.- Objetivos generales y específicos

Objetivos generales: Se pretende llevar, o reforzar, en el debate social la consciencia de que el transporte y la movilidad son un tema crítico en nuestros problemas ambientales, tanto en los locales como la contaminación atmosférica urbana, como en los globales, en particular el cambio climático.

La búsqueda de caminos de respuesta positiva a esos problemas ha de contemplar actuar en dos líneas. Por un lado sobre cuestiones de base: modelo económico en general y urbanístico en particular, o la incidencia de la publicidad y a veces los medios de comunicación en el fomento de una movilidad insostenible; Y de otro, actuar para conseguir respuestas sociales y empresariales hacia cambios en comportamientos que nos lleven a esquemas más sostenibles.



Objetivos específicos: Se van a analizar y discutir en concreto algunos aspectos: líneas de mejora en el tráfico de mercancías, límites de la tecnología para dar respuestas positivas, necesidad de propuestas y normativas desde los poderes públicos que afecten al urbanismo, viabilidad de poner restricciones a determinados tipos de movilidad, nuevos modelos de comunicación para ir a una movilidad sostenible

I.4.- Contexto

Consumo energético

En España el transporte y la movilidad suponen casi el 25% de las emisiones totales de CO₂, valor que se incrementa si se incluyen las correspondientes a los pasos de la cadena de uso de combustibles, es decir las refinerías de petróleo y actividades complementarias.

Es el primer sector de actividad en España en emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones se unen a tres líneas de transporte: movilidad personal en automóviles, tanto en ciudad como en viajes interurbanos; transporte de mercancías en camión y en furgoneta; y transporte aéreo, fundamentalmente de personas. De los dos primeros existe una percepción social del problema, pero del último no es así, de hecho no fue un factor de emisiones en principio considerado en el Compromiso de Kyoto.

Se quiere resaltar aquí esos tres conceptos, que se pueden ver también en la figura nº 1 en la cual se recogen los consumos energéticos en España al año 2006. El sector transporte supone el 38% del consumo de energía, ya más que la industria, y en él un 80% es el de todos los desplazamientos por carretera: personas y mercancías, pero ya el de aviación supone un 13% y es el que tiene una tasa de crecimiento más elevada.

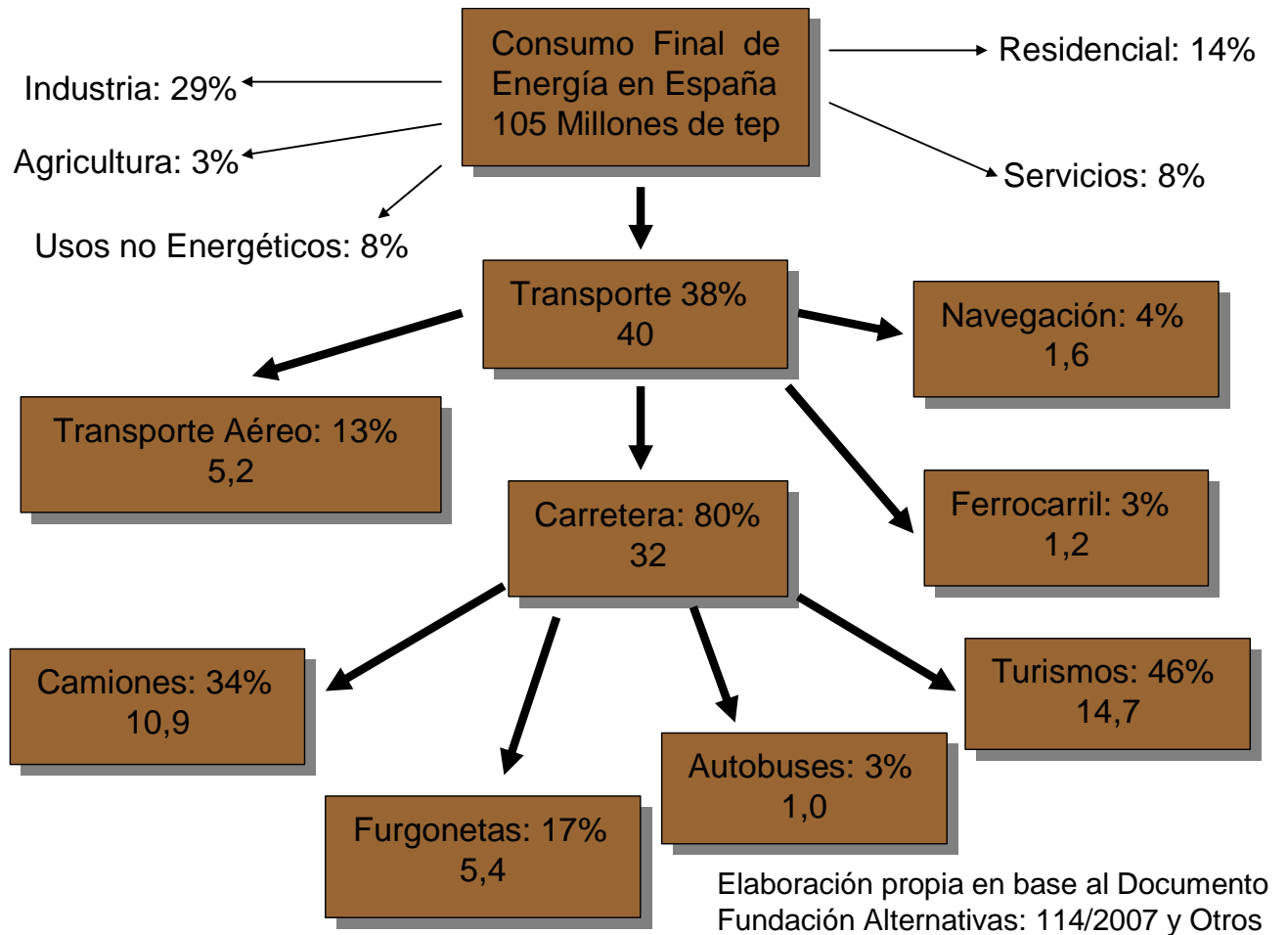


Figura: Consumos de energía en transporte. Desglose

En su conjunto el sector transporte es, entre los de emisiones significativas, el que ha incrementado en mayor medida sus emisiones desde el año de referencia (1990), algo más de un 80%, cuando la media del país se sitúa en torno al 50%. Desde la firma del Compromiso de Kioto, es preciso reconocer que hemos perdido una década de cara a disponer de medidas correctoras para este sector.

Riesgo de abastecimiento energético

Es un aspecto que se hace patente con la actual situación de los precios del petróleo; afecta fundamentalmente al transporte por carretera y es además uno de los factores que fomentan la actual crisis económica. Existe una marcada incidencia social ya que el sector transporte da trabajo a más de un millón de personas en España. La dependencia del sector de los productos derivados del petróleo es prácticamente absoluta (niveles superiores al 98%).

Esta segunda crisis del petróleo (la primera se desarrolló en la década de los años setenta del pasado siglo) fomenta el cambio tecnológico que se comenta más adelante,



que además tiene la componente de búsqueda de soluciones más limpias para el transporte y la movilidad. Hay que adelantar, no obstante, que ese cambio será lento y poco significativo en las próximas tres décadas.

Calidad de vida en entornos urbanos

El desarrollo deficiente del urbanismo y el tráfico intenso incluyen una serie de aspectos negativos, desde el exceso de ruido hasta la contaminación urbana; aspectos a tener en cuenta hacia futuro, que aquí se quieren mencionar, pero que no se van a analizar en detalle en este documento.



II.- Energía y medio ambiente en el transporte

II.1. Introducción

Asociamos el transporte con ciertos problemas ambientales, claramente con los que vivimos de manera más cercana, estos que nos aparecen en las ciudades: contaminación atmosférica urbana, ruido y el estrés ligado a la congestión del tráfico. En ese sentido los ciudadanos comenzamos a ver que es factible que se pongan algunas restricciones a la movilidad urbana, o mejor aun a buscar soluciones tecnológicas que nos eviten o minimicen esos problemas.

En este apartado se van a hacer unas breves consideraciones sobre la contaminación atmosférica debidas al transporte. En el grupo de trabajo se asume la necesidad de ir hacia otros modelos de movilidad de menor consumo energético o al menos con menor emisión de contaminantes, pero también entendemos que ello será muy difícil de lograr.

II.2.- Contaminación atmosférica

Los vehículos automóviles que utilizan combustibles fósiles nos traen emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, partículas y hollines, metales. Los niveles de emisión dependen de la calidad del combustible, del tipo de motor y su estado:

- Motores de ciclo Otto, consumen gasolina en un proceso térmico de explosión. La transformación del combustible es muy rápida y casi completa, esto favorece una menor emisión de contaminantes.
- Motores de ciclo Diesel, consume gasóleo en un proceso de combustión, más lento que el anterior y con mayor formación de contaminantes: óxidos de nitrógeno y partículas. Por el contrario tiene un mejor rendimiento energético.

En Europa durante varias décadas se ha fomentado la transformación del parque de automóviles hacia motores diesel, esa mayor eficiencia fue uno de los condicionantes. En la actualidad nos encontramos con un esquema de abastecimiento de combustibles que tiene déficit de producción propia de gasóleo en las refinerías europeas, los distintos países se ven en la necesidad de importar gasóleo; en concreto España importa 15 millones de t/a adicionales a los 60 millones de t/a que se procesan en las refinerías.

Se discute si debiéramos ir hacia un cambio a los motores de ciclo Otto en los automóviles, en los autobuses y camiones no es adecuado por el mayor par de arrastre que proporciona el motor Diesel, par que es necesario en esos vehículos pesados. Las razones para ello son de disponibilidad energética, pero también influyen los aspectos ambientales en este planteamiento.

En La Unión Europea y otros países ricos se ha avanzado en la introducción de restricciones a las emisiones contaminantes a la atmósfera. Por un lado se han puesto límites al contenido de azufre en los combustibles, en la actualidad debe ser menor de 50 partes por millón, ppm, y en el futuro próximo se ha de llegar a menos de 10 ppm. En los países más pobres se consumen combustibles con más de 500 ppm de azufre, además en grandes ciudades en las que circulan vehículos antiguos y en malas condiciones de mantenimiento.

LÍMITES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN LA UNIÓN EUROPEA

MEDIDOS EN: g de contaminante por km recorrido

	EURO I		EURO II		EURO III		EURO IV	
	GASOLINA	DIÉSEL	GASOLINA	DIÉSEL	GASOLINA	DIÉSEL	GASOLINA	DIÉSEL
CO	3,16		2,3	1,0	2,3	0,64	1,0	0,5
HC					0,2		0,1	
NO _x					0,15	0,5	0,08	0,25
HC + NO _x	1,13		0,5	0,7		0,56		0,3
Partículas				0,8		0,05		0,025

EURO I.- Año 1992 EURO II.- Año 1995 EURO III.- Año 2000 EURO IV.- Año 2005

Figura: Límites a las emisiones en la Unión Europea

De otro lado, en nuestro entorno se avanza en imposiciones a la calidad y comportamiento de los motores, tal y como se muestra en la figura nº 1. Se observa que los de gasolina han de conseguir emisiones muy bajas de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, pero que también los diesel han de reducir progresivamente sus emisiones de cualquier tipo.

La preocupación por el medio ambiente urbano sigue latente, se han conseguido normas en diferentes áreas, pero hay otras que siguen preocupando. Por un lado la formación de ozono en los entornos con alta radiación solar, como es el caso de algunas ciudades españolas, Madrid es un claro ejemplo. De otro se reflexiona sobre el contenido en la atmósfera de micropartículas, no sólo las provenientes de la combustión, sino también las resultantes del desgaste de frenos de los vehículos o de las áreas de rodadura, asfaltado de las calles.

II.3.- Expectativas de futuro

Aparecen propuestas diversas en lo que es la evolución tecnológica que caminan hacia esa reducción de emisiones. Recientemente se sugiere el desarrollo de los pequeños automóviles de tracción eléctrica a los que se hará mención más adelante. El uso del hidrógeno aparece más lejano. En cualquier caso todo ello contribuirá a la mejora ambiental de las ciudades, en primer lugar las de los países más ricos, pero también las de algunos países de transición, por ejemplo el vehículo eléctrico ya se propone en Santiago de Chile.

III.- Transporte y Cambio Climático

III.1.- El problema global del Cambio Climático. Afectados

En la actualidad caminamos hacia reconocer que vamos a tener cambio climático, que podremos moderar sus efectos evitando que sean totalmente destructivos, pero que hemos de convivir con él, que va a haber una transformación del clima que destruirá entornos de habitabilidad o los deteriorará de forma significativa.

— Corrientes cálidas por los océanos formando una cinta caliente

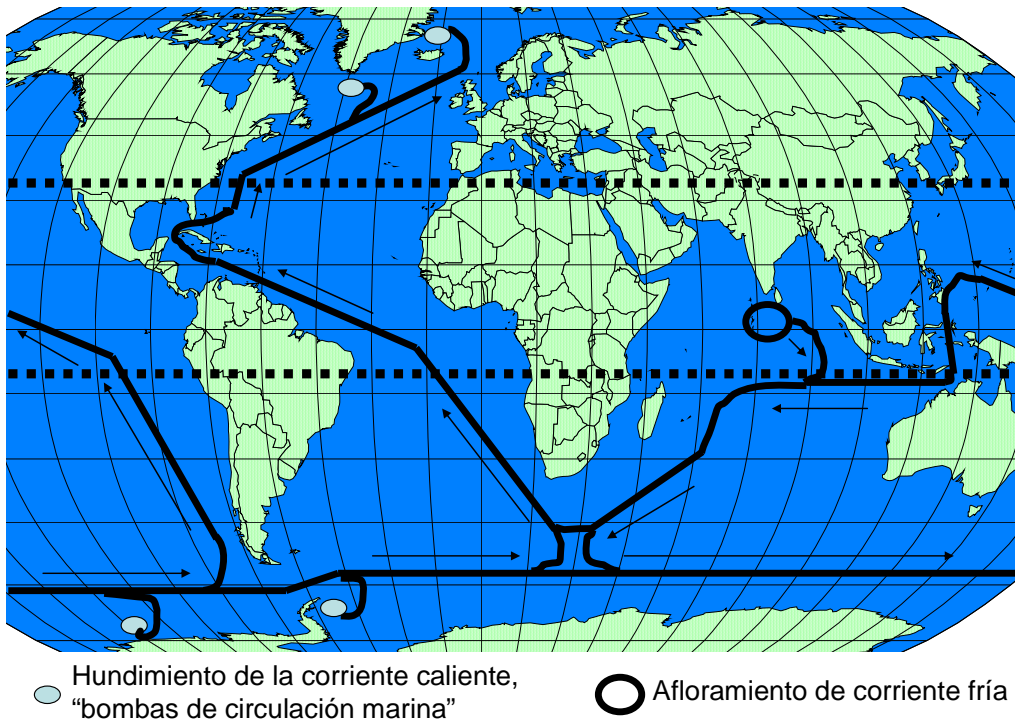


Figura: Las corrientes que evacuan calor de las zonas cálidas del mundo

En esa deriva hacia asumir una realidad dramática poco a poco vamos comenzando a preguntarnos que le va a suceder a los miembros de nuestra especie animal, los hombres que viven en esas zonas potencialmente deteriorables, que por otra parte tienen ya condiciones sociales muy deficientes; desde esas zonas ya son expulsados sus habitantes hacia la emigración por esa deficiente situación social.

El cambio climático nos traerá diferentes problemas: sequías y lluvias torrenciales, inundaciones, crecimiento del nivel del mar, extensión de las enfermedades tropicales, etc. Pero quizás los aspectos más dramáticos se presenten en esa franja del planeta de la cual hoy las corrientes marinas evacuan calor, tal como sugiere la figura nº 1. El mar Caribe y Golfo de México se enfrían en la medida que la Corriente del Golfo extrae calor, lo mismo ocurre en las demás zonas incluidas entre esas dos líneas de puntos.

No olvidemos que en un periodo de calentamiento global, el "cálido medieval" en torno al año 1.000 de nuestra era, quizás similar al calentamiento actual, varias culturas se vieron negativamente afectadas; el caso más significativo fue el declive de la Cultura Clásica Maya. Por ello insistimos en reflexionar sobre el futuro de Centro América y otros territorios de esa franja cálida.

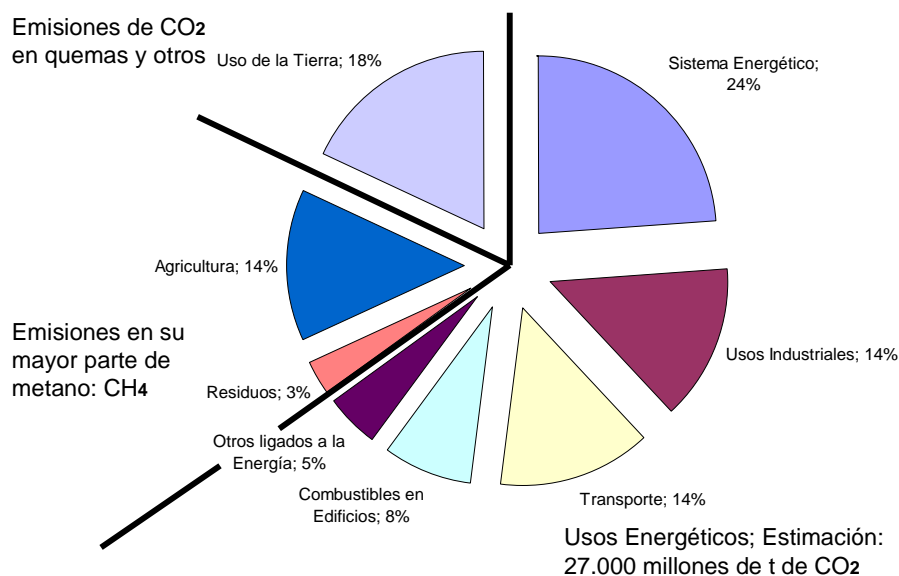
Para ser consecuentes con lo que ocurrirá en el mundo, desde nosotros, desde los países ricos deberíamos empezar a analizar cuales serán los afectados por el cambio climático, y sobre todo como les vamos a ayudar a soportar las nuevas condiciones de vida: las penurias en sus países de origen y la tristeza de emigrar a los países del norte. Quizás ya es hora de dejar de echarnos la culpa del calentamiento de unos a otros y actuar, para mitigar su evolución y para dar soluciones a los hombres afectados por él.

Hemos de asumir que habrá muchos emigrantes, mezcla de las malas situaciones sociales y las ambientales. Se habla de varios cientos de millones de personas desde África. Quizás hemos de asumir que en el futuro en España debemos vivir los actuales 40 millones de nacidos aquí más otros 40 provenientes de África y otros entornos. Hemos de pensar en un nuevo mestizaje y a efectos de este documento en los problemas de transporte y movilidad que ello representará.

III.2.- Incidencia del transporte en el Cambio Climático

A nivel mundial el transporte suponían en torno al 14% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el año 2004, es la cifra de referencia que se puede extraer del Informe de Nicolas Stern, el desglose según fuentes se recoge en la figura nº 2. Si ese ratio lo referimos sólo a emisiones de CO₂ de origen energético nos encontraríamos que estaría en torno al 20%; este segundo valor nos cuadra con otros relativos al consumo de energía: el transporte e nivel mundial supone el 20% del consumo de energía en el mundo.

Nos ha de preocupar la tendencia a incrementar el peso del transporte y la movilidad en el mundo en la medida que éste se vaya desarrollando. Hoy hay muchos países sin infraestructuras de transporte o con un bajo ratio de disponibilidad de automóviles por la población; esto necesariamente ha de ir cambiando para que haya desarrollo. Pero si que es preciso pensar en como será el futuro modelo de transporte y movilidad para evitar un incremento exagerado de emisiones.



Emisiones Globales de Gases de Efecto Invernadero.
Año 2000.- Estimación: 42.000 millones de t equivalentes de CO₂

Fuente.- Elaboración propia con datos de varios informes, entre ellos el de Nicolás Stern

Figura: Desglose de las emisiones de gases de efecto invernadero

En relación con esa crítica al modelo de transporte hay que reflexionar sobre los dos conceptos que aquí se analizan:

- a) Transporte de mercancías.- Básicamente se puede realizar mediante ferrocarril o camión. El primero consume menos de la mitad de energía para un mismo recorrido y masa transportada que el camión. El ferrocarril si se alimenta con electricidad de bajo ratio de carbono, por ejemplo generada con energías renovables, puede tener unas emisiones significativamente menores que las correspondientes al camión.
- b) Movilidad de personas. Aquí nos aparecen muchas opciones de desplazamiento como se verá más adelante, sin olvidar la peatonalización y la bicicleta, además de otros aspectos importantes como el compartir automóvil o la conducción inteligente. Pero si nos fijamos en los vehículos más convencionales es preciso poner ya sobre la mesa los siguientes matices:

- Automóviles.- Sus emisiones están por encima de 120 g/km recorrido, esta cifra es un valor de referencia en la Unión Europea que busca que los nuevos automóviles estén por debajo de ella, para lo cual deben ser más eficientes y también de pequeño tamaño. Los fabricantes de automóviles no están siendo colaboradores en este planteamiento, aunque hay que señalar que los fabricados en España se acercan a este valor al ser mayoritariamente de gama baja.

Como valor de referencia para un recorrido por carretera de 500 km, ida y vuelta, que aquí se toma para comparar diferentes opciones de movilidad, las emisiones de un automóvil convencional se sitúan en torno a los 200 kg, aunque hay un amplio rango de variación según tamaño de vehículo y forma de conducción.

- Autobuses.- Si se consigue un buen grado de ocupación en ellos, y son manejados adecuadamente, es factible asignar al viajero para la distancia arriba mencionada una emisión menor que la mitad del vehículo particular antes citada.
- Trenes.- En primer lugar nos hemos de referir a esos convencionales de velocidad hoy considerada lenta, pero que atienden o atendían al desplazamiento interurbano o en cercanías de un buen número de ciudadanos a precios moderados. Sus emisiones son similares a las de los autobuses y se pueden reducir en la medida que la electricidad de tracción se genere con energías renovables.
- Trenes de alta velocidad.- Son la nueva propuesta para la movilidad interurbana en Europa y en España en particular, su precio es sensiblemente más elevado que el de los convencionales, no accesible para una parte de los ciudadanos, que han de mantener sus desplazamientos en autobús al perderse los otros trenes. También hay que citar que sus emisiones, las asignables al pasajero, son similares a las del automóvil de uso individual, es decir estaríamos en los 200 kg para el trayecto antes citado; por lo tanto de momento no introducen ventajas al respecto, es preciso esperar a que la electricidad de tracción sea de origen renovable.

- Aviones.- Aquí los parámetros de emisión se nos disparan, los valores asignables al pasajero para el trayecto antes citado se sitúan en torno a los 500 kg. Esto nos hace llamar la atención sobre el crecimiento que está teniendo la movilidad por avión para distancias medias y largas, tendencia que debería reconsiderarse hacia futuro, en esa promoción por ejemplo del turismo de avión en periodos cortos hacia ciudades o centros de vacaciones.

III.3.- España: Transporte y Cambio Climático

En España el sector del transporte y la movilidad personal es ya el primer emisor de gases de efecto invernadero, esto es así al contabilizar todos los medios de transporte, incluido el avión, así como el ciclo completo de los combustibles del sector. Pero además es el sector, entre los de contribución significativa, que presenta un crecimiento más rápido en la evolución de emisiones, tal como muestra la figura nº 3. Ese valor de aumento de emisiones en un 84% en el transporte en el año 2005, cuando el conjunto se sitúa en el 52%, es quizás el aspecto más preocupante de nuestra situación frente al cambio climático

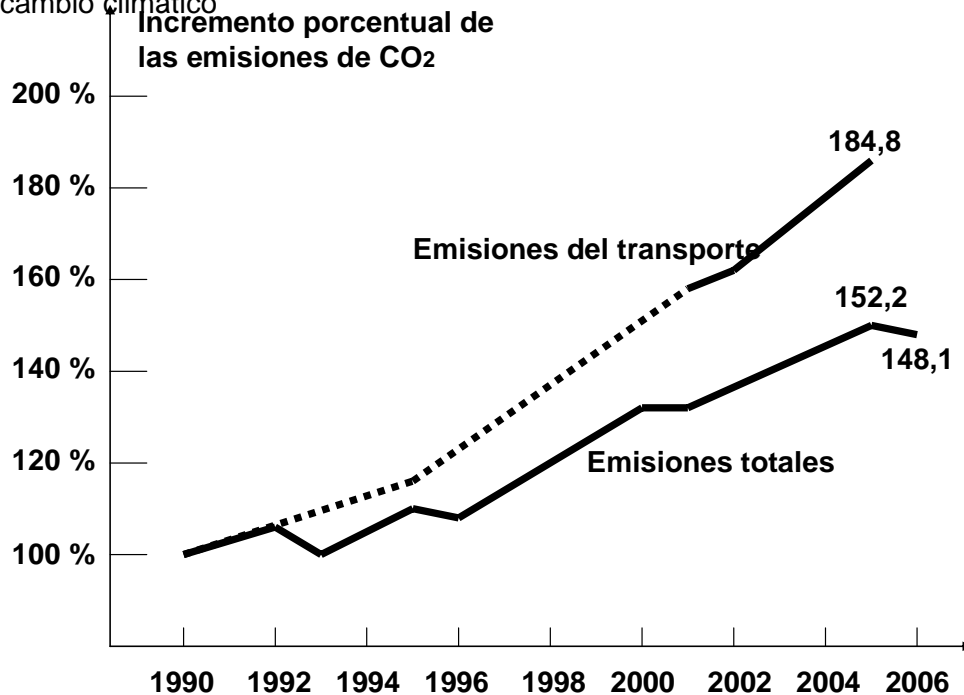


Figura nº 3.- Evolución de las emisiones de CO₂ en España. Valores globales y los asignables al transporte
Fuente: Paco Segura- Ecologistas en Acción

Es preciso decir con preocupación que además no se transmite a la sociedad esa figura, las reflexiones desde los medios de comunicación o desde los grupos preocupados por el cambio climático se centran en otros sectores de emisión, donde quizás es más fácil focalizar a los culpables; pero se olvida el ser consecuentes con ese planteamiento que hoy ya se hace de que ha de ser la sociedad con su nuevo comportamiento la que haga frente a la necesaria reducción de emisiones.

Se ha de encontrar un esquema de conducta en los líderes de opinión que muestren emisiones personales muy bajas en su movilidad a fin de extender una nueva cultura de la movilidad.



IV.- Expectativas y límites tecnológicos

La sociedad tiene confianza en que la tecnología resolverá los problemas, esa confianza se extiende o es fomentada por gestores políticos y económicos que quieren tener más fe en el futuro de la tecnología que la que tenemos los ingenieros o los científicos.

Para que la tecnología nos diera una solución que frenara la evolución del cambio climático debería hacerlo rápido y de forma drástica; y en realidad nos encontramos que no es así:

- El vector hidrógeno que se nos propuso como la gran solución estará disponible de forma amplia no antes del año 2040, eso no quita que debamos trabajar en él, hay que hacerlo con ahínco pero sin engañarnos ni confundir a la sociedad.
- Otras soluciones, como los vehículos híbridos, mejoran emisiones específicas pero no cambian la situación. Hay que apostar por ellas con vehículos pequeños y utilizados de forma inteligente; pero sabiendo que esas mejoras no contrarrestan el crecimiento del parque automovilístico.

En este capítulo se va a hacer una revisión de algunas tecnologías que afectan al esquema energético del transporte y la automoción, pero es preciso poner en evidencia el hecho de que caminar hacia nuevas alternativas tecnológicas para el transporte no será fácil ni rápido; posiblemente, traerá problemas ambientales y sociales adicionales, o apenas aportará soluciones parciales. Las diferentes opciones que se comentan a continuación son vías de mejora nada despreciables, pero es preciso seguir potenciándolas a partir de una reflexión crítica y manteniendo una demanda de cambio de modelo.

IV.1.- Nuevas tecnologías en automóviles

La disminución del consumo específico en la automoción arranca en los años setenta con la crisis de los precios del petróleo, después fue un tema olvidado o que pasó a segundo plano. Desde hace unos años aparecen nuevas propuestas para hacer frente al crecimiento de las emisiones de CO₂ que se plasman en nuevas opciones tecnológicas como por ejemplo nuevos automóviles, con menor consumo energético, se unen a una serie de mejoras tecnológicas que fomentan la reducción del consumo específico de energía y la contaminación añadida.

Se ha de citar el avance en la calidad de combustibles (reducción del contenido en metales o en azufre); el avance en motores de combustión con menores emisiones de óxidos de nitrógeno u otros compuestos contaminantes. El desarrollo de automóviles de menor consumo (por ejemplo los de tracción híbrida: motores de combustión y arrastre eléctrico con baterías autocargables) supone una reducción del consumo específico a valorar como un fenómeno positivo, pero no una respuesta significativa a la reducción de emisiones de CO₂ conjuntas en el sector transporte.

- **Tracción híbrida.-** Es ya una realidad comercial, se venden automóviles con este esquema motor: un motor de combustión que usa un combustible convencional y un motor eléctrico que se alimenta de una batería, ésta se recarga con la energía del motor de combustión o eventualmente en la red; se consiguen consumos específicos en torno a 4 litros por cada 100 km recorridos, lo cual supone unas emisiones de CO₂ en torno a 100 g/km.

La solución es buena, debería extenderse ya que en la actualidad sólo unas pocas empresas de automóviles la comercializan, el esfuerzo debería ir además a que se concentrara en coches de gama media y baja manteniendo o mejorando así su consumo específico; los automóviles grandes supondrían emisiones mayores de los 120 g/km que de alguna manera nos hemos puesto como tope hacia futuro.

- **Vehículos eléctricos.-** Era una tecnología clásica poco extendida en la medida que sus prestaciones no eran muy buenas en lo relativo a flexibilidad de conducción, en especial en los recorridos con pendientes, además de que su consumo era elevado, en torno a 1 kWh/km.

En la actualidad se proponen nuevos diseños para vehículos de pequeño tamaño, quizás de uso urbano preferentemente, con consumos muy bajos, del orden de 0,2 kWh/km. Esto es un salto importante, en un país como España donde la generación de electricidad supone una emisión media algo menor de 400 g/kWh, la aplicación de estos vehículos supondría que su emisión específica fuera hacia 80 g/km; no es un valor que resuelva el problema, pero lo va encauzando.

En ese cambio si se consiguiera una electricidad con alta participación de energías renovables, por ejemplo el 60% de la generación, se podría ir a emisiones de menos de 200 g/kWh; de esta forma en la movilidad, al menos la urbana llegar a valores específicos de menos de 40 g/km.

Estamos ante dos opciones sobre las cuales trabajar en firme, que en el entorno español y europeo pudieran avanzar a que fueran soluciones ampliamente extendidas en torno al año 2020. Tendríamos así un cambio importante en nuestro esquema de emisiones de CO₂.

- **Combustibles derivados del gas natural.-** Ya en este momento una parte de los combustibles que utilizamos proceden del gas natural, sobre todo en algunos países como Argentina, Brasil u Holanda. Es un hecho que previsiblemente se irá incrementando y que, además de reducir presión de demanda en el mercado del petróleo, ofrece la posibilidad de suministrar combustibles más limpios. No es un hecho baladí, pues la menor oferta de crudos ligeros y medios obliga a refinar los pesados que proporcionan combustibles de automoción más difíciles de limpiar para conseguir bajos contenidos de azufre y metales.

Los cambios que se produzcan en el mercado del gas natural pueden ser importantes. Si se abriera por ejemplo la oferta de esta fuente primaria hacia el transporte sería previsible una reducción en la disponibilidad de gas natural para generación de electricidad, lo cual se traduciría en un incremento del consumo de carbón en el sistema eléctrico y por tanto, en un aumento de las emisiones de CO₂ en este sector.

IV.2.- Biocarburantes

- **Aspectos históricos**

El inicio de la automoción a finales del siglo XIX se realiza utilizando como carburantes de los motores: Otto y Diesel, bien alcoholes bien aceites de origen vegetal. El crecimiento



del parque móvil y su mayor consumo de combustibles, así como el desarrollo de las tecnologías de refino del crudo petrolífero, hace que sean los derivados del petróleo pasen a ser prácticamente los únicos combustibles de automoción.

Algunos casos puntuales de aislamiento del mercado del petróleo hacen que se utilicen derivados de otros combustibles fósiles: pizarras bituminosas en España en los años cuarenta y cincuenta del siglo pasado, o carbón en la República Sudafricana en su periodo de "Apartheid", en este caso todavía en uso.

En los años setenta tiene lugar la primera crisis de los precios del petróleo que viene unida a uno de los conflictos en Oriente Medio, guerra entre Israel y varios Países Árabes; además esta situación de precios altos viene puntualmente acompañada de miedos al desabastecimiento. No hay que olvidar que la primera guerra del petróleo tiene lugar en la antigua Mesopotamia, hoy Irak, entre 1919 y 1922, luego el siglo XX ha estado plagado de conflictos de todo tipo unidos al control del petróleo.

Con motivo de esa crisis de los precios del petróleo, en Brasil se desarrolla un programa de producción de bioetanol a partir de caña de azúcar. Alcanza una producción de unos 15.000.000 de millones de litros lo que le permite atender la mitad de su demanda de carburantes en los automóviles. Se crea una potente industria con una componente agraria muy significativa que llega a 700.000 empleos en la zona rural; aunque es preciso indicar que las condiciones de trabajo son muy criticables y los efectos ambientales de este desarrollo son discutibles.

Aparece así una línea nueva de abastecimiento de carburantes: bioetanol y también biodiesel, que se desarrolla a baja intensidad en unos pocos países, sólo en Estados Unidos aparece un interés para sustituir el metanol en la formulación de gasolinas, a través de MTBE, por bioetanol mediante la mezcla con ETBE, se llega a un nivel de producción de bioetanol en USA de otros 15.000.000 de millones de litros. En los demás países los volúmenes de producto, tanto el etanol como los derivados del aceite, son testimoniales.

La preocupación ecologista por el desarrollo de las energías renovables, en parte como respuesta al fenómeno del Calentamiento Global, da un cierto impulso al pensamiento de interés por los biocarburantes, aunque con voces discrepantes al respecto. En la Unión Europea se proponen objetivos para el año 2010, llegar a 5,85% del abastecimiento de carburantes de automoción desde los biocarburantes, eso sí sin concretar de donde vendrían las materias primas vegetales.

En los países de Centro Europa los biocarburantes proceden mayoritariamente de cultivos propios, en gran medida de oleaginosas. Mientras que en el caso español las materias primas son casi exclusivamente de importación, tanto las que proporcionan bioetanol como biodiesel.

Desde hace algo más de un par de años aparece un nuevo interés por los biocarburantes que se une a la que podíamos llamar la segunda crisis de los precios del petróleo. No necesariamente debiera ser esta la crisis definitiva, el denominado "pico del petróleo" no tendría que aparecer al menos hasta los años treinta de este siglo de acuerdo a las reservas y recursos de petróleo que nos sugieren las empresas y países exportadores. En la actualidad se dan tres hechos en el mercado del crudo que contribuyen a esta situación de altos precios:



- La desestabilización: social, política y militar en que se encuentra todo Oriente Medio, fenómeno en el cual están claramente implicados los países del mundo occidental, aparte de que existan otras causas.
- La creciente demanda de productos petroleros desde los países pobres, bien sean los grandes consumidores: China e India, o bien los múltiples pequeños, como por ejemplo los de Centro América.
- Las acciones especulativas de los agentes del mercado. El hecho de que el precio internacional del crudo sea más de diez veces el coste de extracción en: Oriente Medio, Rusia, Venezuela y otros países, no es más que una indicación de ello.

Surge así de nuevo el interés por los biocarburantes, ahora con fuerza e impulsado en primer lugar desde Estados Unidos, de sus entornos de gobierno, más una serie de agentes de mercado de otros países entre ellos los europeos. En América Latina que previsiblemente será el gran productor de biocarburantes aparecen dos corrientes: la de Brasil más Argentina y otros países, que tratan de lanzar el mercado de estos combustibles, y la de Venezuela con Cuba y algún otro país que se muestran muy reticentes a ello.

Tal como se perciben las cosas desde el análisis de necesidades e intereses, los biocarburantes no son en la actualidad una alternativa ambiental, en particular para frenar el calentamiento global; en cambio parece que crecerá su demanda en razón de esas situaciones del mercado del petróleo y sus derivados, citada más arriba.

➤ **Cultivos, procesos y carburantes**

La demanda de biocarburantes se dirige hacia dos productos diferentes: los sustitutos de la gasolina, en principio alcoholes, y los sustitutos del gasóleo, que son de momento los denominados biodiesel. Proceden de dos familias vegetales distintas, aquellas que liberan azúcares en cuya fermentación se obtiene alcohol y esa otra que proporciona aceites, los cuales al esterificarse da un producto similar al gasóleo. En la figura nº 1 se esquematizan esas líneas de transformación.

En América la demanda de carburantes es mayor en el caso de gasolinas, aunque la de gasóleos es también importante. En Europa hay una asimetría significativa, el consumo de gasóleo es mucho mayor que el correspondiente de gasolinas. Por ello en Europa aparece más interés por el biodiesel que por el bioetanol, en especial cuando la producción de éste segundo ya ha cubierto las necesidades que supone la preparación de los aditivos ETBE para las gasolinas. En América la demanda de biocarburantes se dirige hacia ambos productos.

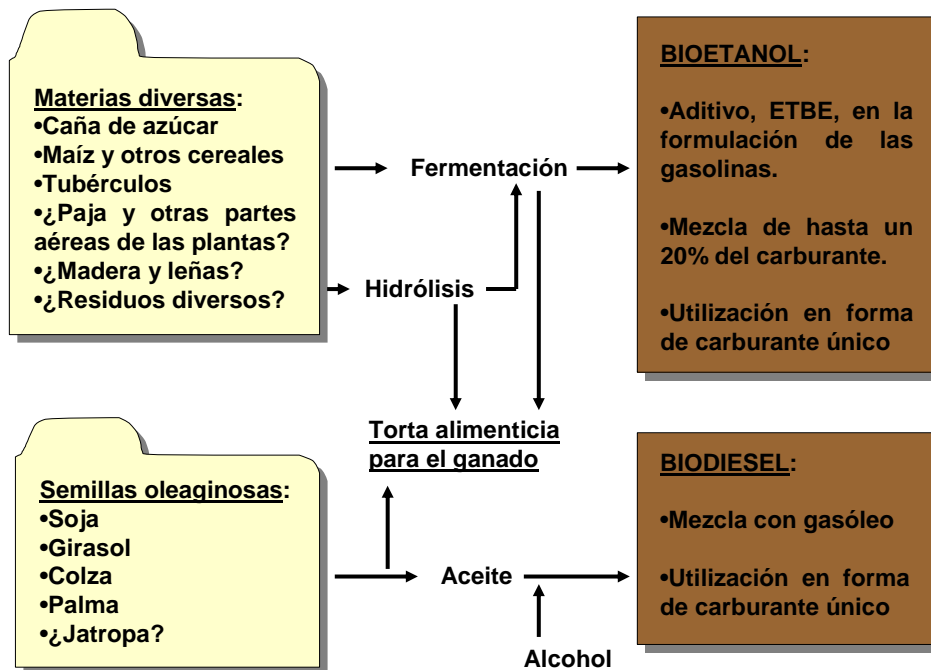


Figura: Esquema actual de obtención y uso de los biocarburantes

En la obtención del bioetanol, la caña de azúcar es el cultivo de mayor uso y el que da una productividad más alta, del orden de 5.000 litros por hectárea. Es la materia prima de trabajo en Brasil y se propone para cultivo en otros países latino americanos, así como para otras áreas del mundo, desde algunos países de África a la India.

El maíz se utiliza fundamentalmente en Estados Unidos, en la actualidad de forma creciente, con él se consiguen productividades de hasta unos 3.000 litros por hectárea. Puede extenderse su uso a otros países, aunque se supone que habría rechazo social en razón del encarecimiento que se observa en el mercado internacional de este alimento.

Trigo y cebada son las materias primas que consumen plantas europeas de bioetanol, tanto con grano producido aquí como con el procedente del mercado internacional, esto segundo es lo que ocurre con las tres plantas existentes en España. Las productividades son más bajas, del orden de 1.000 litros por hectárea o menos.

La remolacha y otros tubérculos no se utilizan de forma significativa, pero se estima que la productividad puede situarse por encima de la del maíz. Sería una opción muy interesante para España y otros países europeos donde se debe abrir el mercado del azúcar a la importación de terceros países.

Del lado de la producción de biodiesel, la palma africana es el que presenta unos mayores ratios de productividad, del orden de 5.000 litros por hectárea. Su cultivo se extiende por: Indonesia, Malasia, Colombia y otros países, con aspectos criticables en relación a la deforestación que en ellos se está produciendo.

La colza es un cultivo que se utiliza tradicionalmente en países de Centro Europa para producir aceite, la productividad es menor, en torno a los 2.000 litros de biodiesel por hectárea. El girasol es otra opción en los países de nuestro entorno, con productividades en biodiesel menores que las de la colza.



Una propuesta que se extiende es la de utilizar soja como materia prima, su cultivo es fácil y mecanizable en amplias extensiones; aunque la productividad es baja, menor de 1.000 litros por hectárea los costes de obtención pueden ser bajos o competitivos con otros cultivos.

En la producción de biocarburantes hay que señalar que es factible obtener un residuo sólido o pastoso, que puede comercializarse como “torta alimentaria” para consumo por el ganado estabulado, esto supone un complemento interesante a la hora de valorar el balance económico.

Un interrogante que hay que plantear ya es cual es el volumen de biocarburantes que se pueden obtener. De lo visto anteriormente hay que pensar en productividades de 0,5 a 3 tep por hectárea como valores de referencia. La demanda actual de carburantes es algo más de 2.000 millones de tep, y en el año 2030 sería factible que se acercara a los 4.000 millones de tep, si la evolución global se mantiene sin crisis económicas significativas.

Pensar en atender una cuarta parte de la demanda futura, como a veces se sugiere, supondría suministrar unos 1.000 millones de tep de biocarburantes, y esto llevaría a utilizar entre 500 y 1.000 millones de hectáreas para nuevos cultivos. De momento el dato queda ahí, aunque en ciertas publicaciones se habla de que en el mundo hay entre 1.000 y 2.000 millones de hectáreas de “tierra subutilizada”, no está muy claro que significa esto.

En el caso de España, cumplir con los objetivos de la Unión Europea para el año 2010 supondría producir unos 2 millones de tep, o eventualmente importarlos. Si esos biocarburantes procedieran de cultivos propios se precisarían más de 2 millones de hectáreas, hay que recordar que las actuales tierras destinadas a agricultura suponen unos 10 millones de hectáreas.

El objetivo para el año 2020, que implica una participación de los biocarburantes de un 10% en el consumo total nos llevaría a unos 4 millones de hectáreas; pero hay que considerar que esa propuesta habla claramente de los biocarburantes de segunda generación, a los cuales se hace mención a continuación. A ese respecto hay que señalar que en España hay unos 20 millones de hectáreas entre bosques y terrenos de matorral.

➤ **Biocarburantes de segunda generación**

Lo expuesto en el apartado anterior nos muestra unas líneas de obtención de biocarburantes que colisionan con la producción de alimentos, o que en el mejor de los casos se desarrollarán en paralelo a las líneas de alimentación, por tanto incidiendo en los precios de los alimentos si estos se mueven en mercados abiertos.

Desde antes de la actual expansión de los biocarburantes se mantenían líneas de investigación en el desarrollo de otros productos que no se relacionaran con la alimentación. Esas opciones que en su día fueron poco valoradas hoy nos retornan con la calidad de aquello que puede ser sostenible por sí mismo o al menos que tiene mayores posibilidades de serlo.

Son líneas de trabajo que se plantean utilizar como materias primas una amplia variedad de productos, algunos de los cuales se citan en la figura nº 1.

- Partes aéreas de cultivos tradicionales, por ejemplo paja de cereal que en la actualidad es un residuo con usos decrecientes.



- Cultivos de diferentes herbáceas en terrenos difícilmente utilizables para agricultura alimentaria.
- Restos de materias leñosas, bien procedentes de la limpieza de bosque, bien de una silvicultura específica para suministrar esta línea de producción.
- Cultivos en zonas áridas de oleaginosas no alimenticias. En concreto la jatrofa, sobre la cual todavía hay incógnitas de gestión.
- Producción de algas de diversas familias para obtener etanol o diesel. Hay muchas incógnitas al respecto pero quizás la productividad por hectárea de superficie ocupada pudiera ser muy elevada.

Los procesos de obtención de biocarburantes de segunda generación se han basado en líneas de trabajo similares a las empleadas para producir los de primera generación citadas más arriba; esto lleva a plantas de tratamiento de no muy grandes dimensiones, que serían atendidas por áreas de cultivo de menos de 50.000 hectáreas.

En la actualidad se proponen nuevas líneas de trabajo en base a procesos térmicos, por ejemplo de gasificación y síntesis de hidrocarburos a partir del gas antes obtenido y que básicamente contiene CO y H₂. Se basarían en las experiencias de transformar el carbón en carburantes. El problema básico de estas opciones es su gigantismo, se tendería a plantas de grandes dimensiones para buscar la economía de escala, muy clara en estos procesos; las áreas de alimentación a las mismas podrían ser de varios cientos de miles de hectáreas, con lo que ello afectaría negativamente a la biodiversidad.

Los biocarburantes de segunda generación serían previsiblemente más costosos de producir que los ya desarrollados, de primera generación; pero los problemas sociales y ambientales podrían ser quizás sensiblemente menores. También sería factible pensar en mayores volúmenes de abastecimiento si se asume pagar unos precios más elevados por los biocarburantes; se podrían dedicar a ellos tierras que no son de uso actual para la alimentación, sin necesidad por ello de cambiar de manera significativa su estructura vegetal actual, es decir manteniendo bosques o praderas en ellas.

➤ Aspectos ambientales

La vegetación realiza una serie de funciones en el equilibrio de la naturaleza. Aquí nos vamos a referir a dos de ellas: mantenimiento de la biodiversidad y regulación del ciclo del agua, sobre los cuales el desarrollo de una nueva agricultura energética puede suponer alteraciones importantes.

El desarrollo de grandes campos de cultivos energéticos en si mismo supone una reducción de la diversidad biológica en ese entorno, afectando a la cadena animal que en el pudiera vivir. Si a ello se añade que previsiblemente se emplearán agroquímicos, que en parte aportan disruptores endocrinos en su formulación, la agresión a la biodiversidad de la zona es clara. La posibilidad de que se utilicen cultivos transgénicos, genéticamente modificados, es un riesgo adicional.

Existe por otro lado hoy una clara preocupación por la pérdida de masa forestal para ser sustituida por cultivos, esto puede afectar de forma dramática en países localizados en latitudes bajas donde las lluvias son torrenciales y sólo el bosque o las formaciones de matorral pueden frenar las escorrentías destructivas. En esos países la deforestación para crear nuevos campos de caña de azúcar o de maíz es una opción que ya se está barajando, planteando en muchos casos que el problema no es crítico ya que son bosques degradados y con poco valor natural.

En otros entornos también tropicales, por ejemplo Indonesia ya aparece la crítica a la pérdida de “bosques naturales” para ser sustituidos por plantaciones de palma africana, cuyo aceite encuentra un camino de exportación hacia Europa. En todas estas transformaciones de las masas forestales hay además una agresión a la biodiversidad importante.

Pasemos ahora a otro tema. En su día se planteó la ventaja de los biocarburantes sobre los derivados del petróleo como vía de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es así y es preciso valorarlo en un análisis comparativo entre las dos opciones de obtener carburantes para automoción.

En su día cuando se extendió el debate en relación al cambio climático y el compromiso de Kyoto no se quiso dar la importancia que tenía en transporte como emisor de gases de efecto invernadero: no se consideró la aviación en los balances, ni se hizo el ciclo completo de emisiones desde el pozo de extracción de crudo, o desde la refinería de petróleo hasta el uso final de los carburantes. Hoy simplemente uniendo la parte correspondiente de refinerías más todos los subsectores nos encontramos con que el sector transporte es el mayor emisor de gases de efecto invernadero en España.

Dicho esto se puede pasar a reflexionar sobre el uso de los biocarburantes, en un esquema como el que se muestra en la figura nº 2. En estos la combustión en los motores emite una cantidad de CO₂ que está relacionada con el contenido en carbono del biocarburantes, y que es menor que el que fija la vegetación en todo el proceso de crecimiento de las plantas correspondientes, en éste se incluye el carbono fijado en el suelo, más el de las partes aéreas de esa vegetación.

Se suele considerar un balance neutro entre el CO₂ emitido y el fiado, pero sería conveniente en cada caso hacer un balance más detallado, considerando que otros usos tiene la parte de vegetación no utilizada en producir biocarburantes. En este concepto el balance será previsiblemente muy positivo.

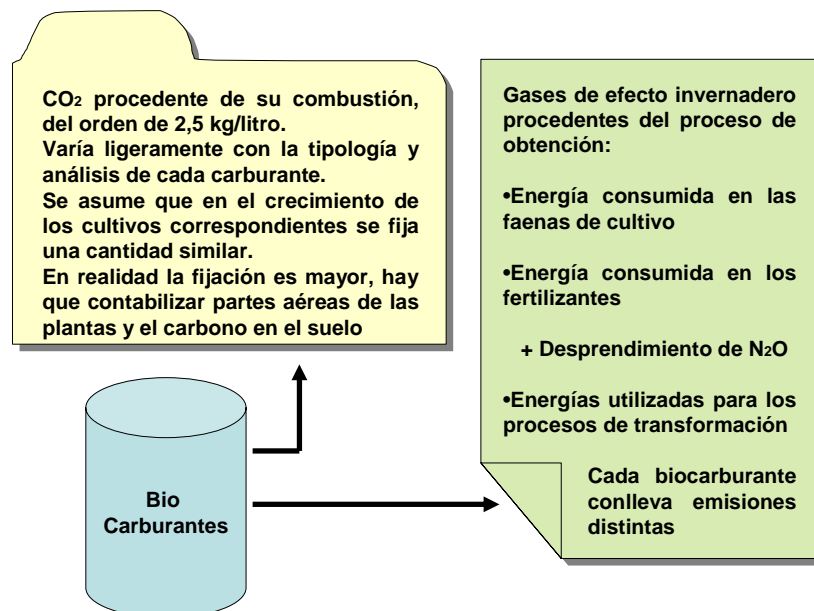


Figura: Reflexiones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en el uso de biocarburantes

En los cultivos energéticos y en los procesos de transformación aparecen otras emisiones de gases de efecto invernadero, que es preciso valorar en cada caso:

- Energía consumida en el cultivo, incluyendo la preparación de la tierra y la recolección. El grado de mecanización es muy distinto de un caso a otro y por lo tanto el consumo de energía.
- El aporte de fertilizantes supone un consumo energético a valorar, recordemos que estos son derivados del petróleo en buena medida. El cultivo de caña en Brasil tiene muy bajo consumo de fertilizantes comparado con el maíz de Estados Unidos. El uso amplio de fertilizantes supone en el ciclo completo de los mismos emisiones de óxidos de nitrógeno, que son gases de efecto invernadero muy potentes.
- En el proceso de obtención hay vegetales que permiten trabajos de bajo consumo energético, por ejemplo la caña, mientras que en otros como el maíz es preciso aportes térmicos para llegar a la fermentación final; en el caso de las instalaciones que parten de maíz a veces no se usa el residuo aéreo de las plantas como combustible y se utiliza gas natural por razones económicas, esto deteriora el balance final.

Todo esto hace que no sea fácil dar un dictamen concreto sobre el balance de emisiones de gases de efecto invernadero, además es preciso asumir que en cada caso: cultivo, forma de hacerlo, ubicación y proceso de transformación, los considerandos de partida serán distintos. Por ello sería deseable que se hicieran análisis detallados de los casos más significativos, incluyendo no sólo las consideraciones anteriores sino también otras relativas a la alteración del entorno agrícola.

De momento en la literatura se encuentran por ejemplo datos como: que el uso de bioetanol de origen en caña de azúcar en Brasil supone una disminución del 80% de los gases de efecto invernadero, mientras que el maíz obtenido en Estados Unidos sólo supone una reducción del 30%.

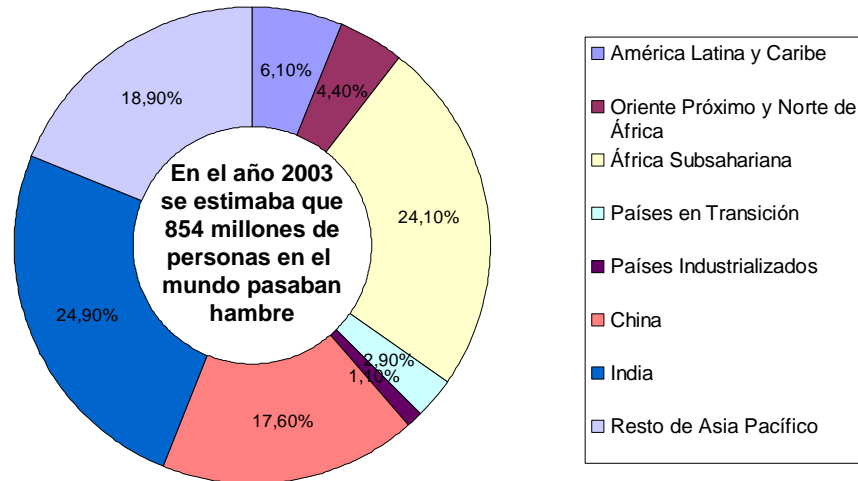
➤ **Cuestiones sociales**

Una vez que la cruda realidad, al menos en España, ha matado “El Cambio Climático”, nos queda la reflexión sobre “El Calentamiento Global y sus Consecuencias”. La especie humana tiene ya 6.500 millones de miembros y camina hacia los 9.000 millones, conseguir una vida equilibrada y razonable para todos es una cuestión de ética colectiva y quizás además de poder mantener un cierto nivel de paz global.

Los problemas a ese respecto son muchos, algunos estructurales como es el crecimiento exagerado de las ciudades, en particular las de los países más pobres de: África, Asia y América Latina; otros como la desigualdad, la falta de derechos y finalmente la miseria y el hambre son de análisis más profundo y crítico. Nos vamos a centrar en la alimentación y el hambre en el mundo.

Uno de los orígenes de la insostenibilidad del ser humano en el mundo es el número de individuos, hemos sobrepasado la “población límite” sobre todo si esta es “tecnológica” en sus usos y costumbres. A partir de ahí es preciso decir además que nuestros hábitos de comida no son sostenibles: un kilogramo de carne hoy demanda más de diez kilogramos de cereales o leguminosas para su obtención, comemos cada vez más carne y esto

distorsiona el sistema de producción de alimentos, aparte si la carne es de origen vacuno hay un aspecto adicional de gases de efecto invernadero, metano, nada desdeñable.



Biocarburantes, en esta situación:

- No es fácil pensar en agroenergía en Asia Meridional y Oriental
- Es difícil asumirla en África, salvo que haya planteamientos muy sociales
- Se puede hacer en América Latina y en América del Norte y Europa

Figura: Geografía del hambre en el mundo

En paralelo a ello en el mundo hay más de una décima parte de la población humana que pasa auténtica hambre, no accede a una dieta calórica adecuada, aparte de falta de nutrientes por la poca variedad de su ingesta, en la figura nº 3 se refleja de manera muy simple esa situación en el mundo. En esa situación los precios de los alimentos básicos han crecido de forma significativa, hay varias causas de ello:

- Aumento de los precios del petróleo, que se traduce en costes de fertilizantes y en precios de transporte.
- Demanda creciente de granos de diverso tipo por parte de países en evolución social, caso de China y otros.
- Cosechas deficitarias en ciertos países por razones diversas, desde sequías a inundaciones por lluvias torrenciales.
- Movimientos especulativos de los agentes de mercado, que ven oportunidades de enriquecerse más rápidamente.

En paralelo a todo esto aparecen los biocarburantes como un nuevo agente de distorsión. Ahora hemos de plantearnos la pregunta de rigor: ¿Lo hacemos bien o como siempre? Es decir evitamos incidir en los graves problemas de la Humanidad:

- Un nuevo esquema de macrocultivos en cualquiera de las áreas del mundo inducirá desplazamientos de ciudadanos del entorno rural hacia los suburbios de



las ciudades. Esto no hace más que incrementar los conflictos, los movimientos migratorios y el consumo energético en torno a esas macrourbes.

- La demanda de nuevas tierras de cultivo para biocarburantes, junto con un mercado internacional abierto en el comercio de los productos básicos, por ejemplo el maíz u otros cereales, no hará más que encarecer los precios de referencia de los alimentos básicos.

En este contexto ya se aparecen voces muy autorizadas planteando nuevos esquemas. El Gobierno de la India estudia retirar del “libre comercio” la alimentación de sus ciudadanos, es decir la seguridad alimentaria de las personas. Esto sugiere que es preciso poner en segundo o tercer lugar a los automóviles y otros ingenios consumidores de energía. Desde luego llama la atención a que reflexionemos, más por las consecuencias sociales, todas esas derivadas del “Calentamiento Global del Planeta”, que es más amplio en su concepción que el “Cambio Climático”, el primero al menos lo entienden los ciudadanos de todo el mundo.

➤ Comercio internacional

No se puede dar la espalda al hecho de que va a existir un comercio internacional de biocarburantes o de sus materias primas, ya lo hay. En España se dijo que las tres instalaciones de bioetanol consumirían cereal de producción propia y eso no es así, como mínimo podemos pensar que nos hemos engañado nosotros mismos, u otras consideraciones que pueden tener más calado.

Si analizamos las capacidades de producción de biocarburantes de cada país, parecería lógico que en la mayoría de los casos estos fueran de consumo propio, pues los volúmenes que se obtendrían serían inferiores a su demanda total de carburantes. El comercio internacional debiera así quedar para casos muy especiales, de países con baja densidad de población y mucha tierra disponible.

Pero frente a ello el mercado nos traerá comercio internacional, aquí habría que cuestionar si puede ser libre en toda la acepción que se le quiere dar a la palabra, es decir si no se ponen restricciones de carácter filosófico al mismo. Un primer punto de reflexión sería analizar las diferencias de coste en la producción de biocarburantes en las tres alternativas siguientes:

- En los países donde se pueden dar unos amplios espacios de cultivo para la caña de azúcar o la palma africana. Quizás estamos en costes menores de 0,5 €/l.
- En los entornos europeos en tierras de retirada de ciertos cultivos como la remolacha o en terrenos marginales. Posiblemente entre 1 y 1,5 €/l.
- Biocarburantes de segunda generación con un esquema más cercano a la sostenibilidad ambiental y social. Pensemos en 2 €/l.

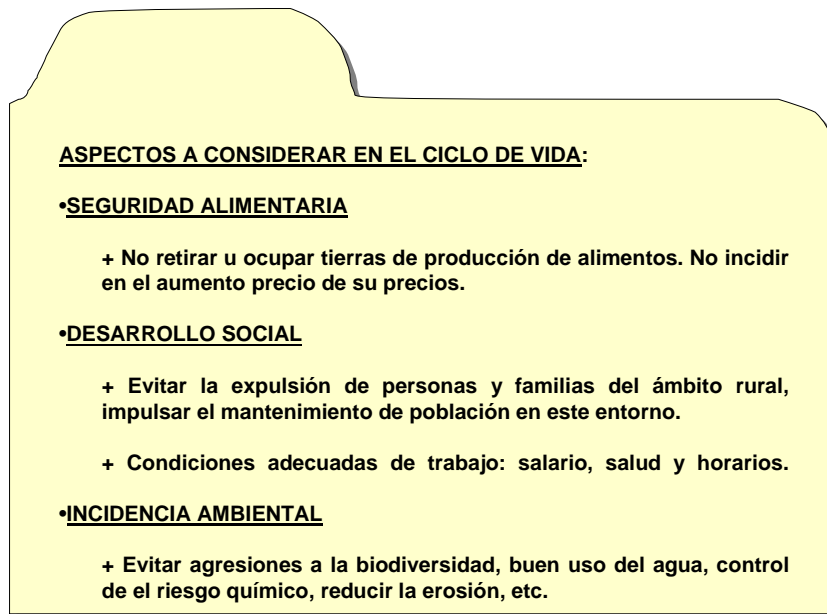


Figura: Aspectos a considerar en los certificados de ciclo de vida en el comercio internacional del ciclo de vida de los biocarburentes

No olvidemos en paralelo que llegar al uso industrial de hidrógeno supondrá costes de la movilidad que se situarían en torno a los que habría si los carburantes tuvieran precios del orden de 5 €/l.

Todo ello abre la posibilidad de plantearse incrementar el precio final de los biocarburentes, no para enriquecer a los suministradores finales, sino para buscar al menos un par de objetivos. En primer lugar crear una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía en movilidad y transporte. De otro encontrar algo parecido al “comercio justo” en el mundo de los biocarburentes.

Nos referimos a disponer de sistemas que garanticen certificados de ciclo de vida de esos biocarburentes, tanto los de producción propia en cada país consumidor, como sobre todo en lo que a nosotros los europeos nos compete en los que provengan del comercio internacional desde terceros países.

En la figura nº 4 se hace una primera sugerencia sobre los aspectos a considerar en ese comercio internacional de biocarburentes que ineludiblemente veremos crecer en los próximos años. En España ya importamos materias primas para biocarburentes, en concreto para bioetanol, pronto veremos como consumimos biodiesel también de importación. Mientras tanto tierras de cultivo quedan sin uso en el país, a la vez que no tomamos decisiones ordenadas para seguir caminando con fuerza en el desarrollo de los biocarburentes de segunda generación.

➤ Conclusiones

El debate sobre los biocarburentes no ha hecho más que empezar, quizás es preciso ir poniendo sobre la mesa las diferentes razones que hay que cada postura. Si parece que hay que pensar en los siguientes aspectos o planteamientos de trabajo, o por lo menos discutirlos en profundidad:



- Retirar del libre mercado la seguridad alimentaria de la Humanidad, y en paralelo la del comercio de alimentos básicos, lo que conlleva los biocarburantes.
- Establecer certificados de ciclo de vida para los biocarburantes que se muevan en el mercado internacional.
- Desarrollar los biocarburantes de segunda generación, analizando desde el principio sus consecuencias sociales y ambientales.

IV.3.- El vector hidrógeno

Aunque todavía hay factores pendientes por resolver para una utilización masiva del hidrógeno, todo parece indicar que este combustible es uno de los más convenientes para mejorar la eficiencia energética en el sector del transporte y la conservación del medio ambiente. El hidrógeno no es en sí una fuente energética porque no se encuentra en estado libre en la naturaleza, es un portador de energía como la electricidad. Su principal característica es que es un vector energético que puede almacenar y transportar energía. En aplicaciones al transporte, el hidrógeno puede usarse en motores de combustión interna y en las pilas de combustible. Mediante su uso en pilas de combustible se consigue una alta eficiencia en la generación de electricidad.

➤ Aspectos históricos

En la Edad Media se hacen los primeros estudios más o menos formales sobre la obtención y propiedades del hidrógeno. Hacia 1766 el químico británico Cavendish describió las propiedades de este gas, y en 1783, él mismo descubrió que el hidrógeno era un elemento independiente que por combinación con el oxígeno formaba agua. De ahí le viene su nombre, se lo puso Lavoisier, y significa algo como “productor de agua”.

En 1800 se obtiene por primera vez hidrógeno y oxígeno por electrólisis del agua. En 1820 tienen lugar los primeros experimentos del uso del hidrógeno como combustible para máquinas. En 1828 se propone la primera celda de combustible (como tecnología para el uso del hidrógeno). Alrededor de los años 1874 al 1879 se comienza a predecir la producción del hidrógeno a partir de agua usando electricidad.

En 1920 se desarrollan las primeras ideas sobre automóviles y máquinas movidas por hidrógeno. En 1928 Erren obtiene la primera patente de un motor de hidrógeno y en 1930 se construye el primer prototipo de automóvil movido por hidrógeno. En 1950 Bacon desarrolla las primeras pilas de combustible comerciales para aplicaciones prácticas, que después modifica la NASA en sus aplicaciones espaciales. En 1970 se crea la Asociación Internacional de la Energía del Hidrógeno y se habla por primera vez de “la economía del hidrógeno” que propugna la utilización del hidrógeno como el combustible que mueva la economía mundial, y se desarrolla el concepto del hidrógeno como portador de energía. En 1980 se hacen las primeras demostraciones de vehículos movidos por hidrógeno, aunque ya existían algunos prototipos anteriores, de 1959 y 1965.

Debido a las crisis energéticas, se han intensificado las investigaciones y desarrollos tecnológicos sobre la energía del hidrógeno, quedando así reflejado en programas nacionales e internacionales. Actualmente la producción, transporte, almacenamiento y usos del hidrógeno se continúan investigando y discutiendo

➤ Propiedades del hidrógeno



Las propiedades más destacables del hidrógeno, a lo hora de considerarlo un buen combustible alternativo en automoción de cara al futuro, son las siguientes: es más eficiente que otros combustibles, es inagotable, fácilmente almacenable y transportable, y no contamina. Al hidrógeno se le considera un vector energético respetuoso con el medio ambiente que trae consigo reducción de la contaminación, ya que lo único que produce el uso del hidrógeno es vapor de agua, tanto en su combustión con oxígeno como si se usa alimentando pilas de combustible. El hidrógeno es el combustible que tiene el más alto valor calorífico y el más alto contenido de energía por unidad de peso.

Las principales características de la molécula de hidrógeno son que es inodoro, incoloro, insípido, inflamable y en condiciones ambiente se encuentra en estado gaseoso. Además es el elemento más simple, ligero y abundante, constituye aproximadamente el 11% de la masa del agua y se puede encontrar en todos los hidrocarburos, en los ácidos, en la materia viva y en muchos minerales.

La principal desventaja del hidrógeno es su baja densidad por unidad de volumen como gas o como líquido. Además la obtención del hidrógeno líquido requiere de un proceso altamente consumidor de energía y técnicamente complejo. Otra cuestión que todavía representa un problema significativo es el almacenamiento de cantidades adecuadas de hidrógeno a bordo de un vehículo. El hidrógeno no es tóxico y no es contaminante, pero es difícil de detectar sin sensores adecuados.

La producción del hidrógeno es muy diversa porque puede producirse a partir de una amplia variedad de fuentes de energía tanto tradicionales como renovables. Pero parece indiscutible que el hidrógeno producido a partir de energías renovables será la base energética del futuro, tales sistemas de producción de hidrógeno pueden basarse en energía solar, eólica, geotérmica y de la biomasa. Otros procesos de producción de hidrógeno, llamados bioproducción y fotoproducción, se basan en energía nuclear y en métodos biológicos usando algas, compuestos orgánicos y diversas bacterias.

➤ **Expectativas de futuro**

En años futuros parece que la automoción puede vivir un importante cambio y desencadenar una nueva revolución: la utilización del hidrógeno como combustible para realizar la transición del petróleo y los combustibles fósiles tradicionales a nuevos combustibles. Además los vehículos de hidrógeno vertebrarían el cambio hacia una economía basada en fuentes de energía más limpias, sin amenazar el medioambiente ni agotar los recursos naturales del planeta. Pruebas del indudable interés que despierta el hidrógeno son: la larga serie de empresas fabricantes de coches que desarrollan vehículos de hidrógeno, y las cifras millonarias que algunos inversores, entidades financieras, y gobiernos occidentales están invirtiendo en investigación y desarrollo en la tecnología del hidrógeno.

Desde Europa se confía en esta fuente energética y ya se han marcado ambiciosos objetivos a cumplir. En cuanto a la estrategia de despliegue y metas de penetración en el mercado en el sector del transporte, la Plataforma Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible se ha fijado unos objetivos a medio plazo que se han situado en el 2020, año en que se espera que el 5% del parque móvil de vehículos europeo funcione con hidrógeno. La UE también ha previsto que en el año 2015 entorno al 2% de los vehículos sean de hidrógeno. En la Figura 1 pueden verse las evoluciones esperadas por la Comisión Europea para la introducción de vehículos de hidrógeno hasta el 2050, según dos posibles escenarios propuestos, el de introducción rápida y el de introducción moderada.

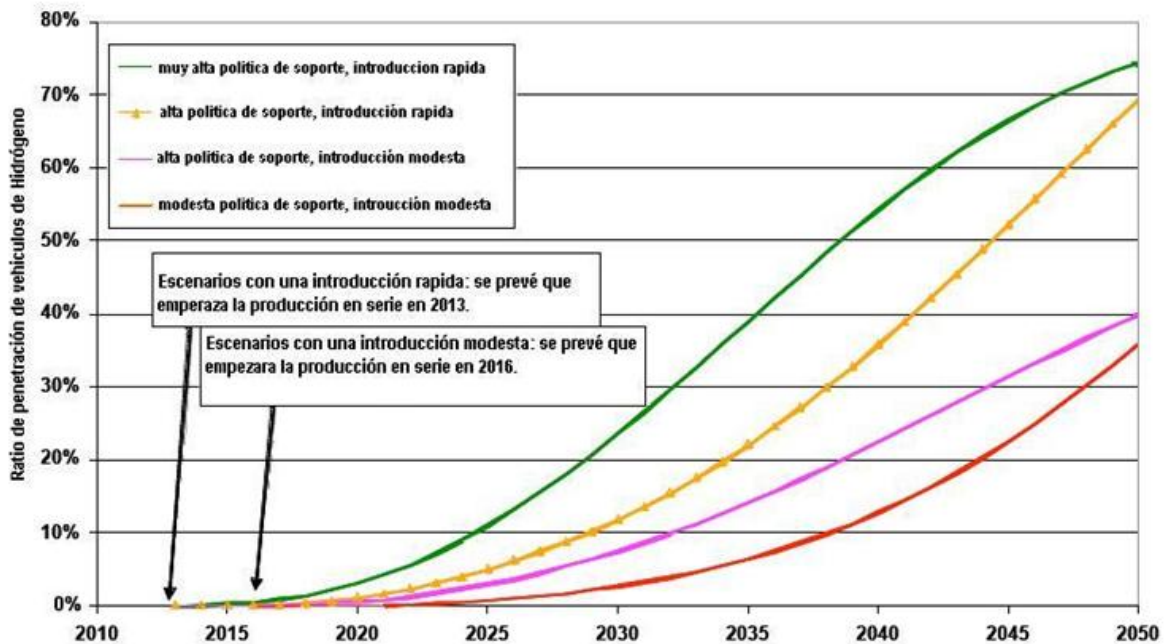


Figura: Desarrollo del ratio de penetración de vehículos de H₂.
Fuente: La comisión europea, Proyecto: HyWays.

Por otra parte en el estudio de prospectiva “Hidrógeno y Pilas de Combustible” publicado en abril de 2006 por el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial, OPTI, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y ejecutado por el CIEMAT e INASMET-TECNALIA, se indica que el número de vehículos propulsados con hidrógeno pasará en la UE de algunas decenas de miles en 2010 a medio millón en 2015. Y en 2020 se espera que haya entre 2 y 9 millones de vehículos de hidrógeno (lo que se corresponde con entre el 1% y el 5% del parque móvil).

➤ Infraestructuras

El uso de vehículos de transporte propulsados por hidrógeno dependerá de la existencia de una infraestructura de repostaje generalizada y asequible. Actualmente, existen en todo el mundo todavía pocas estaciones de hidrógeno, y es preciso reducir los costes de las estaciones para que resulten comercialmente viables. El mayor reto será hacer frente a millones de automóviles privados, pero antes de eso los expertos pronostican que la introducción de las estaciones de hidrógeno comenzará en el repostaje de flotas de autobuses y de vehículos de entrega urbana de mercancías, explotadas de forma centralizada en grandes ciudades densamente pobladas.

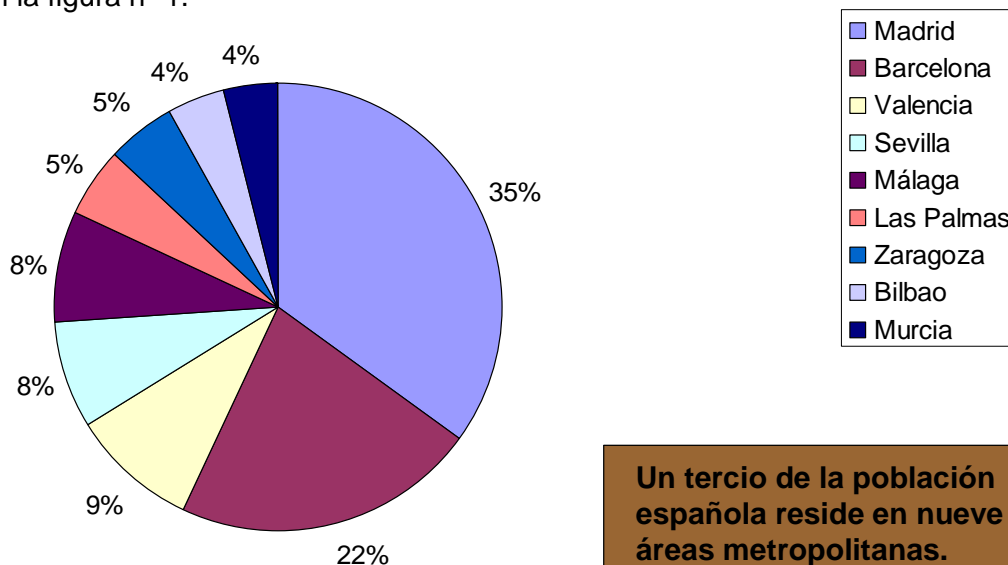
Las hidrogeneras (estaciones de servicio para repostar hidrógeno) y los coches de hidrógeno tienen que ir a la par hacia el cambio de energía dentro de la automoción. Se espera un aumento bastante significativo en la construcción de más estaciones de hidrógeno en los próximos años. Según el informe “Hidrógeno y Pilas de Combustible” del OPTI, toda la UE contará con un mínimo de 5.000 a 10.000 estaciones de servicio de hidrógeno en el año 2020.

V.- Transporte, urbanismo y planificación territorial

V.1.- Introducción

Todos somos conscientes que el problema de la movilidad personal en lo que afecta al elevado consumo de energía y a su contribución a las emisiones de CO₂ se relaciona con el desarrollo de nuestro urbanismo y con otros aspectos conexos:

- Las ciudades crecen y suponen ya el lugar de vida de la mitad de la población en el mundo, con ratios mayores que éste en diferentes países entre ellos España; aquí un tercio de ella se concentra en sólo nueve áreas metropolitanas como se sugiere en la figura nº 1.



Un tercio de la población española reside en nueve áreas metropolitanas.

Una parte importante del consumo de carburantes de automoción, posiblemente la mitad de la demanda para movilidad personal, se une a los desplazamientos de los ciudadanos de esas áreas.

Figura: Las grandes áreas metropolitanas en España

En estas áreas metropolitanas se ha seguido un modelo urbanístico en el cual hay una diferenciación entre los entornos de vivienda, los de trabajo y los de ocio, con la necesidad de desplazarse entre ellos con elevada frecuencia, a veces a diario. Adicionalmente las infraestructuras de transporte colectivo y las que facilitan la movilidad individual en automóvil son tales que se tiende a una excesiva participación en ella del uso del automóvil, con viajes a veces largos y en general en condiciones de tráfico congestionado, con altos ratios de consumo específico de combustible.

- El turismo es el motor de la economía española, supone el 12% del Producto Interior y una proporción similar del empleo. La esperanza de que el turismo continúe o mejor que se incremente se une a la salida de la actual crisis. Pero hay que ser conscientes de que el turismo y el consumo de energía en movilidad son dos fenómenos paralelos; el turismo interior tiene una componente elevada de utilización del automóvil, no hay que ver nada más como están las carreteras el fin de semana o los periodos de vacaciones sean cortos o largos.

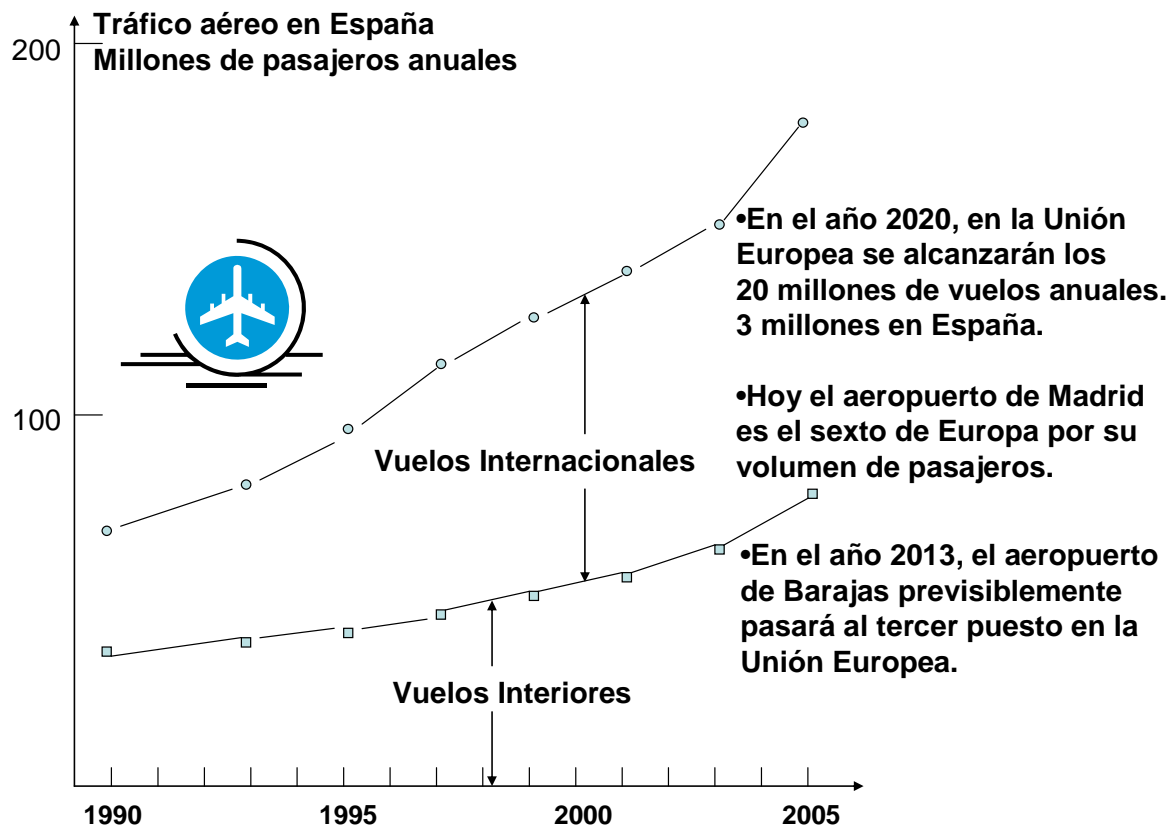


Figura: Evolución del transporte aéreo en España

El turismo internacional se une en buena medida a la utilización del transporte aéreo, que como se vio en el inicio de este documento supone ya la sexta parte del consumo energético en el conjunto del sector transporte, y que además es uno de los sumandos con crecimiento más rápido. En la figura nº 2 se observa ese crecimiento de la movilidad personal por avión, se observa un mayor crecimiento de los vuelos internacionales, en especial en los últimos años, cuando se desarrolla ese concepto del turismo de fin de semana a las ciudades. ¿Cuántos aeropuertos hay en España? Y hacia cuántos vamos y para que tipo de uso; ello merece una reflexión especial.

- Los modos de transporte ciudadano son otro aspecto de reflexión. En las ciudades se observa que los automóviles se desplazan con un bajo grado de ocupación, con 1,1 a 1,2 personas por vehículo; además se constata que crece el número de automóviles de gama alta, es decir los de consumo específico elevado de energía.

En los desplazamientos interurbanos se observa que la mayoría de los automóviles llevan una o dos personas, no es frecuente el uso compartido por cuatro personas. Además hay una cultura de movilidad continuada, la gente no llega a su destino y se queda en él, con frecuencia realiza además otros desplazamientos que no son muy largos, pero que contribuyen por su multiplicidad a un consumo energético exagerado y a incrementar los problemas de congestión y mala calidad ambiental del entorno.

V.2.- Continuidad matizada del actual modelo de desarrollo de infraestructuras de transporte



La planificación de nuevas infraestructuras y los modelos de desarrollo urbanístico tienen una influencia determinante en la eficiencia energética del transporte. Sin embargo resulta difícil compatibilizar ambas políticas, especialmente cuando el objetivo es lograr una movilidad sostenible de personas y mercancías.

Una de las principales razones de esta falta de sintonía entre las política de infraestructuras y las urbanísticas radica en las diferentes competencias entre administraciones, dado que el urbanismo suele ser responsabilidad municipal en tanto que las infraestructuras de transporte, como consecuencia de las mayores necesidades de inversión, quedan en mano de la administración del estado, la autonómica y en algunos casos, la provincial.

Paradójicamente, la movilidad urbana motorizada crece a ritmo superior a la interurbana, siendo esta tendencia más acusada en ciudades de tamaño medio y en las grandes áreas metropolitanas, estimándose que el 40% de las emisiones de CO₂ tienen su origen en los desplazamientos dentro de estas zonas.

Por si esto fuera poco, los modelos de urbanización dispersa se han multiplicado en nuestro país de forma paralela y sinérgica a la mejora en las redes viarias metropolitanas, lo que ha traído consigo un aumento del uso del transporte privado frente al transporte público, que en muchas ocasiones debido a la planificación incorrecta o a la ausencia total de planificación ni siquiera conecta las nuevas áreas residenciales con los centros de trabajo y zonas de servicios (comercios, escuelas). Consecuencia de todo esto y a pesar de las inversiones realizadas en los sistemas de transporte público metropolitano (tarifas integradas, nuevas líneas de metros, etc), el vehículo privado sigue creciendo en términos de vehículo-km recorridos.

Por tanto parece evidente que, en lo que a eficiencia energética se refiere, el énfasis debería hacerse en la movilidad urbana y metropolitana y no tanto en la interurbana. Por otra parte, se hace necesaria más que nunca una coordinación efectiva entre las políticas de infraestructuras de todas las administraciones afectadas.

Muchas de las críticas al modelo actual de desarrollo de infraestructuras de transporte en España se basan en que unos mayores niveles de inversión¹ o el mayor ratio de kilómetros de vía de gran capacidad por unidad de superficie² no implican ni una mayor eficiencia en el uso de la energía ni por supuesto un mayor desarrollo. Es decir, mayores posibilidades de movilidad interurbana (carreteras/ferrocarriles) no suponen más riqueza en términos de *renta per capita* ni mejor calidad de vida.

Es evidente que la curva “incremento PIB-demanda de transporte-movilidad” no puede crecer de forma indefinida, alcanzándose en un momento dado un punto de inflexión en el desarrollo de la red de infraestructuras. Llegado este punto, sería ineficiente y por tanto absurdo, seguir aumentando el número de km de red de alta capacidad, siendo necesario recurrir a herramientas de gestión de la movilidad hacia modos de transporte más eficaces y por tanto de menor impacto. Pero ¿cuál es ese techo?, ¿estamos construyendo más autovías de las que necesitamos?, en definitiva, ¿estamos empezando a ser ineficientes desde el punto de vista económico, energético y ambiental?

La estrategia de movilidad sostenible de la UE va en esta dirección: disociar crecimiento del transporte y crecimiento económico, buscar alternativas al vehículo privado y al

¹ España duplica la media europea con un porcentaje de inversión en infraestructuras de transporte del 1,8% del PIB

² España es el segundo país después de Luxemburgo con una mayor densidad de autovías y autopistas



transporte de mercancías por carretera, así como imputar correctamente los costes económicos y ambientales.

Sin embargo no podemos perder de vista que el cambio en el paisaje de las infraestructuras de nuestro país se ha producido en apenas 20 años en tanto que los países de nuestro entorno económico como Francia, Alemania o Italia iniciaron el despegue de sus redes de transporte en la década de los 50. En estos momentos, algunas voces críticas señalan la necesidad de pisar el freno o simplemente levantar el pie del acelerador de la construcción de infraestructuras. Frente a estos argumentos, no podemos olvidar que hace apenas una década el déficit de infraestructuras de gran capacidad era uno de los mayores lastres de nuestra economía. Este retraso histórico es aún patente en la red ferroviaria.

La situación española en el contexto económico mundial es un elemento de juicio que no debe pasarse por alto, tal y como demuestra el aumento constante de la demanda y los servicios de transporte, con crecimientos anuales superiores al 5,5% en el tráfico de mercancías con el exterior (mayoritariamente por vía marítima) o al 4,4% en el de viajeros (un 70% del cual son turistas).

Por otro lado, la península si bien ocupa un lugar periférico en la UE, con una notable falta de interconexiones terrestres con el resto del continente, ocupa un lugar central y estratégico en las relaciones comerciales entre Europa y el norte de África y el continente americano, así como entre el Mediterráneo y el Atlántico.

El desarrollo de los itinerarios estratégicos europeos de largo recorrido, tanto por carretera como ferrocarril y por supuesto marítimo, es un elemento fundamental, si bien es en el ámbito ferroviario, tanto de pasajeros como de mercancías, donde queda más por hacer, ya que estamos al 4,5% de reparto modal frente al 8% de la UE.

En el caso del transporte marítimo, es necesario, además, no sólo garantizar unas adecuadas conexiones terrestres, especialmente por ferrocarril, sino diversificar el mercado objetivo, que en la actualidad queda recudido esencialmente a algunos graneles y a automóviles. Y es que la carretera continua siendo el modo de transporte universal capaz de absorber cualquier tipo de demanda (asegura el 86% del transporte terrestre de mercancías y el 88% de pasajeros).

Respecto al tráfico aéreo, la actividad se concentra mayoritariamente en los aeropuertos de Madrid, Barcelona y Palma de Mallorca, constituyendo la principal vía de acceso para viajeros desde y hacia el exterior. A día de hoy, es significativo también el transporte interior para distancias medias y largas. Sin embargo, una vez concluida la malla de transporte ferroviario de altas prestaciones, cuyo objetivo más inmediato en 2012 es que la mitad de la población española tenga un AVE a menos de 50 km, ¿qué sentido tiene que prácticamente cada capital de provincia tenga un aeropuerto propio?

Por tanto, nuestra red de infraestructuras de transporte ha de seguir creciendo, pero incidiendo en el desarrollo de la red ferroviaria de altas prestaciones para pasajeros y mercancías y corrigiendo las deficiencias de la red de autovías, y por supuesto, apostando por un desarrollo más coherente de los modos de transporte público en las áreas metropolitanas. De forma más concreta:

- Supeditar la aprobación de los nuevos desarrollos urbanísticos a la existencia de conexiones efectivas de transporte público, lo que implica necesariamente la coordinación entre las diferentes administraciones implicadas.
- Solventar la insuficiencia de los modos de transporte público en las áreas metropolitanas frente al transporte privado, favoreciendo el desarrollo de redes

radiales y periféricas de cercanías y metro, el transporte marítimo de personas en las áreas metropolitanas costeras, la creación de sistemas de tarifas integrados, etc.

- Respecto a las redes de largo recorrido (más eficaces energéticamente) corregir el carácter radial de nuestra red de carreteras de alta capacidad, mediante el mallado interno de la red que subsane el déficit de accesibilidad de algunas zonas del territorio.
- Conexión de nuestra red, tanto ferroviaria como por carretera, con los itinerarios estratégicos europeos.
- Garantizar los niveles de seguridad y calidad de la red de carreteras convencional que garantice la cobertura total del territorio, adecuando necesidad y capacidad de transporte y garantizando las adecuadas conexiones con la red de alta capacidad.
- Solucionar de forma definitiva la falta de interoperatividad de nuestra red ferroviaria y su heterogeneidad. Es insostenible, por ejemplo, que el área metropolitana de Granada con más de 500.000 habitantes esté conectada por dos líneas de ferrocarril de vía única sin electrificar. En un país como el nuestro, con distancias medias de 600 km, el ferrocarril de alta velocidad debe absorber la práctica totalidad del transporte interno de pasajeros y permitir asimismo la distribución de los viajeros procedentes del exterior, mediante la adecuada conexión con los grandes aeropuertos.
- Garantizar la conexión terrestre de la red de puertos del estado, especialmente por ferrocarril, así como su adecuación a la demanda y diversificación del mercado objetivo del transporte de mercancías por vía marítima.
- Replantear el modelo aeroportuario español, con una red no demasiado lógica (¿cada capital de provincia un aeropuerto?) y hasta cierto punto incompatible con el desarrollo de la red de ferrocarril de altas prestaciones. El modelo actual es insostenible ambientalmente y económicamente, dado que una buena parte de las rutas a aeropuertos secundarios se mantienen gracias a programas públicos de ayudas (subvenciones).

Y una reflexión final, la crisis energética actual con el fin del ciclo del petróleo “barato” y el agotamiento de los yacimientos accesibles a la vuelta de la esquina pueden suponer un recorte formidable en las emisiones contaminantes a la atmósfera, por la simple razón que “de donde no hay no se puede sacar”. Un argumento tan demoledor como éste puede y debe condicionar el desarrollo de los modelos de transporte a nivel mundial en tanto que no existe una alternativa viable que sustituya al petróleo. El salto tecnológico que suponen los biocombustibles no solucionará el déficit en el abastecimiento si se mantienen los ritmos de crecimiento del consumo.



Figura: El desplazamiento a los centros de trabajo: Planes de movilidad de empresa

Una buena parte de los problemas asociados con los desplazamientos domicilio-trabajo se debe al modelo de organización territorial, a la disposición de las actividades productivas y residenciales.

No cabe duda que las relaciones entre vivienda y lugar de trabajo han evolucionado significativamente en el último siglo. En la época preindustrial la mezcla de actividades productivas y residenciales configuraba una ciudad de cercanía, con viajes cortos donde la mayoría de los desplazamientos al trabajo se realizaban caminando.

A partir de los años ochenta, el modelo urbanístico pasa a ordenarse desde la escala regional. Las distancias se incrementan aún más; el trabajo y la residencia pueden estar en otro municipio e incluso en otra provincia. El territorio acoge a empresas deslocalizadas y las residencias cada vez se encuentran más distantes y dispersas. En el mundo del trabajo, los nuevos esquemas de organización productiva buscan la reducción generalizada de costes, lo que ha llevado al empresariado a buscar mecanismos para lograr la desaparición de las rutas de empresa a través del ofrecimiento de plazas de aparcamiento a sus trabajadores.

Por otro lado, los cambios de usos del suelo en las zonas urbanas y las suculentas plusvalías que se generan con los terrenos de las antiguas industrias periféricas, pero ahora muy céntricas, hacen que los empresarios vendan estos suelos recalificados y adquieran otros en zonas más alejadas y mal comunicadas por transporte público.

Los viajes al trabajo suponen un tercio de la movilidad general. Los trabajadores acuden fundamentalmente en modos de transporte motorizados (80% de los viajes); dentro de estos desplazamientos, el vehículo privado utilizado en solitario supone el 52% de la movilidad laboral y el transporte público el 28%. En cuanto al transporte no motorizado, el peatonal supone un 19,50% y, aunque la bicicleta es todavía un medio marginal, hay que señalar que registra el restante 0,50% de los viajes.



El uso de los diferentes modos de transporte varía de unas Comunidades Autónomas a otras; la mayor presencia de los desplazamientos no motorizados se encuentra en regiones con mayoría de ciudades medias o pequeñas donde aún existe proximidad en las relaciones cotidianas al trabajo: Castilla y León, La Rioja, Asturias o Extremadura.

El aumento de las distancias entre residencia y trabajo ha prolongado la jornada laboral de una parte de los trabajadores, superando los horarios acordados en cada convenio. De hecho, 17,21% de los trabajadores emplea más de una hora en ir y volver del trabajo, tiempo de transporte que hay que añadir al tiempo de trabajo.

El actual modelo de desplazamiento al centro de trabajo de trabajo contribuye a incrementar los consumos energéticos y la correspondiente emisión de gases de efecto invernadero, así como los niveles de contaminación atmosférica y acústica, además de suponer importantes pérdidas económicas en forma de congestión circulatoria, absentismo laboral o impuntualidad. Para los trabajadores supone pérdida de tiempo, aumento del estrés, importantes gastos económicos y una elevada siniestralidad “in itinere”.

Racionalizar los desplazamientos entre el domicilio y el centro de trabajo es uno de los objetivos de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (2004-2012) que propone la potenciación de Planes de Movilidad en empresas de 200 o más trabajadores. De la misma forma, el Plan Nacional de Asignación se refiere a las necesidades de reconducir el sector del transporte para poder lograr disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Finalmente, el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) apuesta por la gestión de la movilidad como instrumento para reorientar las pautas de movilidad actual hacia escenarios de mayor sostenibilidad ambiental.

➤ **Planes de movilidad sostenible en empresas**

Un Plan de Movilidad de Transporte Empresarial es un conjunto de medidas dirigidas a racionalizar los desplazamientos al centro de trabajo y, sobre todo, acabar con el uso ineficiente del coche privado, ya sea de los trabajadores como de los proveedores, visitantes y clientes. Se trata pues, de reducir los impactos negativos de los desplazamientos mediante un cambio más eficiente y racional en el medio de transporte.

➤ **Fases de un Plan de Movilidad de Transporte en una empresa:**

1. Definición de los Objetivos prioritarios.
2. Análisis preliminar (situación inicial).
3. Sensibilización de los trabajadores y constitución de grupos de trabajo.
4. Diagnóstico definitivo.
5. Definición de los objetivos específicos e indicadores.
6. Identificación de las medidas adoptar (Plan de Movilidad de Empresa):
 - Líneas específicas de transporte público a los centros de trabajo.
 - Medidas que faciliten el uso del transporte público.
 - Líneas de transporte colectivo de la propia empresa.
 - Medidas que faciliten el coche compartido.
 - Medidas que faciliten los coches multiusuarios.
 - Medidas que regulen el uso del aparcamiento.
 - Medidas que faciliten el acceso a pie y en bicicleta.
 - Medidas que faciliten el teletrabajo.
 - Facilidades en los horarios de trabajo.
 - Formación en conducción eficiente.
 - Otras posibles medidas (más información a los trabajadores,

gratificaciones, etc)



7. Promoción del Plan de Movilidad: campañas de sensibilización e información.
8. Implementación del Plan de Movilidad.
9. Seguimiento y Evaluación.

➤ **¿Cómo actuar sobre los planes de movilidad de la empresa?**

Los criterios de negociación colectiva a nivel de empresa deberían incluir criterios de sostenibilidad y seguridad en el desplazamiento al centro de trabajo.

Los aspectos del transporte al trabajo deberían ser tenidos en cuenta en los Sistemas de Gestión Medioambiental y en las Auditorías Ambientales de las empresas, valorándose la movilidad sostenible de los trabajadores como un factor más de calidad y de sostenibilidad.

El sindicato debería promover la realización de Planes de Movilidad Sostenible en las empresas e implicarse en su desarrollo y puesta en funcionamiento.

Reivindicar que las empresas y administraciones públicas asuman el coste del desplazamiento sostenible de los trabajadores a través de partidas específicas para transporte público o no motorizado.

➤ **¿Cómo conseguir una movilidad sostenible?**

- Contando con la colaboración de todos los agentes implicados (trabajadores, empresa, administraciones locales y autonómicas, operadores de transporte público,...).
- Fomentando los modos de transporte sostenibles y seguros.
- Disuadiendo del uso del vehículo privado.
- Conociendo el marco normativo.
- Exigiendo líneas de financiación específicas.

➤ **Un caso de movilidad no sostenible: La Sede Social de Endesa en Madrid**

La Sede Social de Endesa en Madrid se trasladó en 2003 a un edificio situado en la c) Ribera del Loira, 60, en el Campo de las Naciones de Madrid.

Dicho edificio se encuentra en el distrito de Hortaleza, y para acceder a él se puede utilizar el transporte público:

Metro: Línea 8, estación Campo de las Naciones.

Autobuses: 73 Diego de León - Canillas
104 Ciudad Lineal – Mar de Cristal
112 Mar de Cristal – Barrio Aeropuerto
827 Avda. de América – Campo de las Naciones
827 Alcobendas – Canillejas
828 Alcobendas – Campo de las Naciones

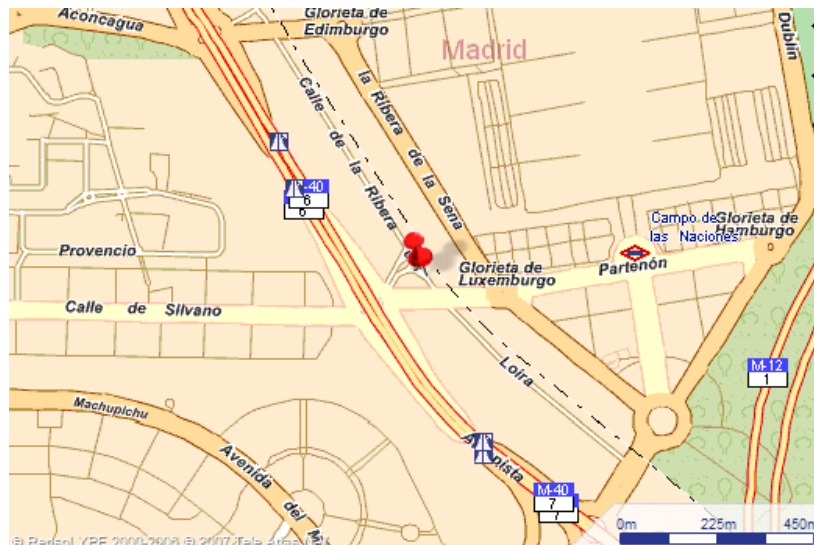
En automóvil se puede acceder desde:

M-40: Salidas 6 y 7

- N-12: Salida 1
- A-2: Salida 8
- C) Silvano
- C) Aconcagua

Dada su situación, con transporte público, tanto metro como autobús, cercano y un acceso relativamente fácil para el automóvil privado, la empresa no ha contemplado en ningún momento la posibilidad de establecer un servicio de transporte empresarial. Es más, a pesar de estar ubicado en una zona de especial complejidad circulatoria (próximo a la Feria de Madrid y rodeado de edificios de oficinas con horarios similares), muy propensa a atascos de tráfico especialmente a las horas de salida, se ha optado por facilitar el transporte privado.

El Edificio cuenta con un parking subterráneo propio para empleados, con capacidad para unos 1.000 vehículos, estando unas 300 plazas reservadas para directivos y coches oficiales, y el resto de uso libre. También se cuenta con un aparcamiento de visitas en superficie, de unas 90 plazas



En la Sede trabajan aproximadamente 2.000 personas, de las cuales unas 1.600 son de plantilla, mientras que los otros 400 son personal externo (contratados y becarios). Estos últimos no tienen permiso para utilizar el aparcamiento.

De las 1.600 personas con derecho a parking, aproximadamente el 60% acude a trabajar en coche propio, mientras que el 40% utiliza el transporte público, principalmente el metro.

En cuanto a los 400 externos, cerca del 40% utiliza su automóvil, mientras que el 60% es usuario del transporte público, también metro prioritariamente.

Trabajadores plantilla	en	Km. por empleado/día	Km. Anuales*			Emisiones de CO ₂ en tm/año	Factor de emisión***
2000		26**					
Internos	1.600						
Coche propio	960	24.960	5.541.120	Total km. coche propio	6464.640	1.162,48	0,19
Transporte publico	640	16.640	3.694.080	Total km. transporte publico	5.079.360		
Externos	400			60% trabajadores en Madrid	3.047.616		
Coche propio	160	4.160	923.520	de ellos, 80% metro	2.438.093	243,81	0,1
Transporte publico	240	6.240	1.385.280	20% autobús	609.523	115,81	0,19
				40% trabajadores fuera Madrid	2.031.744		
				de ellos, 70% tren	1.422.221	142,22	0,1
				30% autobús	609.523	115,81	0,19
						1780,13	

* Se obtiene multiplicando los km. diarios x los 222 días laborales del año.

** Se ha obtenido tomando como base los códigos postales de los empleados.

*** Se calcula multiplicando el total de km. por el factor de emisión que figura en el Protocolo GHG.

➤ Un caso de movilidad sostenible: Sede de ACCIONA en Alcobendas

ACCIONA ofrece desde hace varios años un servicio de rutas de autobús dirigido a todos sus empleados del Parque Empresarial La Moraleja situado en Alcobendas, mediante el cual se cubren numerosos trayectos entre las oficinas centrales de ACCIONA y distintos puntos del centro de Madrid. Esta iniciativa facilita el desplazamiento de todos los empleados de ACCIONA hasta su puesto de trabajo, pues representa una alternativa muy cómoda al vehículo privado, al ofrecerse distintos horarios de servicio tanto al inicio como a la finalización de la jornada laboral. La medida surgió como un **acuerdo entre la empresa y los representantes sindicales** para compensar el cambio de dirección y localidad de las oficinas centrales de ACCIONA y otras empresas del grupo desde el centro de Madrid hasta Alcobendas.

La puesta en marcha de este servicio ha generado numerosos beneficios económicos, sociales y medioambientales para sus empleados y para la sociedad. Un ejemplo de estos beneficios se demuestra al estimar el **ahorro en consumo de combustible** generado tras eliminar diariamente vehículos privados de la circulación y sustituirlos por un medio de transporte público colectivo. Según estimaciones del grupo ACCIONA la puesta en marcha de esta iniciativa **evita la emisión diaria de 1.215 kg de CO₂, lo que se traduce en 295 tCO₂ evitadas anualmente.**

Además de las ventajas medioambientales mencionadas, la iniciativa proporciona a los empleados importantes ventajas relacionadas con la **seguridad**, ya que el uso de los autobuses reduce el número de coches en las horas más conflictivas del día, y **disminuye, por tanto, el riesgo de accidentes.**

Así mismo, con esta iniciativa ACCIONA trata de proporcionar una serie de **ventajas ergonómicas** al empleado, aumentando su comodidad a la hora de acceder al lugar de trabajo, garantizando su puntualidad en la entrada y la salida y proporcionándole una importante fuente de disminución del estrés al evitarse las retenciones de hora punta, una de las principales causas del estrés diario de los trabajadores.



Grupo de trabajo: TRANSPORTE: Movilidad sostenible y eficiencia energética.
[GT- ETRA]

Para completar este servicio de rutas colectivas, y con motivo de la inauguración de una nueva estación de metro próxima a las oficinas de ACCIONA en Alcobendas, se puso en servicio una nueva ruta de autobús que une la estación de metro más próxima al Parque Empresarial La Moraleja con los distintos edificios de oficinas de ACCIONA. Por lo que, además de completar la oferta del servicio de rutas colectivas, esta medida trata de **fomentar el uso del transporte público** entre sus empleados con los correspondientes beneficios medioambientales que esto supone.



VI.- Instrumentos para mejorar la movilidad

Se exponen aquí unas primeras reflexiones particulares que deberán ser consolidadas en los debates que se desarrollen al respecto en el CONAMA

VI.1.- Introducción

Los pueblos y las ciudades han desarrollado históricamente ámbitos de relación y convivencia para las personas. Por este motivo se han concentrado una oferta amplia y diversa de actividades y servicios -vivienda, comercio, ocio, educación, sanidad...-, la concentración ha permitido ser desde antaño los motores del progreso social y económico.

Pero los cambios urbanísticos que han experimentado las ciudades en los últimos decenios, añadidos a la utilización a gran escala de los vehículos privados a motor, han modificado los hábitos de movilidad de los ciudadanos y, como consecuencia, el modelo de organización social. El cambio de pautas de movilidad ha comportado, un conjunto de impactos sociales, ambientales y económicos que han afectado a la calidad de vida y evolución de las ciudades.

Los accidentes de tráfico, las emisiones, el ruido, la pérdida de tiempo, la exclusión laboral o la ineficiencia energética se han convertido en problemas de compleja resolución que demandan el esfuerzo y el trabajo conjunto de todos los agentes implicados en la planificación y la gestión de la movilidad urbana, desde una perspectiva que integre los referentes de la cultura de la sostenibilidad.

Estos referentes no son desconocidos a escala local, ya que muchos municipios han elaborado Agendas 21 locales y Planes d'Acción basados en la Carta d'Aalborg, el documento firmado por centenares de ciudades y pueblos europeos que se han comprometido a llevar a cabo programas y actuaciones a corto, medio y largo plazo en favor del desarrollo sostenible local.

Que significa una movilidad *más sostenible*? Un modelo de movilidad solo puede avanzar hacia un escenario más sostenible si hace suyos los principios de la seguridad, l'eficiència, l'equidad, el bienestar, la convivencia y la calidad de vida, y los aplica de forma continua intentando conseguir unos mínimos cualitativos para cada uno de los medios de transporte urbano. El hecho de aplicarlos en el ámbito urbano ha de contribuir a construir una ciudad más saludable, tranquila y segura, que también garantice el bienestar de las generaciones del mañana.

VI.2.- La legislación sobre movilidad en España

Nuestro país es ávido en promulgar excesivas leyes de todo tipo y rango que, en algunos casos, existen dificultades para llevarlas a cabo porque han de ser los municipios quienes se encarguen de materializarlas y incorporarlas a su planeamiento.

La Ley de movilidad no es una excepción. El planeamiento de la movilidad i el planeamiento urbanístico han ido históricamente desunidos con lo que ha ocasionado no pocas disfunciones y tensiones en el territorio.

A nivel estatal se comentan los casos de la ley de movilidad catalana y la propuesta de ley española des desde un punto de vista crítico.

VI.3.- La Ley de movilidad catalana

Con el fin de legislar en pro de una movilidad más sostenible, se aprobó en el año 2003 por el Parlamento de Catalunya y con unanimidad de todos los partidos políticos la primera ley autonómica de movilidad con el objetivo principal a los que debe responder una gestión de la movilidad de las personas y del transporte de las mercancías dirigida a la sostenibilidad y la seguridad, y determinar los instrumentos necesarios para que la sociedad alcance dichos objetivos y para garantizar a todos los ciudadanos una accesibilidad con medios sostenibles.

El desarrollo de la Ley catalana se está produciendo con mucho retraso. A continuación se expone un cuadro resumen de los principales contenidos de la ley, así como la fecha de aprobación del decreto que desarrolla la disposición legislativa

VI.4.- El proyecto de Ley de movilidad estatal

La propuesta de ley, inspirada en la Ley catalana, no ha conseguido prosperar hasta la fecha. En el mes de julio del 2007 se presentó al Congreso de los Diputados por parte del grupo parlamentario de Izquierda Unida – Iniciativa per Catalunya Verds, la propuesta de ley de movilidad sostenible pero se agotó la legislatura y no prosperó. Con la nueva legislatura, el mismo grupo, ahora formado por 3 partidos (los anteriores más Esquerra Republicana de Catalunya), presentaron en el mes de abril de 2008, de nuevo la propuesta, pero en el mismo mes fue inadmitida a trámite en su totalidad.

Teniendo en cuenta que la estrategia española contra el cambio climático incluye la aprobación de una ley de movilidad y que estamos muy lejos de cumplir con los compromisos de Kyoto y Kyoto + 15%, todavía no existe a nivel nacional una ley de rango estatal con la que poder desarrollar estrategias de movilidad sostenible

Cuadro I. DESARROLLO DE LA LEY 9/2003 DE MOVILIDAD DE CATALUÑA

Disposición	Tema	Fecha máxima despliegue	Observaciones
Art. 9	Planes de Movilidad Urbana	s/f	Obligatorios para los municipios de más de 50.000 habitantes, capitales de comarca, y municipios comprendidos en zonas de especial protección atmosférica
Art. 18	Normas de movilidad para el diseño urbano y de los estudios de evaluación de la movilidad generada	s/f	Decreto 344/2006
Art. 21	Consejo Catalán de la movilidad	s/f	Decreto 466/2004
Ad. 3ra	Planes de Movilidad a polígonos industriales	27/07/2006	Se realizan desde el año 2005. la Secretaría de la Movilidad del DPTiOP en colaboración con los ayuntamientos y otras instituciones lidera la mejora de la accesibilidad a

			los polígonos
Ad. 6ª	Observatorio catalán de la movilidad	27/10/2003	Creado en el año 2004. los datos son consultables por la WEB del DPTiOP
Ad. 8ª	Ley de financiación del TP	27/07/2004	Pendiente de tramitación
Ad. 10ª	Transporte mercancías	27/07/2004	Pendiente de tramitación
Ad. 11ª	Ley de peajes y TP	27/07/2004	Pendiente de tramitación
Fin. 1ra	Despliegue de la Ley	27/01/2004	Pendiente de tramitación
Fin. 2ª	Directrices nacionales de movilidad	27/07/2005	Decreto 362/2006
Fin. 4ª	Costes del TP	27/06/2004	Pendiente de tramitación
Fin. 6ª	Entrada en vigor de la Ley	27/07/2003	

DPTiOP= Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Catalunya

Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley 9/2003

Sería muy importante que los partidos políticos mayoritarios se plantearan urgentemente la propuesta de una ley de movilidad y que comprendieran la importancia de establecer un marco legislativo que promueva modos de desplazamiento más sostenibles por encima del transporte privado y la construcción de grandes infraestructuras de transporte.

VI.5.- Los planes de movilidad

Los cambios producidos en la estructura urbana e industrial de las ciudades han alejado las residencias de los ciudadanos de los centros productivos y de ocio, haciendo que los desplazamientos tengan una influencia cada vez más importante en la gestión de la movilidad. La dispersión de las viviendas y centros de trabajo fuera de las ciudades, donde una gran parte no tiene acceso con transporte público ha hecho que se generalice el vehículo privado como medio de transporte para acceder.

La movilidad ha ido preocupando cada vez más a todo el mundo debido a sus repercusiones sociales, económicas y ambientales haciendo que su problemática no pase desapercibida y encabece asiduamente portadas de periódicos. La problemática requiere que se deba de priorizar medios de transporte de menor coste social e ambiental.

Hasta hace pocos años ni administraciones ni empresarios ni sindicatos se habían planteado seriamente mejorar la accesibilidad de las ciudades e polígonos industriales, pero de un tiempo a esta parte, la situación está cambiando y en esta última década se está incorporando al planeamiento estudios de movilidad que analizan e proponen acciones para, en definitiva mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

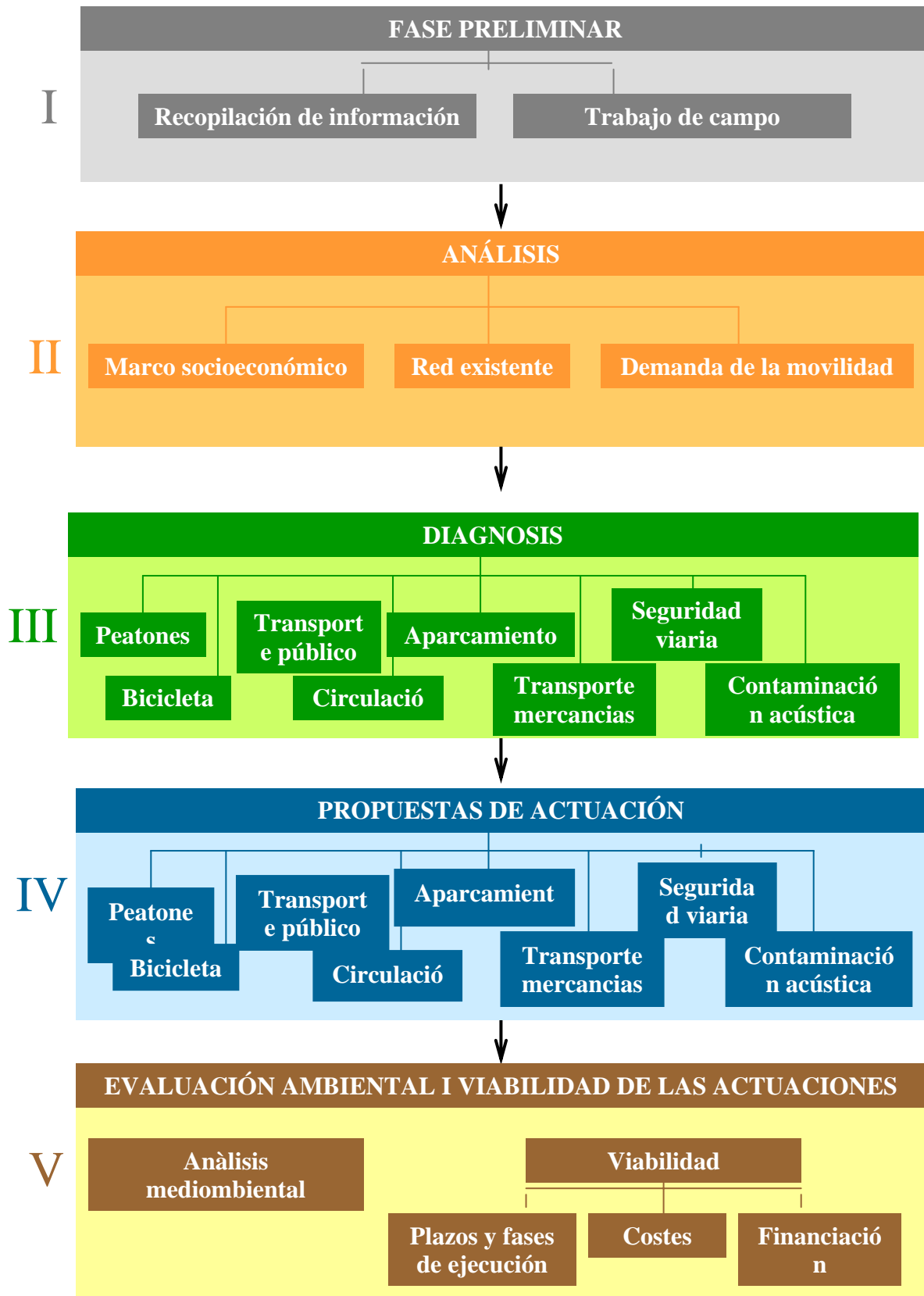
Los planes de movilidad pueden abarcar una visión más amplia: Nacional, autonómico, provincial, regional...., pero los planes de movilidad más frecuentes que se suelen realizar son los denominados "planes de movilidad urbana" a escala municipal e los "planes de movilidad a centros de trabajo" a escala de polígono industrial o gran núcleo de trabajadores

A pesar que existen subvenciones para la redacción de los planes de movilidad, la administración central y autonómica todavía tiene que hacer un esfuerzo superior para, sobre todo, ejecutar las medidas propuestas en los planes de movilidad y que en gran medida tienen que asumir los ayuntamientos.



En el caso de los planes de movilidad a los centros de trabajo, es necesario una mayor implicación de empresarios no solo su participación en los foros de movilidad sino también con aportaciones económicas (por ejemplo subvención de bono de transporte, aportación económica para implantar un servicio de bus al polígono, etc).

En definitiva, los planes de movilidad pueden y deben reducir la accidentalidad, promover una ciudad mas equilibrada y promocionar el transporte público reduciendo y cuantificando la emisión de gases de efecto invernadero. A continuación se expone un esquema metodológico de un plan de movilidad





El prolongado retraso en el desarrollo de la ley de movilidad catalana así como los intentos frustrados por aprobar una ley de movilidad de ámbito estatal, conviene hacer reflexionar sobre si se cree en paradigma de la “movilidad sostenible” por parte de los partidos políticos mayoritarios. Las contradicciones que existen por ejemplo por una banda la estrategia española contra el cambio climático y por otra los proyectos de grandes infraestructuras de alta capacidad son notorias y contribuyen a crear confusión hacia la ciudadanía

Los planes de movilidad son instrumentos esenciales para aplicar acciones para mejorar la movilidad, la accesibilidad y la seguridad de los ciudadanos. Los gobiernos municipales hacer suyos los planes de movilidad incorporándolos al planeamiento y conseguir sinergias del empresariado, organizaciones sociales y administraciones supralocales para aplicar las acciones propuestas

VII.- Transporte de mercancías

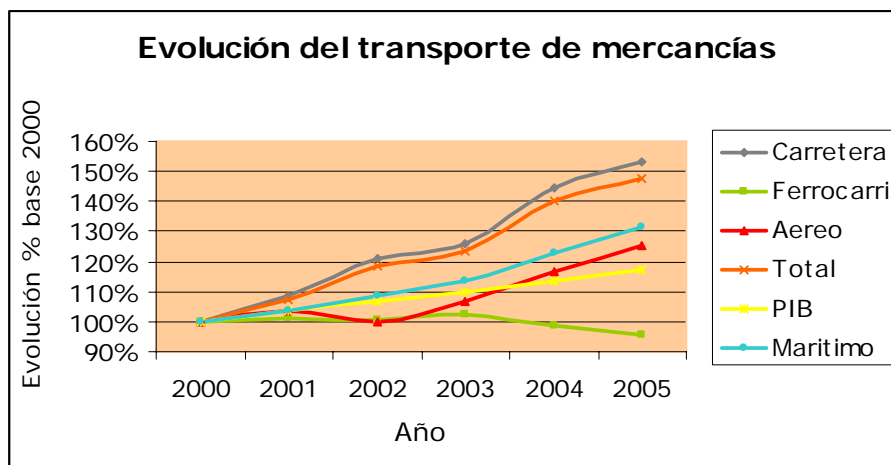
El análisis del subsector de transporte de mercancías deberá tener una componente especial en los debates que se desarrollarán en la sesión de exposición de este grupo de trabajo. Aquí se incluyen unas ideas de partida para ello.

VII.1.- Situación general del transporte de mercancías en España

Por las características geográficas específicas de España, y por el desarrollo de las infraestructuras en nuestro país el transporte de mercancías depende en gran medida del transporte por carretera.

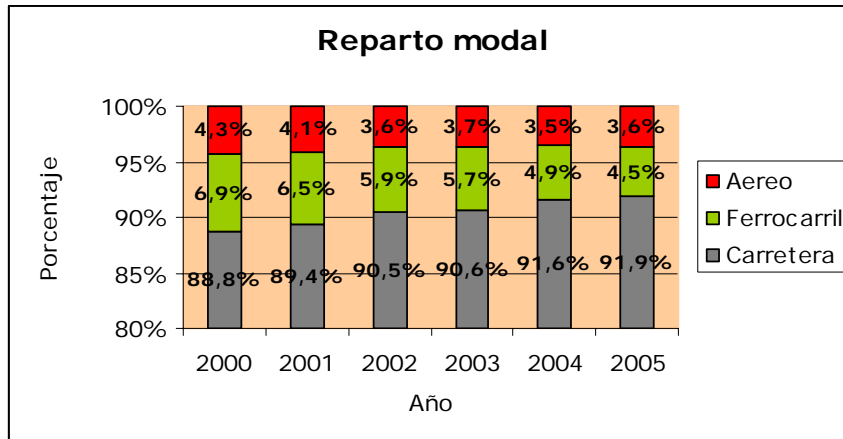
Durante el periodo 2000-2005 se ha producido en España un doble fenómeno que ha contribuido al aumento de la ineficiencia del sistema de transporte de mercancías en España.

Por un lado se ha producido un aumento acumulado del 47,7% del transporte total de mercancías, frente a un incremento del 17,4% para el PIB en todo el periodo. Además han aumentado todos los modos de transporte salvo el transporte ferroviario de mercancías, mientras que el principal aumento se produjo en el transporte de mercancías por carretera que creció un 52,9% en todo el periodo.



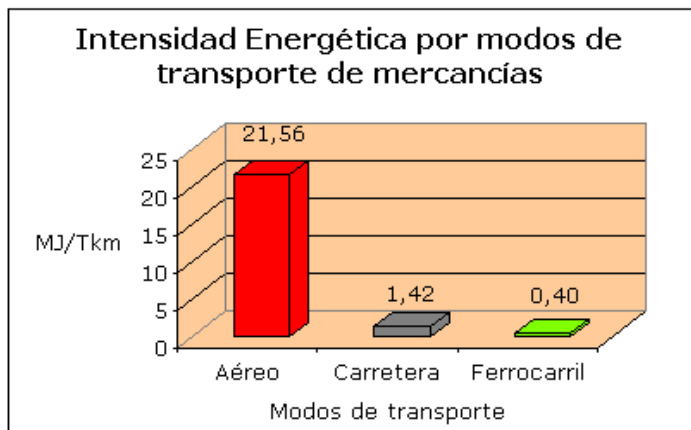
Fuente: INE (Toneladas transportadas en el periodo 200-2005)

Por otro lado en el mercado interior de transporte de mercancías se ha producido un incremento de la cuota modal del transporte por carretera disminuyendo la cuota del transporte aéreo y ferroviario.



Fuente: INE (Evolución de las toneladas kilómetro transportadas en el periodo 2000-2005)

Energéticamente se ha producido un descenso en cifras tanto absolutas como relativas del ferrocarril, el modo de transporte interior con menor consumo por tonelada kilómetro.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente TRAMA 2006

A este reparto modal del transporte contribuyen factores geográficos como es la dificultad para desarrollar canales aptos para la navegación interior a diferencia de los países centroeuropeos, o factores de un desarrollo desigual de las infraestructuras presentándose un gran desarrollo de las carreteras de alta capacidad frente a las infraestructuras ferroviarias.

➤ Desventajas del transporte por carretera

Se trata de un sector de importancia estratégica para el conjunto de la actividad económica, fundamentalmente en lo relativo a los precios de mercado, influyendo en el conjunto del sector, tan dependiente del transporte por carretera, la evolución de los precios del combustible, que se han visto incrementados en los últimos años. De forma que coyunturalmente puede presentar oscilaciones notables en los precios. Estas variaciones coyunturales afectan de forma general a la economía de nuestro país al tratarse de un sector transversal a todas las actividades económicas por lo que su influencia se traslada de una forma directa a los consumidores finales.

Además específicamente el sector del transporte por carretera en nuestro país presenta una atomización mayor que en otros países europeos, siendo mucho más intenso en



mano de obra, factor que también contribuye al encarecimiento de los servicios de transporte, y que se está viendo acentuado en los últimos años. Este factor constituye un notable problema político por los problemas sociales de destrucción de puestos de trabajo derivado de un transferencia modal desde el transporte por carretera mucho más intensivo laboralmente hacia modos con menor número de trabajadores por tonelada transportada.

Entre las causas de la baja productividad se encuentran los tiempos de circulación y descanso limitantes establecidos por ley debidos a las restricciones horarias fijadas para los conductores de camiones. Además la baja rentabilidad provoca una falta de conductores que posiblemente se pueda ver agravada en el futuro, por una menor rentabilidad debido al encarecimiento del precio del petróleo.

La tendencia actual lleva a una situación ineficiente del conjunto del sistema de transportes en España, con una evolución negativa en este sentido. Además esta evolución es contraria a la de otros países europeos con menor dependencia del transporte de mercancías por carretera.

Esta situación provoca que la actividad del sector transporte fundamentalmente debido al transporte por carretera, sea el primer sector en emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España, factor que ha contribuido de una forma determinante al incumplimiento de los compromisos de nuestro país en el Protocolo de Kioto.

La dependencia del transporte por carretera causa una serie de problemas de conexión con Europa al contar únicamente con conexiones en los pasos fronterizos de Irún y La Junquera factor limitante del desarrollo comercial de la Península Ibérica.

➤ **Afección en áreas urbanas**

La dependencia del transporte por carretera provoca importantes problemas de congestión por la saturación de los accesos a las grandes ciudades en especial en casos como los de Madrid y Barcelona, y en áreas con gran densidad de población y/o una gran importancia de las actividades turísticas, agrícolas e industriales, como ocurre en la costa mediterránea y en el País Vasco.

La actual tendencia de aumento del transporte por carretera ha llevado a la construcción de vías de alta capacidad para la entrada a las grandes ciudades, con la consiguiente afección al territorio, un claro ejemplo es el área metropolitana de Madrid donde en los últimos cinco años se han construido cuatro autovías de acceso a la ciudad además de un tercer anillo como es la M-50, que no han conseguido solucionar los problemas de congestión del área metropolitana de Madrid.

Estos problemas de congestión que se producen en las horas punta de entrada y salida a los puestos de trabajo y en el acceso a los lugares comerciales, son de difícil solución en lo relativo a la distribución de los horarios.

En este sentido es necesario realizar una adecuada planificación del territorio urbano para situar de una forma eficiente los polígonos industriales, las áreas logísticas y de abastecimiento y los centros de distribución con accesos tanto por carretera como por ferrocarril y en ciudades costeras por puerto.

El transporte por carretera genera una serie de impactos que son mucho más acusados en las ciudades, como puedan ser las emisiones de contaminantes atmosféricos locales (NOx, SOx, partículas, etc.) y las emisiones acústicas.

VII.2.- Herramientas para el desarrollo de un sistema eficiente

➤ Retos de futuro

Los principales retos del sector para lograr mejorar la eficiencia del sistema actual, deben ser a corto plazo aumentar el aprovechamiento y optimizar los retornos, de forma que se minimicen los desplazamientos en vacío y se incremente la productividad del sistema de transporte, reduciéndose los impactos por unidad transportada. También deben desarrollarse soluciones técnicas con motores más eficientes que abaraten energéticamente todo el proceso.

➤ Transferencia modal y reducción de la cuota de transporte por carretera

A medio plazo la transferencia modal desde la carretera a modos como el ferrocarril o el transporte marítimo. En este sentido debe aprovecharse la capacidad de vía férrea que surge con la entrada en funcionamiento de nuevas líneas de alta velocidad, que permitirá aumentar el transporte de mercancías por ferrocarril tanto en vía de alta velocidad como en vía convencional. Al transferir mercancías al ferrocarril se consigue reducir la dependencia energética exterior del sistema, al poder aprovechar recursos energéticos endógenos, como puedan ser las energías renovables, utilizadas para la producción eléctrica, fuente de alimentación de una parte del parque de locomotoras de mercancías.

Además debe tenerse en cuenta la actual ordenación territorial de nuestro país en donde a excepción de Madrid y Zaragoza, todas las grandes ciudades y áreas metropolitanas superiores al medio millón de habitantes se encuentran en la costa contando con infraestructuras portuarias. Esta disposición territorial debe primar el transporte marítimo frente al transporte terrestre por carretera, evitando impactos como la ocupación del territorio o la congestión.

En este sentido cobran gran importancia las “Autopistas del Mar”. Las Autopistas del Mar son rutas marítimas entre dos puntos en las que a través de transporte intermodal mejoran significativamente los costes de la cadena logística. Se configuran como los trayectos óptimos en términos de viabilidad, rentabilidad y plazos de entrega, con respecto al mismo trayecto por carretera.

La Comisión Europea ha definido una serie de Autopistas del Mar, algunas de las cuales servirán para la comunicación logística de la Península Ibérica con el resto del continente. En este contexto el Programa europeo Marco Polo está destinado al apoyo de iniciativas intermodales con un esfuerzo especial para realzar las ventajas del transporte marítimo de corta distancia.

Además, a largo plazo deben desarrollarse medidas de ordenación del territorio que minimicen los transportes reduciendo las distancias entre los centros de producción, los centros de almacenamiento y los de consumo minimizando los costes e impactos de los procesos de transporte.

De esta forma puede conseguirse una reducción en el diferencial entre el aumento del PIB y el aumento del sector de transporte de mercancías, consiguiendo una mayor eficiencia del sistema económico en su conjunto. Reduciendo la cuota modal del transporte por carretera, transfiriendo hacia modos menos impactantes, se reducen las emisiones de contaminantes locales, las emisiones de efecto invernadero y las molestias acústicas causadas.



➤ **Herramientas para el cambio**

Para conseguir optimizar la eficiencia del sistema deben aplicarse diversas herramientas tanto en el desarrollo técnico, como en los servicios y prácticas de consumo del sector, como en los incentivos y políticas de las administraciones.

Medidas técnicas

Para conseguir una mayor eficiencia del sistema en su conjunto debe tomarse en cuenta la eficiencia de las flotas de camiones como principal consumidor energético del sector, para ello es necesario continuar con el desarrollo normativo a nivel comunitario de directivas que regulen la eficiencia energética de los motores de camiones, además para potenciar estas normativas son necesarios planes Renove que permitan la renovación del parque.

Otro elemento que puede facilitar la eficiencia técnica de los motores es el alza de los precios del petróleo que puede servir como un mecanismo de mercado para el desarrollo de tecnologías más eficientes, o con menor dependencia de los combustibles derivados del petróleo.

Intermodalidad y Comodalidad

La intermodalidad según la Definición de la Comisión Europea es una característica de un sistema de transportes en virtud de la cual se utilizan de forma integrada al menos de dos modos de transporte diferentes para completar una cadena de transporte puerta a puerta. Por su parte, la comodalidad, según la Comisión Europea, es la eficiencia en el uso de los modos de transporte, tanto individualmente como en el marco de una integración multimodal en el sistema de transportes europeo, para alcanzar una utilización de recursos óptima y sostenible.

Estos conceptos son elementos fundamentales para la aplicación de políticas que faciliten la creación de un sistema de transporte más eficiente y sostenible produciéndose la transferencia modal desde la carretera hacia el transporte por ferrocarril o marítimo, ofreciendo a los cargadores soluciones integrales de transporte que discurran por flujos troncales por modos más económico y eficientes, como el transporte ferroviario y el marítimo, utilizando en los flujos capilares el transporte por carretera con una mayor agilidad en lo que respecta a su capacidad de penetración en el territorio.

La intermodalidad es la alternativa para establecer una estrecha relación entre las Autopistas del Mar y el transporte terrestre en el que el transporte marítimo intraeuropeo se conciba como un instrumento complementario (no alternativo) con el ferrocarril y con la carretera, para mantener un crecimiento sostenible en la UE.

La intermodalidad permite aprovechar las grandes rutas logísticas para los desplazamientos a destinos con reducidas tasas de transporte reduciendo los costes de la cadena de transporte y los impactos sobre el territorio. El desarrollo de corredores troncales logísticos, puede permitir el aprovechamiento de corredores especializados únicamente en el transporte de mercancías, reduciéndose, especialmente en ámbitos urbanos, la congestión del resto de corredores.

De una forma lógica los principales agentes de la cadena logística intermodal serían:

- Transporte terrestre en origen:



- Transporte materias primas, transporte a fábrica, almacén, etc. (carretera)
- Transporte fábrica (centro producción)/Almacén (centro de distribución) al puerto (ferrocarril).
- Transporte marítimo:
 - Embarque
 - Transporte por mar
 - Desembarque
- Transporte terrestre en destino:
 - Transporte hasta almacén destinatario/ Distribución (ferrocarril).
 - Almacenamiento, entrega cliente final/ Distribución capilar (carretera).

El transporte intermodal proporciona otra serie de ventajas entre las que cabe destacar una disminución de los plazos de transporte y de los tiempos de carga y descarga, la posibilidad de los chóferes de descansar durante la travesía o de dejar el camión en un puerto y realizar otro servicio, un aumento de la productividad y de la competitividad, la posibilidad de que el usuario trate con un único porteador, una disminución de los controles en origen y destino, un óptimo seguimiento de las mercancías (trazabilidad), un aumento de la seguridad en la carga transportada, etc.

El transporte intermodal aprovecha las ventajas de ambos tipos de transporte para contribuir a la movilidad sostenible.

Para un correcto desarrollo de cadenas intermodales debe realizarse una mejora de las instalaciones portuarias. El puerto debe estar bien comunicado y sin interrupciones con las redes de alta capacidad. Dicha conexión preferiblemente debe evitar atravesar núcleos urbanos importantes y ofrecer un nivel de servicio definido por tener una capacidad suficiente y por la ausencia de obstáculos a la circulación de camiones.

También es esencial aumentar la capacidad de los accesos al puerto. Debería estar dimensionada de acuerdo al tráfico que vaya a soportar y debería tener acceso ferroviario preferiblemente.

En este sentido se ha producido una evolución histórica en el transporte portuario que es conveniente tener en cuenta. En la década de los setenta del siglo pasado, después del shock petrolero y de las crisis económicas, las estrategias industriales se vieron obligadas a “re-pensar” los conceptos de los espacios territoriales. Se crearon e incentivaron las zonas urbanas-litorales, lo que supuso un freno a la ubicación de las industrias pesadas en las proximidades de la costa. Se tomaron en consideración los problemas que generaba la excesiva contaminación y creció la conciencia por la defensa del medio ambiente, asistiendo a un repliegue y/o desplazamiento de las industrias hacia otras ciudades y áreas geográficas.

En los años ochenta, asistimos a las nuevas actividades dependientes de los servicios, tales como el almacenaje, la distribución, el comercio de importación/exportación, la utilización de los contenedores, aspectos que provocaron una desindustrialización en ciertas áreas territoriales y una difusión de la multilocalización, factores que asimismo propiciaron la consolidación de cadenas de puertos deslocalizando las zonas portuarias en determinadas ciudades que experimentaron fuertes mutaciones estructurales y de ámbito espacial.

En este proceso de deslocalización de muchas instalaciones industriales, y de reurbanización de las zonas costeras, se llegan a eliminar los accesos ferroviarios en zonas costeras y se limita el acceso del ferrocarril a instalaciones portuarias y empresariales situadas en la costa, limitando su expansión futura, y favoreciendo la inclusión de flujos capilares con transporte por carretera.



La década de los años noventa viene, por tanto, marcada por la acentuación de las mutaciones en lo que se refiere a la gestión logística. Se aprecia una evolución técnica de los productos, una movilización de los flujos y modos de transporte, nuevas organizaciones de los mercados y, como producto de todo ello, los puertos se convierten en plataformas logísticas intermodales. La consecuencia directa de este proceso es el aumento relativo de los costes fijos portuarios como respuesta inmediata a las mayores necesidades en infraestructuras, equipamientos, comunicaciones, tecnologías, etc. que suponen una tendencia creciente en el ratio costes fijos/costes totales. Pero, al mismo tiempo, una mejora en las condiciones de aprovisionamiento y suministro de las mercancías; una garantía en cuanto a la fiabilidad en el tiempo y en la distribución; y una seguridad en lo que respecta a la entrega de los bienes objeto de transporte.

Por tanto, analizando los recientes comportamientos del sector marítimo internacional se puede concluir que estamos ante un amplio proceso de globalización, por el que los intercambios comerciales realizados por vía marítima son cada vez mayores, se incrementan anualmente y, desde hace una década, lo hacen por encima de las tasas de aumento de la producción mundial.

Asimismo, presenciamos una mayor incorporación de nuevos países al comercio mundial lo que abre la posibilidad de nuevos mercados, en donde se aprecia una clara concentración y un aumento espectacular de los tráficos con y en el continente asiático, y más concretamente con China. Este aumento de los flujos de mercancías se realiza siguiendo unas rutas cada vez más selectivas, *a modo de péndulo*, pues de lo que se trata es de realizar los trayectos en el menor tiempo posible, de ahí la singularidad de las rutas EsteAmérica-Europa; Europa-Asia; y OesteAmérica-Asia, que entre ida y vuelta concentran la mayor parte de los tráficos. Esta globalización del transporte necesita como pieza fundamental una intermodalidad entre el transporte marítimo y los transportes terrestres.

Los desarrollos portuarios están estrechamente vinculados con la intermodalidad y favorecen la posibilidad de que las mercancías se trasladen de "*Puerta a Puerta*", y no como antaño que eran de "*Puerto a Puerto*". Esto es, la intermodalidad nos permite integrar a las áreas territoriales del interior de las zonas portuarias, conectar varios espacios geográficos y conjuntar modos de transporte alcanzando efectos sinérgicos y complementarios de alto nivel.

Si definimos los puertos en conexión con los esquemas de transporte, esto es, abarcando la intermodalidad, las consecuencias del análisis son las siguientes: el tráfico marítimo y la estructuración de las organizaciones portuarias responden a la definición de los ejes económicos; a los corredores de transporte; y a la combinación de los medios de transporte. Tales especificaciones son las que nos permiten determinar las condiciones de la accesibilidad y de la mejora de las sinergias; así como promover la integración y evitar la marginalidad; atraer las inversiones; incrementar las transferencias de carga e impulsar el desarrollo de nuevos tráficos.

De esta forma, los puertos responden a los retos de la intermodalidad, mejorando la competitividad y tratando de potenciar su capacidad de atracción de flujos de cargas; para, en segundo lugar, tratar de convertirse en nudos de redes (*hubs*), con el objetivo de dotarse de una nueva dimensión territorial que incorpore más valor a los incrementos de los servicios prestados por las empresas ubicadas en las proximidades del puerto y que contribuya a la reducción de los costes de transacción. En el cuadro nº 1 reflejamos los cambios más notables que en el ámbito de los transportes marítimos se han producido en los últimos años.

Cambios en el transporte marítimo

TRANSPORTE TRADICIONAL	TRANSPORTE INDUSTRIAL
Predominancia de factores políticos-culturales en la organización de las líneas del transporte marítimo.	La organización de los transportes marítimos es el resultado de la liberalización y de la intensificación de los intercambios mundiales.
Relaciones marítimas de nación a nación; transporte de materias primas y de productos acabados.	Relaciones marítimas inter-empresas y transporte de productos intermedios.
Independencia del ámbito de la producción de la esfera de los intercambios.	Interdependencia entre el transporte marítimo y los sistemas de producción.
Regulación del sistema de producción por medio de los stocks.	Intercambio de productos intermedios por vía marítima entre las diferentes fases de producción, debidas a la globalización y a la emergencia de un nuevo modo de regulación de la producción, no exclusivamente basado sobre los stocks.
El transporte no es una función apreciada por los productores en el funcionamiento de las empresas.	El transporte es considerado por los productores como un medio de valorización de la producción y como fuente de reducción de costes.

Fte. Fernando González Laxe (Catedrático de Economía y Director del Instituto de Estudios Marítimos. Universidade da Coruña)

Tanto el crecimiento de la contenedorización y de los sistemas multimodales favorecen las estrategias que integran los servicios “puerta a puerta” y acentúan la competencia a la vez que subrayan las nuevas oportunidades que aparecen. En la medida que existe una amplia diversidad de estrategias micro-económicas por parte de las firmas multinacionales, las opciones de desarrollo son cada vez más amplias e innovadoras como lo prueba la variedad de concepciones híbridas en el campo de la organización y de la gestión.

Por último, cabe destacar que para favorecer la intermodalidad es necesario restablecer las líneas férreas en aquellas instalaciones portuarias donde se han eliminado, y que las empresas de transporte ferroviario y marítimo adecuen su oferta y la complementen con servicios por carretera para poder realizar servicios intermodales de transporte adaptados a las necesidades de los clientes.

Medidas políticas: Integración de costes

Desde el punto de vista político existen las herramientas posibles para la consecución de un óptimo social del transporte de mercancías, mediante la aplicación de la normativa europea al respecto.

La aplicación de la euroviñeta es una herramienta que puede permitir la integración de parte de los costes actualmente externalizados que tiene el transporte por carretera, situándolo en una situación de igualdad respecto a los otros modos que sí abonan tasas por el uso de la infraestructura como ocurre con las vías férreas o con los puertos.



Esta aplicación puede ser un primer paso para conseguir aplicar tasas destinadas a la integración de todos los costes externos del transporte, siendo necesario integrar los costes ambientales (contaminación ambiental, contaminación acústica, cambio climático, y daños directos a la naturaleza y el paisaje), y los sociales (congestión, accidentalidad en carretera y afección a peatones).

Con esta integración de costes se conseguirían eliminar los actuales fallos del mercado, que distorsionan la competencia entre los diferentes modos de transporte, y se conseguiría un óptimo social en el sector del transporte de mercancías facilitando la intermodalidad, y la transferencia modal hacia los modos más eficientes para la sociedad, reduciendo los costes externos del conjunto del sector.

También es importante la reducción de los procesos documentales y administrativos, con procedimientos automáticos, que faciliten la interoperabilidad de todos los modos de transporte en todos los países de la Unión Europea.

Herramientas de medida

Para conseguir la integración de los costes externos del transporte debe consensuarse una metodología científica que integre todas las implicaciones externas del sector, en la actualidad existen diversos estudios realizados por universidades y empresas consultoras, pero es necesario que la Unión Europea establezca una metodología oficial para su medida. En este sentido es necesario medir el ciclo de vida integral del transporte para poder realizar una buena estimación de los impactos de todo el proceso de transporte.

Además de estas herramientas de medida económicas, es conveniente conocer previamente el impacto ambiental de los diferentes modos de transporte para poder realizar una valoración posterior de los mismos y para tener un orden de magnitud del impacto ambiental de la actividad en su conjunto.

Sería conveniente adoptar y difundir a nivel europeo herramientas de este tipo. Un buen ejemplo fue la presentación el pasado mes de junio en la sede de la Agencia Ambiental Europea (EEA), de los ecolocaladores promovidos por la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC), tanto para el transporte de viajeros (EcoPassenger), como de mercancías (EcoTransit).

La herramienta EcoTransit (www.ecotransit.org) permite la comparación entre el transporte de mercancías por carretera, ferrocarril y barco, de indicadores como el consumo de energía, emisión de CO₂ y otras emisiones contaminantes locales (Óxidos de Nitrógeno, Óxidos de Azufre, Compuestos Orgánicos Volátiles, Polvo y Partículas).

Esta herramienta muestra en un mapa cuales son las distintas rutas geográficas utilizadas y permite la introducción de factores asociados al transporte de mercancías como el aprovechamiento o el factor de carga, así como la posibilidad de realizar cambios de modo de transporte durante la ruta, facilitando la comparación de los impactos de cadenas logísticas intermodales.

Ecotransit ha sido el calculador utilizado para la comparación de los diferentes modos de transporte en los estudios de caso que analizamos a continuación.

VII.3.- Estudios de caso

Caso 1:
Ahorro de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y de costes externos en el transporte ferroviario de carbón entre el Puerto de El Musel (Gijón) y la Central Térmica de Velilla (Palencia)

Características del transporte

Se trata de un transporte de carbón de 100.000 toneladas anuales que se desarrolla entre el Puerto de El Musel en Gijón y la central térmica de Velilla del Río Carrión en Palencia, cercana a la localidad de Guardo.

Situación geográfica general:



Este servicio es realizado por Renfe por vía férrea de ancho ibérico entre el Puerto de El Musel y la localidad de La Robla en la provincia de León, este tramo se realiza con trenes de tamaño medio de tracción eléctrica. Desde esta localidad hasta la Central Térmica de Velilla próxima a la localidad de Guardo FEVE realiza el transporte por vías de ancho métrico con trenes cortos de tracción diesel.

Ruta del servicio de Mercancías El Musel-Central Térmica de Velilla:



Ahorros por sustitución modal

Este transporte ferroviario conjunto de Renfe y FEVE por sustitución modal del transporte en camiones por carretera, produce un ahorro energético de 8.828 GJ, y de 669,77 Toneladas de CO₂. Además se evita la circulación de 5.000 camiones y se produce un ahorro de costes externos de más de un millón de Euros.

Los datos agregados y en los distintos tramos de estos ahorros son los siguientes:

Servicio Renfe-FEVE: El Musel (Gijón) – Central Térmica de Velilla (Palencia)				
	Distancia (kilómetros)	Tm CO ₂ (1)	GJ Energía (1)	Costes externos (€) (2)
Camión (40 tm)	202,28	1.285,43	19.341,85	1.903.989
Tren	243,79	615,66	10.514,12	576.900
Ahorro		669,77	8.827,73	1.327.089

(1) Datos calculados a partir de la metodología de Ecotransit.

(2) Datos calculados a partir de la metodología del Estudio de Costes Externos del Transporte de Infras-IWW para los costes externos del ferrocarril y del transporte por carretera en camiones pesados, actualizados a fecha de Abril de 2008.

Tramo 1 (Renfe): El Musel (Gijón) - La Robla (León)				
	Distancia (kilómetros)	Tm CO₂ (1)	GJ Energía (1)	Costes externos (€) (2)
Camión (40 tm)	117,58	760,86	11.448,66	1.106.738
Tren (medio eléctrico)	145,79	234,05	4.764,13	344.994
Ahorro		526,81	6.684,52	761.744

(1) Datos calculados con la metodología de EcoTransit para el trayecto Puerto de Gijón-Estación de la Robla.

(2) Datos calculados a partir de la metodología del Estudio de Costes Externos del Transporte de Infras-IWW para los costes externos del ferrocarril y del transporte por carretera en camiones pesados, actualizados a fecha de Abril de 2008.

Tramo 2 (FEVE): La Robla (León) – Central Térmica de Velilla (Palencia)				
	Distancia (kilómetros)	Tm CO₂ (1)	GJ Energía (1)	Costes externos (€) (2)
Camión	84,7	524,57	7.893,19	797.251
Tren (corto, diesel)	98	381,61	5.749,99	231.905
Ahorro		142,96	2.143,20	565.345

(1) Datos calculados con la metodología de EcoTransit por extrapolación de los datos del trayecto Oviedo- Mieres, para el tramo La Robla – Central Térmica de Velilla.

(2) Datos calculados a partir de la metodología del Estudio de Costes Externos del Transporte de Infras-IWW para los costes externos del ferrocarril y del transporte por carretera en camiones pesados, actualizados a fecha de Abril de 2008.

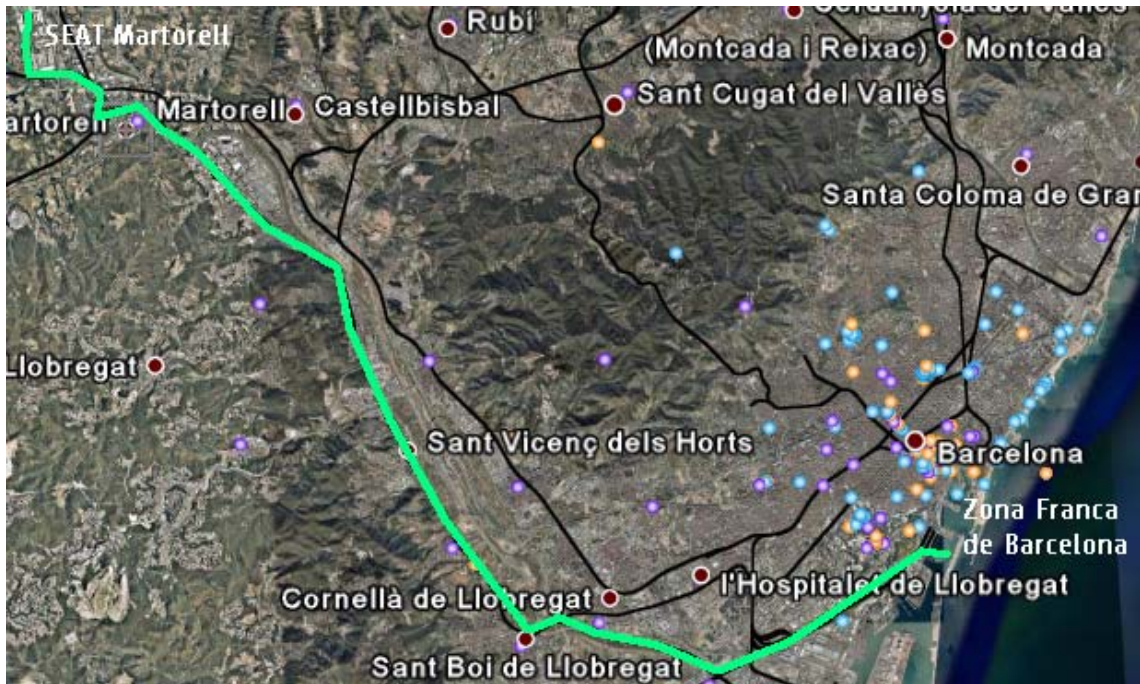
Caso 2:
Ahorro de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y de costes externos en el transporte ferroviario de componentes y automóviles entre la Zona Franca de Barcelona y la fábrica de SEAT en Martorell

Características del transporte

Se trata de un transporte de componentes desde la Zona Franca de Barcelona a la fábrica de SEAT de Martorell y de automóviles desde la factoría hasta el puerto. Se calcula que en cada sentido se transportan unas 400.000 toneladas anualmente.



Este servicio se realiza conjuntamente por Renfe, FGC (Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya) y COMSA. El trayecto de ida y vuelta por la línea férrea de ancho ibérico presenta una longitud de 64,68 kilómetros.



Ahorros por sustitución modal

Este transporte ferroviario conjunto de Renfe, FGC y COMSA produce unos ahorros, por sustitución modal del transporte en camiones por carretera, de 5.476 GJ de energía, y de 365,16 Toneladas de CO₂.

Otra de las principales ventajas de este servicio de transporte de mercancías por ferrocarril es la retirada de 20.000 circulaciones de camiones en una zona tan congestionada como es el área urbana de Barcelona. El ahorro de costes externos, que integra además de costes ambientales otros como los de accidentalidad o congestión, para este transporte es de casi 400.000 euros.

Los datos para este servicio de estos ahorros son los siguientes:

Servicio Renfe-FGC-COMSA: Zona Franca (Barcelona)-SEAT (Martorell) (ida y vuelta)				
	Distancia (kilómetros)	Tm CO ₂ (1)	GJ Energía (1)	Costes externos (€) (2)
Camión (40 tm)	58,22	1.251,14	18.825,86	548.004
Tren (diesel corto)	64,68	885,98	13.349,64	153.057
Ahorro		365,16	5.476,22	394.946

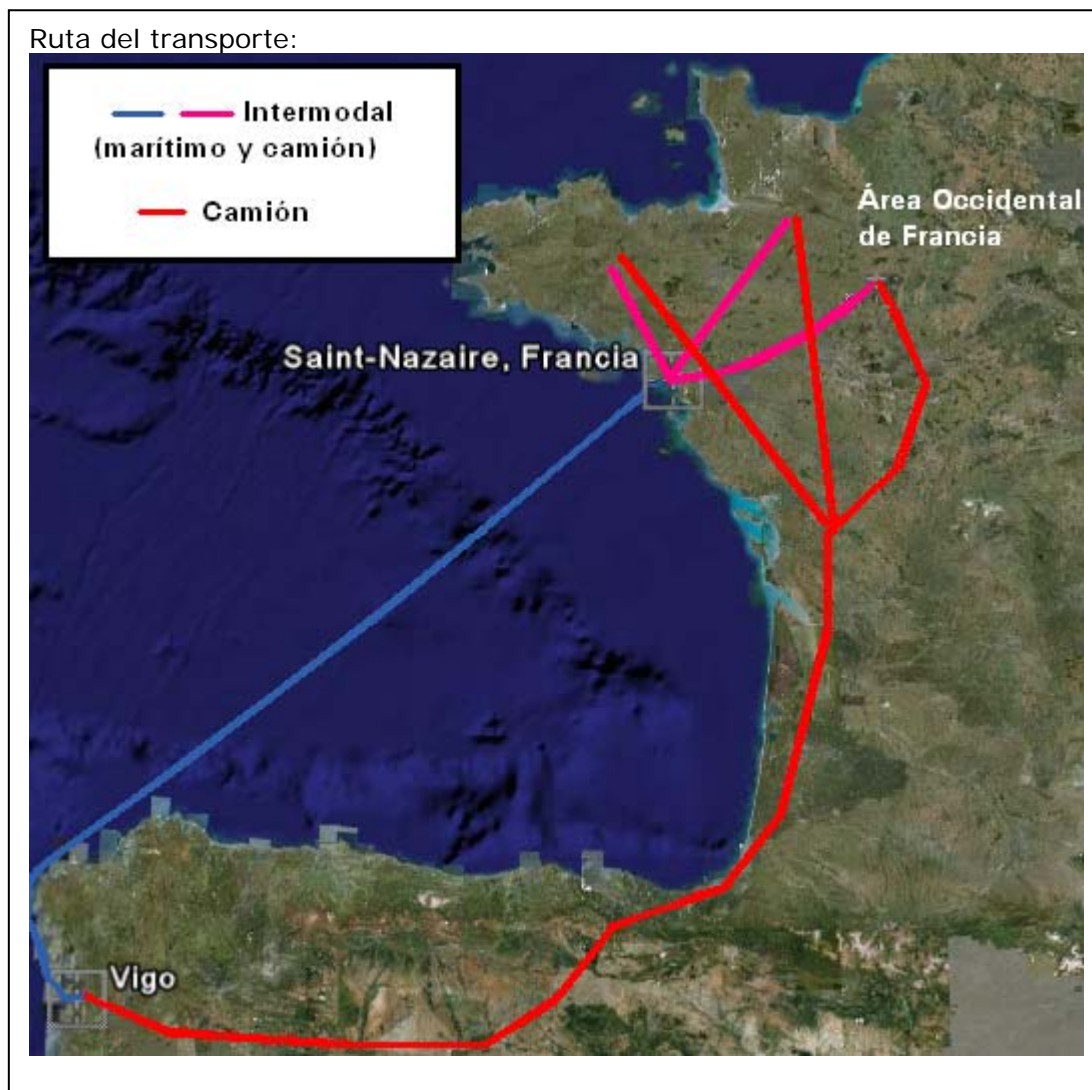
(1) Datos calculados a partir de la metodología de Ecotransit para el trayecto Puerto de Barcelona- Fábrica de SEAT de Martorell.

(2) Datos calculados a partir de la metodología del Estudio de Costes Externos del Transporte de Infras-IWW para los costes externos del ferrocarril y del transporte por carretera en camiones pesados, actualizados a fecha de Abril de 2008.

Caso 3:
Ahorro de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y de costes externos en el transporte intermodal (marítimo+carretera) de automóviles entre el Puerto de Vigo y el Noroeste francés

Características del transporte

Se trata de un transporte de automóviles y camiones de PSA (Citroën-Peugeot) desde el Puerto de Vigo hasta el área metropolitana de París. Este transporte se realiza vía marítima por la empresa ACCIONA Trasmediterranea desde el Puerto de Vigo hasta el Puerto de Saint-Nazaire (880 kilómetros), realizándose después el trayecto entre Saint-Nazaire y las factorías de PSA en el Noroeste de Francia (Bretaña, Normandía y Zonas interiores al oeste de París) por carretera (unos 220 kilómetros). Se trata de un transporte de más de 120.000 turismos y más de 26.000 camiones anualmente.



Ah
orr
os
por
sus
titu
ció
n
mo
dal
Est
e
tran
spo
rte
co
mbi
nad
o
real
iza
do
en
su
part
e
mar
ítim
a
por
AC
CI

ONA Trasmediterranea produce unos ahorros, por sustitución modal del transporte en camiones por carretera, de 16.409 Toneladas de CO₂ y de 247.818 GJ de energía.

Otra de las principales ventajas de este servicio de transporte de mercancías por Vía marítima es la retirada anual de 9.000 circulaciones de camiones por más de 1.200 kilómetros, que pasarían por una zona congestionada de tradicional de salida de camiones como es el paso fronterizo de Irún.

El ahorro de costes externos para este transporte asciende a una cifra superior a los 40 millones de Euros anuales.

Los datos para este servicio de estos ahorros son los siguientes:

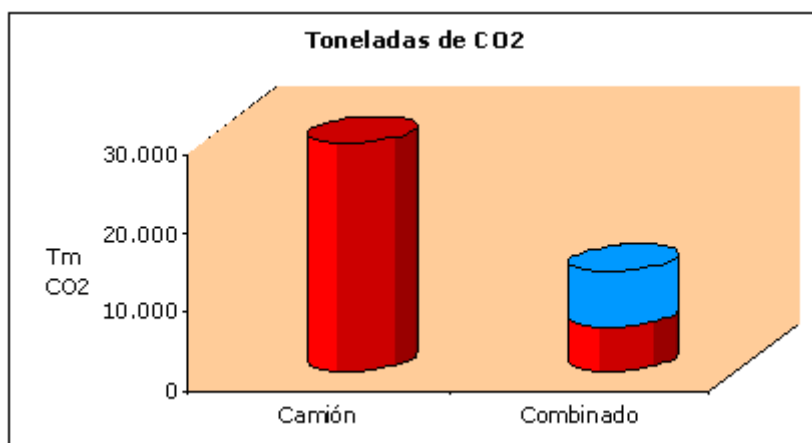
Servicio Marítimo de ACCIONA Trasmediterranea-Transporte Carretera: Puerto de Vigo-Saint Nazaire-Área metropolitana de París				
	Distancia (kilómetros)	Tm CO₂ (1)	GJ Energía (1)	Costes externos (€) (2)
Camión (40 tm)	1.468,42	29.122,59	438.205,79	65.793.998
Combinado (Marítimo + Camión)	1.102,93	12.713,67	190.387,37	23.162.720
Ahorro		16.408,92	247.818,42	42.631.278

(1) Datos calculados a partir de la metodología de Ecotransit para el trayecto Puerto de Vigo- Le Mans, en el caso del transporte por camión, y Puerto de Vigo- Saint Nazaire en el caso marítimo más el transporte Saint Nazaire- Le Mans con transporte por carretera.

(2) Datos calculados a partir de la metodología del Estudio de Costes Externos del Transporte de Infras-IWW para los costes externos del transporte marítimo y del transporte por carretera en camiones pesados, actualizados a fecha de Abril de 2008.

Las ventajas de este transporte intermodal son la utilización de medios alternativos a la carretera, en este caso vía marítima, que permiten reducir los consumos, emisiones y externalidades del proceso de transporte.

En este caso, el transporte por vía marítima, además de acortar las distancias es el tramo al que se deben los ahorros por sustitución modal en costes externos, energía y emisiones de CO₂.



La utilización de la intermodalidad con la intervención del transporte marítimo permite, por tanto, una reducción de los impactos agregados en todo el proceso logístico.



VIII.- Percepción social y conducta personal

Desde hace un par de años hemos notado un cambio fundamental en los teóricos de la lucha contra el cambio climático; desde ahora lo vamos a arreglar todo con: compromisos, normas y actuaciones gubernamentales, hacia la propuesta actual que dice que la sociedad tiene que ser la que resuelva el problema con un cambio en su modelo de comportamiento.

Llegamos a esto sin analizar cual es la percepción social del problema y cuales son las pautas de conducta, como podemos influir en ellas y la cuestión principal quien se mojará de forma significativa para conseguir que la sociedad asuma ese cambio, aunque a ese líder le cueste su credibilidad política afrontar esa cruda realidad.

En este capítulo debiéramos hacer una introducción a ese análisis. Se ha considerado más oportuno dejarlo para la sesión de debate del grupo de trabajo con los asistentes a la correspondiente sesión del CONAMA.

IX.- Introducción al debate

La movilidad personal y el transporte de mercancías es el primer componente de emisiones de gases de efecto invernadero en España, su tendencia al crecimiento es la más elevada entre los sectores de actividad que tiene participación significativa en dichas emisiones.

Si de verdad queremos frenar nuestras emisiones de CO₂ es preciso actuar de forma prioritaria en este sector, frente a unas razonables ilusiones de cambio o mejora nos encontramos con los siguientes aspectos a considerar:

- I. El transporte y la movilidad están muy relacionados con nuestro esquema económico, afectan al empleo y al crecimiento económico, entre otros factores el turismo condiciona una parte importante de nuestro producto interior bruto, pero el turismo es esencialmente movilidad.
- II. El transporte de mercancías supone algo más del 40% del consumo energético del sector transporte, y mayoritariamente se une a los desplazamientos por carretera o urbanos mediante camiones o furgonetas. Es factible ir hacia el mayor uso del ferrocarril pero no es fácil.
- III. El camino hacia el ferrocarril parece que sólo puede ser efectivo si éste va acompañado de medidas restrictivas al uso del camión o furgoneta: mayor precio del gasóleo, implantación de la “euroviñeta” y otras relacionadas con las leyes de tráfico. Todo ello supondrá la pérdida de puestos de trabajo.
- IV. La movilidad personal supone cerca del 60% del consumo energético en el sector transporte, más de 40 puntos ligados al automóvil, otros 13 al avión y el resto al autobús. El uso de automóvil se divide en dos partes muy similares en consumo energético: la movilidad urbana obligada y de ocio, y la interurbana.
- V. La movilidad personal está condicionada por una estructura urbana que se ha desarrollado a lo largo de las últimas cuatro décadas. El cambio de modelo urbano, en el cual parece que hay un cierto consenso en la necesidad, será lento, costoso y no se encuentra un dibujo definitivo del mismo.
- VI. La actitud personal hacia el transporte colectivo, menos intensivo en consumo de energía, no es todo lo positiva que debiera ser, hay una serie de factores que inciden en ello, desde que no siempre se dispone de una movilidad colectiva cómoda y rápida, a los planteamientos personales que cada uno se hace.
- VII. Los medios de comunicación y también los agentes políticos dan mensajes contradictorios: hablan de reducir el consumo energético en movilidad, pero nos muestran continuamente viajes en avión o en automóviles lujosos y de alto consumo; luego nos dicen que habrá tecnologías eficientes de bajo consumo.
- VIII. El ciudadano tiene la percepción de que la tecnología y los responsables políticos y económicos arreglarán el problema. Hoy hay que decirles que la tecnología tiene límites, que avanza lentamente y que sólo es una solución parcial. Ya se asume que el hidrógeno queda muy lejano en el tiempo.
- IX. Todo esto contrasta con la evolución habida en los líderes de la lucha contra el cambio climático: primero ofrecieron arreglarlo con acciones de gobierno y normas



dirigidas fundamentalmente a la industria, hoy ven que es necesario abordar el modelo de vida y el económico.

- X. La cuestión básica es quien lo dirá, como lo hará. Para ello parece que hace falta afrontar la pérdida de popularidad, no prometer más crecimiento en el consumo e ir a otro modelo. Quizás la sociedad lo acepte, pero parece difícil si no hay claros ejemplos de austeridad en los líderes.



X.- Conclusiones

Tal como se ha ido viendo en todo el documento y tal como pudimos comprobar en la exposición y debate que se llevó a cabo el día 4 de diciembre de 2008, en el marco del CONAMA 9, hay una serie de incertidumbres y una dificultad clara para plantear conclusiones relativas al tema del transporte y a la coherencia entre teoría y práctica en términos de movilidad sostenible y de eficiencia energética.

En la sesión del grupo se pusieron de manifiesto temas de gran relevancia como la conexión entre transporte y cambio climático. Se mostró y se discutió una realidad poco optimista, en la que no queda muy claro el papel de España para reducir eficazmente sus emisiones, sumado a que se observa cierto retraso en la entrada de tecnologías ya disponibles. Por otro lado, se abrió la posibilidad de pensar que la situación actual, marcada por la crisis económica, quizás no sea tan mal momento para dedicarse a pensar seriamente en la problemática del transporte y en los impactos del sector. Se comentaron datos sobre tendencias, algunas de las cuales se están invirtiendo en los últimos meses y sobre las posibilidades que se podrían aprovechar actualmente para reordenar y reorientar el consumo y por tanto, el transporte, de personas y de mercancías. En este sentido, se incidió en la falta de un apoyo político e incluso en la falta de liderazgo por parte del gobierno ante las reticencias que causa un tema tan polémico y conflictivo.

En el debate surgió el mensaje contradictorio que el sector público y privado envían a los ciudadanos, dado que ambos transmiten inadecuadamente el problema ambiental relacionado con la movilidad e instan a que éstos dejen en manos de la tecnología la reducción de emisiones (los anuncios de coches son un ejemplo), sin profundizar en que el transporte es una consecuencia directa de cómo se ordena y articula el territorio (mal desarrollo urbanístico) y del estilo de vida que la gran mayoría de la población del país tenemos y queremos mantener.

Ese mensaje, a nuestro entender erróneo, prevalece cuando lo necesario es trabajar para que los ciudadanos aunemos fuerzas, seamos críticos con nuestro estilo de vida y nuestros desplazamientos, sobre todo crecientes en las periferias de los grandes núcleos urbanos (y por tanto en la magnitud total de dichos desplazamientos), altamente intensivos en consumo de energía, altamente contaminantes y que a la vez direccionan hacia ellos las fuertes inversiones en infraestructuras; y cuando lo necesario es trabajar en líneas de actuación enfocadas hacia la coordinación de una planificación del transporte y una ordenación territorial (que disminuya la movilidad obligada y la no obligada) y hacia el fomento y mejora del transporte público.

Aún siendo conscientes de la dificultad para encontrar soluciones, surgió la pregunta: ¿quién debería asumir los costes de un cambio de modelo hacia la movilidad sostenible de personas y mercancías? Todos los expertos coincidieron en que queda pendiente resolver la carga impositiva que supone la mejora de la movilidad, estableciendo políticas de gestión eficaces para que el usuario no sea más perjudicado al soportar el coste de esa mejora.

A la gran asignatura pendiente del “transporte de mercancías en España” se le dedicó un importante tiempo de reflexión. Se reconoció que se trata de un sector muy reactivo al cambio, pero que se debe inducir a una transferencia modal que mejore la eficacia y eficiencia interconectando las diferentes modalidades de barco, tren y carretera. Ello supone una importante intervención que parece no estar cercana a realizarse, por lo que en la actualidad encontramos una realidad negativa con un modelo que tiende a empeorar, basado en el transporte por carretera, con gran dependencia del precio del



petróleo, donde las empresas incurren en costes logísticos muy elevados con un gran desaprovechamiento de recursos que podrían mejorarse con una gestión no sólo más eficaz sino también más eficiente.

Esa reticencia al cambio se ve aumentada por las implicaciones del sector con el ámbito laboral. El transporte de mercancías genera en la actualidad un gran número de puestos de trabajo, cuyo sistema de subcontratación, entre otras deficiencias, genera un problema social al funcionar con mínimos márgenes de beneficio.

En cualquier caso, aún considerando todas las dificultades que representa la buena gestión del sector, muchos expertos coincidieron en que la reorganización del transporte español de mercancías, y por tanto la transferencia modal de la carretera al ferrocarril y al barco fundamentalmente, no implicaría necesariamente una pérdida de puestos de trabajo imposible de asumir y redirigir o reorientar. Se planteó que el desafío es por tanto un planeamiento y gestión estratégicos, a nivel nacional al menos, para buscar por ejemplo que los puertos españoles se complementen y cooperen unos con otros, y justamente eviten la competencia y la ineficiencia que implica la falta de especialización en determinadas actividades o productos.

En definitiva, el grupo de trabajo coincide en que tanto el transporte de personas como el de mercancías son sectores muy complicados de planificar y gestionar, pero aún así, el primer paso para hablar de movilidad sostenible y de eficiencia energética es una cuestión de voluntad política, y a partir de ella, una cuestión realista sobre lo que se puede hacer y lograr y sobre lo que no; y a partir de ella (y un paso más allá), una cuestión de inversión consensuada, estratégica e inteligente.



XI.- Bibliografía relacionada

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2007. Libro verde. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2007. Propuesta revisada de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la promoción de vehículos limpios y eficientes energéticamente de transporte por carretera.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2008. Comunicado de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Hacia un transporte más ecológico.

DIPUTACIÓ DE BARCELONA, 2008. Mitigació i adaptació local al canvi climàtic. Catàleg de propostes.

EUROPEAN FEDERATION FOR TRANSPORT AND ENVIRONMENT, 2008. Euroviñeta. Tasas sobre el uso de la infraestructura: todos ganan.

FERNÁNDEZ DURÁN, R. 2008. El crepúsculo de la era trágica del petróleo.

GRUPO PARLAMENTARIO DE IZQUIERDA UNIDA – INICIATIVA PER CATALUNYA VERDS, 2007. Proposición de Ley de Movilidad Sostenible.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2007. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Plan de acción 2008-2012.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2007. Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2008. La eficiencia energética en el sector transporte.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y SALUD LABORAL DE CC.OO., 2007. Jornadas sobre sostenibilidad urbana y cambio climático. Planes de movilidad sostenible para centros de trabajo.

UNIÓN GENERAL DE TRABAJADORES, 2007. Informe diagnóstico. Transporte, calidad del aire, siniestralidad y cambio climático.

UNIVERSIDAD DA CORUÑA. GONZÁLEZ LAXE, F. El desarrollo de un nuevo waterfront.

XII.- Anexo I. Vehículos más eficientes ¿para cuándo? Petróleo y transporte, una amenaza para la economía y el medio ambiente

El petróleo ya no es el recurso abundante y barato que era hace apenas un siglo, pero a pesar de ello sigue siendo la fuente de energía más demandada por los países desarrollados, debido fundamentalmente a los consumos del sector transporte. Cerca del 70% del petróleo consumido por la UE se dedica al transporte, destinándose la mitad a mover coches particulares y vehículos comerciales ligeros. Ningún otro sector presenta una dependencia tan elevada de una única fuente de energía primaria (más del 95%), y ninguno otro supone una amenaza tan directa a los esfuerzos comunitarios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre 1990 y 2006, las emisiones de CO₂ del transporte en la UE se incrementaron un 35%, frente a la reducción media del 3% registrada en otros sectores durante el mismo periodo¹, y la aportación del sector a las emisiones de CO₂ ha pasado del 21% en 1990 al 28% en 2006¹. De no introducir pronto medidas que consigan revertir esta tendencia, el transporte continuará poniendo seriamente en peligro los avances conseguidos en otros sectores para cumplir los objetivos del Protocolo de Kioto, y socavando las políticas comunitarias de lucha contra el cambio climático.

Por otro lado, el transporte también tiene un peso destacable en el debate político sobre seguridad energética. En la UE gastamos cerca de 1 billón € al día en importaciones de crudo, de las cuales cerca de 4,4 millones de barriles se destinan a mover todos los coches que circulan por las carreteras (aproximadamente el 40% de las importaciones). Tal y como afirma la federación europea Transport & Environment, el petróleo consumido en la carretera representa un elevado coste para nuestra economía, unos 140 billones € al cabo del año, cifra superior a la riqueza creada por la propia la industria europea del automóvil (132 billones € en 2005)¹.

Frente al desafío que supone este fuerte vínculo entre transporte y petróleo para la seguridad de suministro y la protección del clima, se necesitan iniciativas adicionales y mucho más eficaces que las actualmente existentes. Las estrategias utilizadas hasta el momento para reducir las emisiones de CO₂ del transporte se han dirigido tradicionalmente a mejorar la eficiencia energética de los vehículos, pero al mismo tiempo también se han incrementado las distancias recorridas, el nº de automóviles en circulación y el peso y el tamaño de los vehículos. Este comportamiento ha tenido como consecuencia un incremento absoluto de la movilidad y del consumo de derivados de petróleo en el transporte, lo que pone de relieve que la disminución de las emisiones de CO₂ del transporte no puede alcanzarse únicamente a través de mejoras tecnológicas, y que debe prestarse una atención similar o incluso mayor a medidas que potencien la gestión de la movilidad en los entornos urbanos e interurbanos.

Sin embargo, con cerca de 250 millones de vehículos en las carreteras de la UE-25, siendo conscientes de que el transporte rodado va a seguir siendo fundamental para la prestación de algunos servicios básicos de movilidad, y que las ventas de coches en países como China o la India se están disparando de forma espectacular en estos últimos años a medida que su población tiene mayor capacidad adquisitiva, está claro que el factor tecnológico va a tener un papel muy destacado en la reducción de emisiones del transporte.

Limitar las emisiones y el consumo de combustible de los automóviles se convierte, así, en una de las medidas más necesarias y eficaces para afrontar el problema del cambio



climático, reducir la dependencia del petróleo y fomentar la inversión tanto de gobiernos como de las empresas en tecnologías de automoción más eficientes y con menos emisiones de carbono.

Evolución de las emisiones de los automóviles: situación en la Unión Europea.

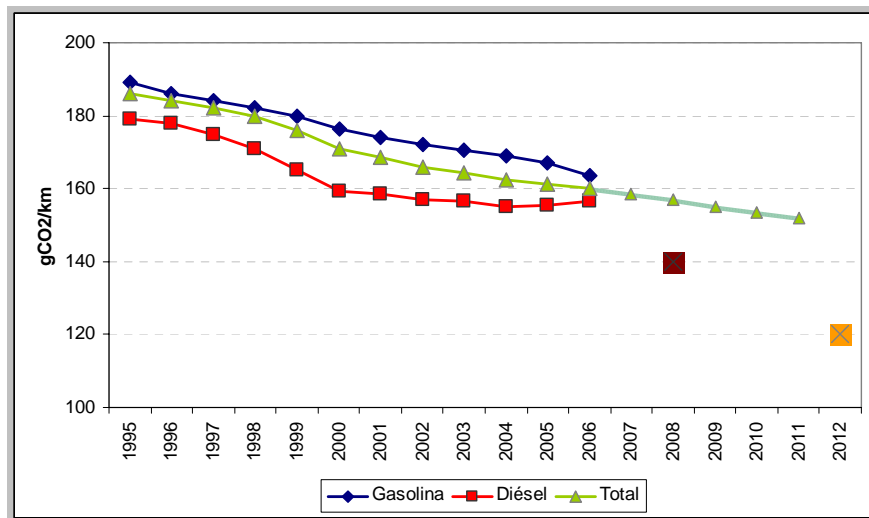
Desde que en 1908 Henry Ford introdujera en el mercado el primer automóvil de bajo coste fabricado en las modernas cadenas de producción a gran escala –lo que supuso el despegue del motor de combustión interna como tecnología de automoción dominante-, la industria ha incorporado numerosos avances tecnológicos en sus vehículos respecto al diseño, rendimiento, confort, economía de combustible y seguridad para poder cubrir las necesidades demandadas por los usuarios.

Para la industria del automóvil, la introducción de mejoras ambientales en los vehículos no ha sido tradicionalmente un objetivo en sí mismo, sino que se han producido como resultado de la introducción de otras innovaciones que buscaban incrementar el rendimiento de los vehículos. No es hasta los años noventa cuando empiezan a introducirse avances con fines ya sí propiamente ambientales, en respuesta a la aprobación de determinadas normativas de obligado cumplimiento, como por ejemplo la incorporación de catalizadores en los tubos de escape para reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

La búsqueda de coches más eficientes y con menos emisiones de CO₂ tampoco es algo nuevo para la industria. En 1995, la Unión Europea anunció formalmente su intención de limitar las emisiones medias de los nuevos vehículos que se comercializaran en la UE a 120 g CO₂/km¹, frente a los 186 g/km que emitieron de media los automóviles vendidos ese año. Si bien la fecha original del objetivo era 2005, esta se ha visto aplazada ya en dos ocasiones, primero a 2010 y después a 2012, debido fundamentalmente, a las presiones ejercidas por la propia industria, quien en un intento de retrasar cualquier norma que obligara a los fabricantes a limitar sus emisiones, anunció voluntariamente su compromiso de reducir las emisiones de sus nuevas flotas de vehículos hasta unos valores medios de 140 g/km en 2008 (para los fabricantes europeos) y en 2009 (para los fabricantes japoneses y coreanos).

Sin embargo, los avances conseguidos hasta la fecha han sido claramente insuficientes, ya que entre 1995 y 2007 las emisiones de los nuevos coches registrados en la UE-15 sólo descendieron un 17,7% (de 186 g/km a 158 g/km), muy lejos de los objetivos fijados para 2008 y 2012. Esto ha sido no por falta de tecnología, sino porque las inversiones de la industria se han dirigido principalmente a la fabricación de coches más grandes y más potentes, dos factores que repercuten directa y negativamente sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ –en los últimos diez años, frente al 1,5% de reducción anual de las emisiones medias de CO₂, el peso de los vehículos ha aumentado un 15% y la potencia un 25%.

Evolución de las emisiones medias totales de CO₂ de los vehículos registrados en la UE entre 1995 y 2006*



*Las emisiones hacen referencia a los valores medios totales de las tres asociaciones de fabricantes de automóviles europeos, japoneses y coreanos (ACEA, JAMA y KAMA, respectivamente).

El total representado en la gráfica incluye vehículos de gasolina, diesel y otros combustibles alternativos (GLP, gas natural, etc).

Fuente: Database to monitor the average specific emissions of CO₂ from new passenger cars, Transport and Environment DG.

Evolución del compromiso de reducción de emisiones de CO₂ de las tres asociaciones de fabricantes de automóviles en 2006

	1995	2006	Distancia al objetivo 2008/09 (140 g/km)	Distancia al objetivo 2012 (120 g/km)
ACEA	185 g/km	159,7 g/km	- 12,4%	- 24,9%
JAMA	196 g/km	161,3 g/km	- 13,2%	- 25,6%
KAMA	197 g/km	164,2 g/km	- 14,7%	- 26,9%
Total	186 g/km	160 g/km	- 12,5%	- 25%

Fuente: Database to monitor the average specific emissions of CO₂ from new passenger cars, Transport and Environment DG.

Esta situación ha llevado a la Unión Europea a proponer una normativa comunitaria para limitar de forma obligatoria las emisiones de los nuevos vehículos que se comercialicen en el territorio europeo, que en el momento de redactar estas líneas está siendo debatida en el Parlamento Europeo.

Aunque el objeto de este capítulo no es hacer un análisis pormenorizado ni valoración de esta propuesta legislativa¹, sí hay algunos aspectos relevantes de la misma que van

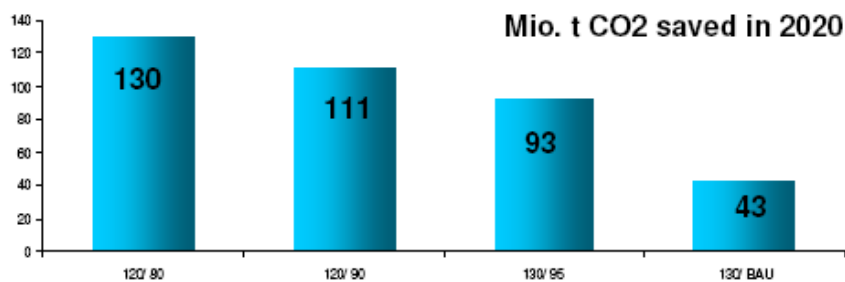
a tener una especial repercusión en el camino que va a tomar en Europa la industria del automóvil a corto-medio plazo, pero sobre todo, en el papel que va a jugar el transporte por carretera en el recorte de las emisiones europeas de gases de efecto invernadero de aquí a 2020.

- El objetivo general de 120 g CO₂/km para 2012 se mantiene, pero con una “pequeña” trampa: los fabricantes tan sólo deberán introducir mejoras tecnológicas en los vehículos que les permitan reducir las emisiones medias de sus flotas hasta 130 g CO₂/km, el resto las podrán acreditar con las llamadas ‘eco-innovaciones’¹.
- Debido a la renovación gradual del parque automotor, el potencial de reducción pleno de esta norma solamente se alcanzará algunos años después de su entrada en vigor, por lo que es urgente que este límite de las emisiones entre en vigor en 2012. Así mismo, cuanto antes se mejore la eficiencia combustible de los automóviles más barato resultará poner estas nuevas flotas eficientes en el mercado. Pero la industria está intentando retrasarlo a 2015 y que el objetivo se aplique de forma gradual a partir de 2012, con lo cual lo único que se conseguirá será reducir más aún el potencial de reducción de emisiones que se podría conseguir con esta normativa. La propuesta comunitaria, por otro lado, no incluye ningún objetivo más allá de 2012. Sin embargo, es fundamental que se fijen límites de emisiones a largo plazo para que la industria esté preparada y sepa hacia dónde tiene que orientar sus inversiones.

- Bajo un escenario de 120/80 g/km (para 2012 y 2020, respectivamente), el ahorro en emisiones de CO₂ sería tres veces mayor que bajo la propuesta de la Comisión (130 mill ton CO₂ eq en 2020 vs. 43 mill tons en 2020¹).

- Bajo un escenario de 120/90 g/km se ahorrarían en 2020 111 mill ton CO₂eq, en comparación con los 43 mill ton CO₂ eq bajo la propuesta de la Comisión.

- Bajo un escenario de 120/95 g/km, el ahorro en emisiones de CO₂ sería dos veces mayor que bajo la propuesta de la Comisión -93 mill ton CO₂eq vs. 43 mill ton en 2020.



Las tecnologías para alcanzar estas reducciones de CO₂ ya existen, pero no reducen nuestra dependencia del petróleo

Estudios recientes demuestran que si todos los vehículos del mercado fuesen equivalentes a los más avanzados que existen hoy día, las emisiones de CO₂ ya se habrían reducido hoy entre un 20 y un 25%, y eso sin reducir el tamaño de los motores de los vehículos ni adoptar tecnologías híbridas¹.

Por otro lado, la asesora del gobierno británico Julia King elaboró en octubre de 2007 un informe sobre el potencial tecnológico existente para conseguir vehículos más eficientes y con menos emisiones de CO₂ de aquí a 2030¹. A corto plazo, la profesora King sostiene que con la tecnología actualmente existente puede lograrse un recorte del 30% de las emisiones en los nuevos automóviles que se pongan en el mercado en un plazo de 5 a 10 años. Todo ello con tecnologías económicamente viables, que ya están siendo utilizadas en los modelos más eficientes que se ofertan en estos momentos en el mercado y que si se incorporan a gran escala podrían ser el estándar a muy corto plazo. Los costes adicionales por vehículo se situarían entre 1.000 y 1.500 £ más (entre 1.270 € y 1.900 € aproximadamente), un precio en principio perfectamente asumible por el usuario, que podría amortizar en poco tiempo gracias al ahorro de combustible conseguido. La disminución del tamaño de los motores y del peso de los nuevos vehículos, y la introducción de mejoras en el proceso de combustión del combustible son las medidas con mayor potencial de aumento de la eficiencia –entre un 10-15%.

Ejemplos de mejoras tecnológicas con las que podrían conseguirse mejoras de eficiencia en los vehículos actuales

Tipo de tecnología	Descripción	Mejora de la eficiencia de combustible	Coste por vehículo (£)
Inyección directa y mejora de la combustión	Combustión más eficiente del combustible	10-13%	200-400
Accionamiento variable de válvulas	Optimiza la entrada de combustible en la cámara de combustión	5-7%	175-250
Disminución de la capacidad del motor con turbocompresores o supercompresores	El vehículo mantiene el mismo rendimiento con un motor más pequeño, reduciendo el peso y usando menos combustible	10-15%	150-300
Sistema stop-start	Apaga automáticamente el motor cuando el coche no está en movimiento, y lo enciende cuando se pone en marcha.	3-4%	100-200
Sistema stop-start con freno regenerativo	Permite recuperar la energía que se pierde por fricción en las frenadas, en forma de energía eléctrica	7%	350-450
Motor eléctrico de apoyo	Un motor eléctrico asiste al motor de combustión interna, reduciendo el consumo de gasolina o diesel.	7%	1.000
Reducción de la fricción mecánica de los componentes del sistema de tracción	Disminuye las pérdidas que se producen en forma de calor por fricción entre los distintos componentes del sistema de tracción mecánica	3-5%	Insignificante
Disminución del peso	Utilización de materiales más ligeros en la construcción del	10%	250-500

del vehículo	vehículo. A menor peso, se necesita menos energía para acelerar el vehículo y un motor más ligero.		
Neumáticos de baja resistencia a la rodadura	Uso de materiales que minimizan la deformación de los neumáticos con el uso, con el consiguiente ahorro de energía.	2-4%	50-100
Mejoras aerodinámicas	Mejoras en el diseño del vehículo para disminuir la resistencia	2-4%	-

Fuente: King's Review, part I.

Todas estas medidas son desde luego necesarias para alcanzar recortes sustanciales en las emisiones de los vehículos que se incorporen al mercado en los años venideros, pero ninguna de ellas nos resuelve el problema de la dependencia al petróleo, debido precisamente a las propias limitaciones de la misma tecnología que ha impulsado el espectacular desarrollo de la automoción en los últimos 100 años y con la que se ha satisfecho hasta ahora la movilidad: el motor de combustión interna.

Esta tecnología es increíblemente ineficiente desde el punto de vista termodinámico a la hora de transformar la energía química almacenada en el combustible (bien sea gasolina o diesel) en movimiento, especialmente cuando se conduce en entornos urbanos a baja velocidad, y presenta unos límites de eficiencia muy marcados y reducidos en comparación con otra tecnología que está apostando fuerte, y que será sin duda la tecnología de automoción del futuro: los vehículos con motor eléctrico.

Los vehículos de propulsión eléctrica: un futuro muy cercano

Los vehículos con motor eléctrico son mucho más eficientes que sus equivalentes convencionales, tanto en lo que al funcionamiento del propio motor se refiere como durante el proceso de conversión de la energía almacenada en energía mecánica. Estas ganancias en eficiencia se deben, entre otros aspectos, a que el sistema de tracción eléctrica tiene menos componentes móviles donde se produzcan pérdidas por fricción, a que no consumen energía en modo estacionario y a que tienen la posibilidad de recuperar parte de la energía invertida en el movimiento a través del freno regenerativo. Pero sobre todo, la calidad de esta tecnología reside principalmente en el tipo de energía utilizada, la electricidad, una forma de energía extremadamente más ordenada y de elevada calidad en comparación con el caótico proceso de conversión químico-térmico que mueve los pistones de un motor de combustión interna.

A igualdad de condiciones, la eficiencia energética de un sistema de tracción eléctrica es entre 3 y 4 veces superior a un modelo equivalente que sea propulsado por gasolina.

Comparación eficiencias medias motores convencionales y eléctricos

	TIPO DE MOTOR		
	Gasolina convencional	Diesel convencional	Eléctrico
Eficiencia media motor	23% (a media carga, en núcleo urbano) 28% (a plena carga, fuera del núcleo urbano)	30% (a media carga, en núcleo urbano) 33% (a plena carga, fuera del núcleo urbano)	Hasta el 90%
Eficiencia media de conversión (energía que llega a las ruedas)	18%	23%	65% (hasta un 74%)

Fuente: *Plugged in. The End of the oil age, WWF (2008).*

Obviamente, estos resultados hacen referencia tan sólo a una parte del ciclo de vida del combustible (del depósito a las ruedas). Pero para poder comparar las distintas alternativas de automoción desde un punto de vista global, hay que considerar también los consumos de energía implicados en el resto del ciclo de vida del combustible utilizado por el vehículo (esto es, desde la planta de extracción del combustible hasta el depósito)¹.

Incluso así, los resultados siguen favoreciendo a los motores eléctricos por encima de los convencionales. A pesar de las bajas eficiencias de las centrales de producción eléctrica en comparación con los procesos de refino y distribución de los derivados del petróleo¹, y a la inmadurez tecnológica actual de los sistemas de tracción eléctrica en comparación con los sistemas convencionales, **los vehículos eléctricos son, en términos de energía primaria, hasta un 40% más eficientes que los vehículos convencionales actuales**. Habida cuenta del enorme potencial tecnológico existente para los sistemas de propulsión eléctrica, estos niveles de eficiencia irán siendo cada vez más importantes en el tiempo.

Comparación de la eficiencia de los motores convencionales y eléctricos en términos de energía primaria, considerando el ciclo de vida del combustible

Eficiencia en términos de E primaria		Derivados del petróleo (vehículos convencionales)	Electricidad (motores eléctricos)
Planta de transformación → "Depósito"	Eficiencia central	83%	35-42%
	Transmisión y distribución		92%
"Depósito" → Ruedas		18-23%	65%
Planta de transformación → Ruedas		15-19%	21-25%

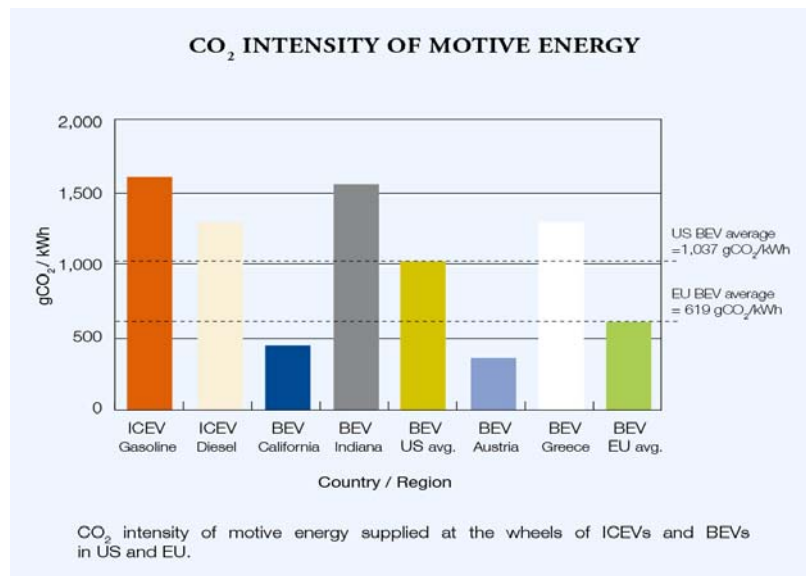
Fuente: *Plugged in. The End of the oil age, WWF (2008).*

Los vehículos eléctricos no son sólo significativamente más eficientes desde el punto de vista energético, sino que también **ofrecen numerosas ventajas desde el punto de vista de reducción de las emisiones de CO₂, en comparación con los vehículos convencionales movidos por diesel o gasolina**. Aunque es cierto que la electrificación del transporte traslada, en principio, el problema de las emisiones a las centrales de

producción de electricidad, las emisiones generadas por unidad de energía consumida son sensiblemente inferiores a las de un vehículo convencional (dependerá, en cada situación, del mix energético existente en cada país). Pero además, nos permite mantener identificadas y concentradas las fuentes de emisión en unos determinados puntos, lo que facilita su control y seguimiento (en comparación con el transporte motorizado actual, un sector difuso con numerosas fuentes emisoras móviles dispersas por todo el territorio).

Estas ventajas se mantienen, incluso, en una situación como la actual en la que la mayor parte de la electricidad mundial se produce a partir de fuentes fósiles, e irán cobrando cada vez más importancia a medida que en el futuro la producción eléctrica se vaya tornando más limpia a medida que se introduce más generación a partir de energías renovables en el sistema.

Comparación de la intensidad de CO₂ entre motores convencionales y eléctricos, considerando los mix eléctricos de distintos países



Las ventajas de los sistemas de propulsión eléctricos han quedado más que demostradas a través de los vehículos con tecnología híbrida. Toyota fue el primer fabricante que introdujo en el mercado doméstico de automóviles el primer vehículo híbrido en 1997, el Toyota Prius, gracias al cual se han demostrado con éxito las significativas ganancias en eficiencia que se puede conseguir con esta tecnología, con la que consumen un 40% menos que un vehículo convencional. En junio de 2007, Toyota había comercializado ya más de un millón de híbridos en todo el mundo, de los cuales el 70% correspondían al Prius. Otros fabricantes como Nissan, Honda o Ford, siguieron la “ola híbrida” abierta por Toyota y también han lanzado al mercado sus modelos híbridos. No obstante, el Toyota Prius puede seguir presumiendo de una peculiaridad que le diferencia de sus competidores: sigue siendo el único vehículo diseñado exclusivamente para ser un modelo híbrido. Los demás híbridos del mercado son variantes híbridas de modelos convencionales ya existentes.

El uso generalizado de los sistemas híbridos mejoraría notablemente la eficiencia de la flota de vehículos en circulación. Según King, con la utilización de materiales más ligeros y el uso de los sistemas híbridos, los vehículos que circulen por nuestras carreteras en el año 2030 podrían emitir un 50% menos emisiones que sus equivalentes



actuales con motor de combustión interna. Pero no hay que olvidar el hecho de que la energía que llega a las ruedas de un coche híbrido sigue derivando al 100% de combustibles líquidos derivados del petróleo -la energía eléctrica que acumula el motor procede en última instancia del motor de combustión interna, bien sea directamente (cuando este genera electricidad para recargar la batería) o indirectamente (a través del freno regenerativo). Los vehículos híbridos son una clara solución intermedia a esta transformación que necesita producirse dentro del mercado automovilístico, pero a largo plazo continuarían manteniéndonos atados a los mismos carburantes que nos mantienen atados al petróleo.

En este sentido, **es necesario que se acelere la comercialización de vehículos que puedan alimentarse con distintas fuentes de energía primaria, y que sean altamente eficientes y compatibles con un futuro energético renovable y sostenible.** El desarrollo de los vehículos eléctricos -alimentados total o parcialmente con la electricidad suministrada a través de la red convencional- ofrece una prometedora vía de alcanzar este objetivo. En su informe, King sostiene que los vehículos eléctricos y con sistemas de baterías permitirían reducir las emisiones del transporte por carretera más de un 80% para el año 2050.

Los vehículos eléctricos puros con batería todavía presentan algunas limitaciones que tradicionalmente han interferido en su aceptación por parte del público: la densidad energética de las baterías, el tiempo de recarga de las mismas y el coste del vehículo, íntimamente ligado al precio de las baterías.

La principal desventaja de las baterías frente a los carburantes convencionales es, sin duda, su densidad energética, que tiene una incidencia directa sobre su autonomía: en comparación con los 13 kWh/kg que proporciona la gasolina o los 12,7 kWh/kg del gasoil, las baterías de níquel-metal híbrido (NiMH) utilizadas en modelos como la segunda generación de EV1 de General Motors o el Toyota RAV4-EV almacenan alrededor de 0,07 kWh/kg, mientras que las últimas baterías de ión litio proporcionan hasta 0,16 kWh/kg. Otra ventaja con que cuentan los vehículos convencionales es la extensa red de estaciones de servicio en las carreteras que tienen a su total disposición, donde en pocos minutos se puede llenar el depósito, mientras que las baterías necesitan algunas horas para recargarse plenamente. No obstante, en los últimos años, el coste y el rendimiento de las baterías más avanzadas han mejorado espectacularmente y se están produciendo importantes avances en la investigación de baterías de última generación.

Además de ganar en eficiencia, las autonomías ofrecidas por los vehículos eléctricos que ya están disponibles en el mercado o que lo estarán en breve han mejorado notablemente, y son más que suficientes para cubrir los desplazamientos urbanos diarios sin miedo a quedarse tirados en la carretera. Actualmente el mercado de vehículos eléctricos está liderado por la compañía India REVA Electric Car de Bangalore, con más de 1.000 pequeños sedanes eléctricos en las carreteras de su país y otros 600 en el Reino Unido, que están comercializando bajo la marca G-Wiz¹, con 80 km de autonomía, 65 km/h de velocidad máxima y un precio aproximado de 11.500 €. Otros modelos destacables son, por ejemplo, el Th!nk City de la compañía noruega Th!nk, que salió al mercado en marzo de 2008 y ofrece una autonomía de 180 km con una carga de la batería (precio aproximado 15.000 €)¹. O el deportivo Tesla Roadster, de la compañía Tesla Motors, presentado en 2008, capaz de acelerar hasta los 100 km/h en 4 segundos, con una velocidad máxima de 210 km/h y una autonomía de 395 km por carga¹.

El desarrollo de vehículos de propulsión eléctrica es viable, y fundamental para alcanzar objetivos más ambiciosos de reducción de emisiones de los automóviles que se pongan en las carreteras en los próximos años. Objetivos de CO₂ de 120 g/km para 2012, 80 g/km para 2020 y 60 g/km para 2025 son, por lo tanto, perfectamente viables dada la tecnología actualmente disponible.

- 2012 - 120 g CO₂/km → 0,32 kWh/km
- 2020 - 80 gCO₂/km → 0,22 kWh
- 2025 - 60 gCO₂/km → 0,16 kWh/km

Consumos de energía de algunos modelos de vehículos eléctricos existentes

- Toyota RAV4-EV (2000): 0,19 kWh/km
- Th!nk City (2008) : 0,17 kWh/km
- Tesla Roadster (2008): 0,13 kWh/km
- Electric E& Crossover (2009-2010): menos de 0,12 kWh/km

Los vehículos híbridos con conexión a la red (también llamados híbridos enchufables o PHEV, de sus siglas en inglés¹) permiten superar algunas de las limitaciones comentadas anteriormente.

A diferencia de un vehículo híbrido corriente, donde el motor de gasolina funciona la mayor parte del tiempo, esta tecnología permite al vehículo funcionar únicamente con electricidad durante los primeros 50 km, aproximadamente, que es suministrada por una batería que se puede conectar directamente a la red convencional para su carga. Una vez la batería empieza a agotarse es cuando entra en funcionamiento el motor convencional, funcionando entonces como un híbrido corriente, lo que significa que para distancias típicamente urbanas apenas consume combustible. Con unos niveles de eficiencia intermedios entre un híbrido convencional y un vehículo eléctrico, en términos de emisiones los PHEV suponen un ahorro en términos de emisiones de CO₂ de hasta el 65% comparados con los vehículos convencionales, y hasta un 46% respecto a los híbridos tradicionales. Para demostrar las ventajas de estos vehículos, la organización sin ánimo de lucro California Cars Initiative (CalCars), integrada por ingenieros, empresarios, ambientalistas y consumidores dedicados a promocionar los PHEV y construir prototipos demostrativos¹.

Las muestras de PHEV en el mercado son aún escasas, pero apuntan alto para los años venideros. Por ejemplo, Volvo presentó en la Feria Internacional del Motor de Frankfurt de 2007 el modelo Volvo Recharge, con una autonomía de 100 km con una carga de la batería eléctrica, y un motor de gasolina que consume 5,5 l/100km. Con esta combinación, suponiendo un recorrido de 150 km con la batería a plena carga, el consumo de este automóvil sería únicamente de 1,9 l/100 km (frente a la media de 6,5 l/100km de los coches actuales). Toyota también ha anunciado el lanzamiento de la versión enchufable del Prius a partir de 2010.

Sin duda, tecnologías como la de los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos con conexión a la red, desempeñan una oportunidad única para conseguir un sistema de transporte futuro más eficiente y sostenible, desligar el consumo de petróleo de la movilidad por carretera y conseguir recortes en las emisiones de CO₂ mucho más pronunciados que los que se pueden conseguir introduciendo mejoras en los vehículos convencionales.



Conclusión

Con 800 millones de vehículos en todo el mundo, una cifra que puede duplicarse en el año 2030, no podemos seguir haciendo caso omiso a la fuerte dependencia que tiene el transporte motorizado hacia los combustibles líquidos derivados del petróleo. Si no, nos veremos forzados a afrontar retos adicionales a los ya existentes: una mayor presión por parte de los gobiernos para realizar exploraciones petrolíferas en zonas de alto valor ecológico, la producción masiva de sustitutos del petróleo a partir de recursos fósiles no convencionales con mayor impacto ambiental (como las arenas bituminosas o el carbón), el aumento de los conflictos políticos y el abuso de los derechos humanos, y el rápido crecimiento de las emisiones de CO₂ emanadas por los tubos de escape de un parque de automóviles cada vez más numeroso.

Los vehículos eléctricos –que permiten realizar la totalidad o parte del cada viaje mediante energía eléctrica tomada directamente de la red - son una tecnología que ya existe y que tenemos disponible comercialmente. Los vehículos eléctricos y los híbridos que se pueden conectar a la red, pueden reducir drásticamente la dependencia del petróleo del transporte por carretera de un modo eficiente y sostenible. Esta mayor eficiencia se deriva del mejor aprovechamiento de la energía en los vehículos con propulsión eléctrica que en los vehículos de tracción mecánica convencionales, independientemente de la fuente de energía primaria que se utilice para generar electricidad.

Pero la electrificación del sector de la automoción, por sí solo, no va a conseguir un sistema de transporte más sostenible desde el punto de vista medioambiental y económico. Para ello, es necesario considerar paralelamente otras medidas que incidan de lleno sobre la demanda del transporte, como una planificación territorial más racional, el cambio modal de la carretera al ferrocarril para el tránsito de personas, o el mayor uso de las tecnologías de telecomunicaciones y del coche compartido, cuya contribución es absolutamente imprescindible y necesaria para lograr este cambio.

No obstante, es probable que el transporte por carretera siga desempeñando un papel fundamental en la prestación de los servicios básicos de movilidad que sustentan el desarrollo económico y social. En este sentido, la electrificación del parque automovilístico puede facilitar la necesaria transición hacia un paradigma del transporte, que sea al mismo tiempo altamente eficiente y compatible con un futuro energético renovable y sostenible.