

ANEXOS

LA RUTA DE ESPAÑA HACIA COPENHAGUE

**Propuestas de WWF para reducir un 30% las
emisiones de CO₂ de los sectores difusos en
España 2005-2020**

© WWF España
Gran Vía de San Francisco, 8-D. 28005 Madrid
Tel.: 91 354 05 78. Fax: 91 365 63 36
www.wwf.es

Con la colaboración de Ecofys

Informe completo y anexos en www.wwf.es

WWF España agradece la reproducción de los contenidos del presente documento en cualquier tipo de medio siempre y cuando se cite expresamente la fuente (título y propietario de copyright).
© Texto: 2009, WWF/Adena. Todos los derechos reservados.

Anexo I. Metodología del estudio

Se describe la metodología utilizada para construir el Escenario 30%

Este capítulo presenta la metodología utilizada para determinar el Escenario 30% en España para 2020. El análisis se divide en cuatro pasos:

1. Evaluación histórica de las emisiones de GEI en el período 1990-2005 por sector y gas

El propósito de esta evaluación es analizar la información sobre el desarrollo de las emisiones de GEI por sectores y por gas en España. El resultado de este paso es una visión de conjunto de los sectores que emiten grandes cantidades de GEI, sus tendencias e identificación preliminar de los grandes potenciales de reducción. Sobre la base de las emisiones en 2005 se determinará el objetivo de emisiones de GEI para 2020, con el fin de lograr la reducción de al menos el 30% comparado con 2005.

Un punto importante en esta fase es la categorización de las emisiones totales entre emisiones de los sectores difusos y el resto, tanto para emisiones históricas como proyecciones. Se analizan las categorías del inventario de emisiones de GEI de España para encajar con las categorías de actividades cubiertas por el RECDE.

Las actividades del sector industria no afectadas por el RECDE son principalmente gases fluorados, actividades extractivas y de distribución de combustible, uso de disolventes y plantas de combustión con potencia menor a 20 MW. Las emisiones de estas sub-categorías están disponibles en el inventario, así que se computan para el total de emisiones difusas. Debido al hecho de que en los inventarios no se distingue entre combustión menor y mayor a 20 MW, esta parte se ha distinguido con ayuda del Plan Nacional de Asignación de derechos de emisiones de GEI 2008-2012 (PNA II). En dicho plan aparece el total de emisiones históricas caídas bajo el RECDE, con lo cual la diferencia entre estas emisiones, y las totales del sector industria son las que nos interesan para este estudio.

2. Desarrollo del escenario de nivel de eficiencia congelado (NEC)

Para poder caracterizar el Escenario 30%, idealmente debería tomarse como referencia el escenario “con medidas” de la CNDE, que incluye proyecciones de emisiones hasta 2020. Sin embargo, la utilización de este escenario no es viable por varias razones, y por ello se ha decidido hacer un paso preliminar que consiste en tomar como escenario de referencia para determinar la reducción de emisiones el escenario de NEC. Las razones principales son, en primer lugar, la importancia de los cambios ocurridos desde 2005 hasta la actualidad en materia de políticas sobre cambio climático. Segundo, debido a que la información sobre las políticas, planes y medidas (PP&M) tomadas en cuenta en el escenario “con medidas” no es apta para análisis, principalmente por la falta de información detallada por sector y/o medida, ratios de crecimiento y suposiciones implícitas desconocidas. Por último, la distinción entre emisiones, proyecciones y PP&M computables a los sectores incluidos en el RECDE y los que no, no es directa y requiere estimaciones complejas.

El escenario NEC de este estudio se ha desarrollado a partir del escenario “sin medidas” de la CNDE, que asume que todos los factores que determinan las emisiones GEI siguen la misma tendencia observada en el pasado y que no se aplican medidas para reducir estas emisiones.

El NEC es un escenario de referencia y no debe ser visto como un escenario separado. Este escenario es necesario para poder utilizar coherentemente los potenciales técnicos que se proveen en la literatura técnica y bases documentales. En el Anexo III se explica de forma detallada el NEC y cómo se usa en este estudio.

El desarrollo del NEC requiere también distinguir entre proyecciones de emisiones de sectores difusos y el resto. Las proyecciones existentes de las emisiones no distinguen tampoco entre las emisiones sujetas al RECDE y las que no lo están. Para ello, se ha decidido fijar un porcentaje de emisiones difusas respecto el total, fijo para los años 2010, 2015 y 2020. Para la estimación de dicho porcentaje se han seguido los siguientes pasos:

- Se ha calculado el incremento medio de las emisiones difusas entre los años 1990 y 2005 en intervalos de 5 años, y este porcentaje se ha redondeado. La tasa de crecimiento medio ha resultado en 17,3%, y se ha redondeado a 20%
- En el intervalo de años 2010 a 2020, se ha calculado las emisiones difusas que corresponderían aplicando una tasa de crecimiento (en intervalo de 5 años) del 20%.
- Se ha calculado para los años 2010, 2015 y 2020, el porcentaje de emisiones difusas respecto el total de las emisiones. Después se ha calculado la media de este porcentaje, y se ha redondeado. La media ha resultado en 65,2%, y se ha fijado en un 65%.

De esta manera se ha estimado que, durante todo el periodo de proyección de emisiones de GEI, el 65% corresponden a sectores difusos. La combinación de este porcentaje con las proyecciones del escenario “sin medidas” de la CNDE ha permitido calcular las emisiones del sector Industria no sujetas al RECDE

Remarcar aquí que los formatos seguidos por el Inventario de emisiones de España y la Cuarta CNDE son distintos, siendo el formato CRF (basado en la clasificación IPCC) para el primero y el formato SNAP para el segundo.

Por ello en el capítulo 3 del informe, donde se analizan las emisiones históricas de GEI, las agrupaciones en sectores vienen determinados por el formato CRF (Inventario de Emisiones de España), mientras que las agrupaciones de sectores en el desarrollo del Escenario 30% (capítulo 5) son los determinados por el formato SNAP (Cuarta CNDE), excepto para el año 2005, ya que son proyecciones, y se han utilizado los del Inventario.

Estos dos formatos tienen categorías diferentes (CRF tiene 7 categorías mientras que SNAP tiene 11). En el Anexo II se presenta una tabla de equivalencias entre estos dos formatos, que ha sido utilizada para la realización de este estudio. La equivalencia entre las categorías no es exactamente directa, pudiendo llegar a caer una misma partida en sectores diferentes según el formato. Además, los datos de la Cuarta CNDE no están desglosados en sub-actividades, estando divididos en los 11 grupos generales.

Por estos motivos, en alguna ocasión puede llegar a haber una ligera diferencia si se compara el capítulo 3 con el 5.

3. Desarrollo del Escenario 30%

Este paso se compone de tres partes:

- A. *Identificación de las medidas de reducción de emisiones o “cuñas”*. El término “cuña” es tomado de Pacala y Socolow (2004), quienes definen cuñas de estabilización basadas en tecnología para la reducción de emisiones. Una cuña de estabilización representa una actividad que reduce los GEI haciendo un esfuerzo mayor al escenario de referencia. En este estudio las cuñas se refieren a la combinación de medidas de reducción de emisiones de GEI en un sector dado. En un escenario a largo plazo, el desarrollo tecnológico juega un papel importante. Las nuevas tecnologías, que pueden ser posiblemente costosas actualmente, estarán probablemente disponibles a largo plazo a menores costes, debido al aprendizaje y a la producción a mayor escala. Un incremento en los precios de la energía mejorará estos procesos. Esfuerzos continuos en innovación y mejoras importantes eficiencia energética pueden alcanzarse a largo plazo. La suma de los efectos de todas las “cuñas” debe conducir a la reducción de emisiones requeridas en el año 2020. Las cuñas determinan una visión de “bajas emisiones de GEI” para España en 2020. La visión suministra las medidas necesarias para reducir las emisiones de GEI a largo plazo y da una primera idea sobre las políticas que se deben adoptar en el corto plazo para realizar esta visión.
- B. *Cálculo de la reducción de emisiones por cuña*. El potencial de reducción de emisiones en cierta cuña se establece a partir de literatura técnica. Es importante indicar que dentro del marco del estudio no ha sido posible identificar literatura específica española para evaluar todas las medidas propuestas por ello, allí donde datos de estudios españoles no están disponibles, se utilizan como fuente estudios relevantes al respecto (entre ellos el proyecto SERPEC, IEA 2008, Graus y Blomen, 2008; DLR, 2005; IPCC 2007¹). La reducción de emisiones por cuña se calcula teniendo en cuenta la posible interacción entre las diferentes medidas individuales que componen cada cuña, evitando así una posible “sobreestimación” del potencial de reducción así como una doble contabilidad. Como se indicó en el punto 3, las reducciones se calculan inicialmente respecto al NEC.
- C. *Análisis de PP&M existentes en el Escenario NEC*
El conjunto de cuñas identificadas en el punto B debe permitir la reducción de las emisiones en un 30% respecto los niveles de 2005, partiendo del escenario NEC.

Una vez hecho esto, es necesario cuantificar el potencial de las PP&M y su contribución en el NEC para establecer cuales son las medidas adicionales necesarias para llegar al objetivo de -30% para 2020.

¹ Ver referencias para más información sobre estos proyectos.

La comparación entre el potencial técnico de reducción en un sector y la reducción real a esperar en ese sector debido a la implementación de una medida es muy compleja. Cuando existen proyecciones, no es posible identificar el efecto individual de las políticas y medidas adoptadas. En muchos casos los efectos de las medidas se solapan, afectan a varios sectores y a emisiones, tanto difusas como sujetas al RECDE. La formulación de medidas de reducción de emisiones de una manera más específica solucionaría en parte esta dificultad metodológica.

Las bases de la metodología para determinar el efecto de las PP&M existentes en 2020 sobre las medidas del Escenario 30% son una serie de criterios que presentamos a continuación, y que cuentan con el conocimiento y la experiencia del equipo internacional de Ecofys. Es importante notar que esta valoración de las PP&Ms existentes incluye juicios profesionales.

Los criterios utilizados son:

- Si la medida queda identificada dentro de la política española (si es una medida explícita, específica e individual o implícitamente forma parte de un marco de medidas más general).
- Si existe un presupuesto disponible para la implementación de la medida (si se define un presupuesto específico para la medida o el presupuesto abarca otras medidas o bien no existe).
- Si la medida dispone del marco necesario, a nivel local, autonómico y/o estatal para implementarse (si están las responsabilidades asignadas, las medidas de cumplimiento en marcha, las autoridades y beneficiarios bien informados).

La siguiente figura muestra esquemáticamente los pasos contemplados en la metodología arriba descrita.

Figura 1. Comparación del escenario de “bajo carbono” con el escenario “tendencial” y el escenario de NEC (elaboración propia)

4. Estimación de los costes del Escenario 30%

Las medidas para la reducción de emisiones pueden diferenciarse en dos grupos, basado en su análisis de coste-efectividad:

- Medidas que generan costes adicionales
- Medidas que no generan costes adicionales

Una medida que no genera costes adicionales es aquella que no conlleva unos costes netos directos² durante su tiempo de vida. Esto quiere decir que los costes directos de la medida (tales como los costes de inversión y mantenimiento) son iguales o menores que los beneficios directos (por ejemplo beneficios por la reducción del consumo de energía) durante el tiempo de vida de la medida.

Los costes de las medidas se obtienen de literatura (estudios específicos ya realizados). En los casos en los que no está disponible una estimación del coste de una medida individual, los costes se estiman por cuña (grupo de medidas) como en el caso del sector residuos.

Una vez identificadas las oportunidades de reducción de emisiones, se combinan con los costes estimados para construir una curva de coste marginal³, como la que se muestra a manera de ejemplo en la figura 2. El eje horizontal representa la reducción absoluta de emisiones en toneladas de CO_{2eq}, mientras que el eje vertical representa el coste en euros por tonelada de CO_{2eq}. Las medidas se ordenan según su coste relativo (expresado en €/t CO_{2eq}). Para el caso de la figura 2 las medidas I a IV son las que no generan costes adicionales, es decir, son costo-efectivas, y las medidas V a X las medidas que generan costes adicionales. En el gráfico también se representa la reducción de emisiones necesaria para alcanzar el 30% de reducción de emisiones. La línea muestra dónde se hace el corte para conseguir el escenario 30% más rentable, que en el ejemplo está representado por las medidas I a VII.

El coste del escenario para un sector específico está representado por la suma de los costes absolutos de las medidas identificadas para un sector específico.

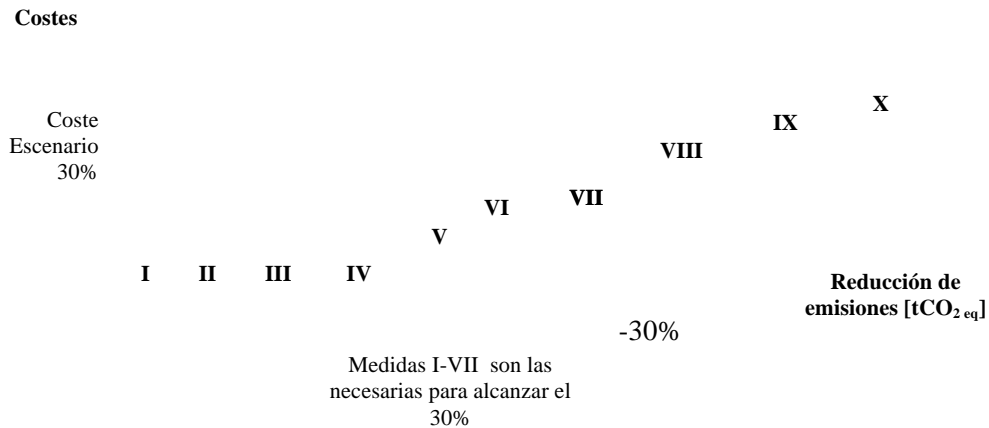
Se tienen en cuenta los siguientes criterios para el análisis coste-beneficio de las medidas:

- Costes incluidos: Inversión inicial y mantenimiento (teniendo en cuenta el período de amortización). Queda excluida la inversión por parte del sector público para la implementación o promoción de la medida, la cual entraría en la parte de costes indirectos.
- Beneficios incluidos son el ahorro energético (ahorro de combustibles). Al tratar con sectores fuera del alcance del ámbito de aplicación del régimen de comercio de emisiones, quedará excluido el precio de la tonelada de CO₂.

² Sólo se tienen en cuenta los costes netos directos, ya que los costes y beneficios indirectos no son evaluados en la literatura técnica que se ha utilizado para obtener estos datos.

³ Curva de coste marginal: La curva de coste marginal representa el incremento del coste total al aumentar en una unidad la reducción de emisiones de GEI.

Figura 2. Curva de costes marginales para un caso ficticio (elaboración propia)



Desarrollo matemático de la metodología de desarrollo del Escenario

Las fórmulas utilizadas para determinar las reducciones de emisión, totales, adicionales y sus costes asociados se exponen a continuación.

Siendo,

- $i \rightarrow$ Sector i (industria, transporte, agricultura, etc.).
- $j \rightarrow$ Medida j (eficiencia energética, uso de biomasa, etc.).
- $E_i^{2020,NEC} \rightarrow$ Emisiones en el año 2020 en el sector i (escenario NEC).
- $X_j^{2020,NEC} \rightarrow$ Porcentaje de reducción de emisiones en el 2020 a la medida de j . Éste potencial es en base al escenario NEC.
- $E_T^{2005} \rightarrow$ Emisiones totales en el año 2005.
- $R_{ij}^{2020,ME} \rightarrow$ Reducción de emisiones de la medida j en el sector i en el año 2020 (medidas existentes). Éste valor es una estimación realizada a partir de la información recopilada sobre PP&M's existentes.
- $\hat{C}_{ij} \rightarrow$ Coste específico de la medida j en el sector i .

las reducciones de emisión se calculan de la siguiente manera:

$$E_i^{2020,NEC} \cdot X_j^{2020,NEC} = R_{ij}^{2020} \rightarrow$$

Potencial de reducción de emisiones de la medida j en el sector i .

$$R_i^{2020} = \sum_{j=i}^n R_{ij}^{2020} \rightarrow$$

Potencial de reducción de emisiones en el sector i

$$R_T^{2020} = \sum_{i=j}^n R_i^{2020} \rightarrow$$

Potencial total de reducción de emisiones.

$$E_i^{2020,-30\%} = E_i^{2020,NEC} - R_i^{2020} \rightarrow$$

Emisiones del año 2020 (escenario -30%) en el sector i.

$$\sum E_i^{2020,-30\%} = E_T^{2020,-30\%} \rightarrow$$

Emisiones totales en el año 2020(escenario -30%).

Donde se cumple que :

$$E_T^{2020,-30\%} = E_T^{2005} \cdot (100\% - 30\%)$$

$$R_{ij}^{2020,MA} = R_{ij}^{2020} - R_{ij}^{2020,ME} \rightarrow$$

Reducción de emisiones de la medida j en el sector i (medida adicional).

$$R_i^{2020,MA} = \sum_{j=i}^n R_{ij}^{2020,MA} \rightarrow$$

Reducción de emisiones en el sector i (medidas adicionales).

$$R_T^{2020,MA} = \sum_{i=j}^n R_i^{2020,MA} \rightarrow$$

Reducción total de emisiones (medidas adicionales).

Los costes serían entonces:

\hat{C} → Coste específico [€/ Ton CO₂].

C → Coste total [€].

\hat{C}_{ij} → Coste específico de la medida j en el sector i

$$C_{ij} = R_{ij}^{2020,MA} \cdot \hat{C}_{ij} \rightarrow$$

Coste de la reducción de CO₂ de la medida j en el sector i.

$$C_i = \sum_{j=i}^n C_{ij} \rightarrow$$

Coste de la reducción de CO₂ en el sector i.

$$C_T = \sum_{i=j}^n C_i \rightarrow$$

Coste total de la reducción de CO₂.

$$\hat{C}_i = \frac{C_i}{R_i^{2020,MA}} \rightarrow$$

Coste específico de la reducción de CO₂ en el sector i.

Para más información sobre la metodología utilizada para este estudio consulte a Ecofys Spain.

Anexo II. Correspondencia entre categorías del Inventario Nacional de Emisiones y la 4ª CNDE.

Se exponen los criterios para hacer corresponder ambos formatos de reporte de emisiones, dado que en el estudio trabajamos tanto con datos históricos como con proyecciones

CORINAIR / SNAP classification		IPCC classification
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	
01 01	Public power Items 01.01.01 to 01.01.05	1A1a Electricity and heat production
01 02	District heating plants Items 01.02.01 to 01.02.05	1A1a Electricity and heat production
01 03	Petroleum refining plants Items 01.03.01 to 01.03.06	1A1b Petroleum refining
01 04	Solid fuel transformation plants Items 01.04.01 to 01.04.07	1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries
01 05	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors Items 01.05.01 to 01.05.05	1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries
01 05 06	Pipeline compressors	1A3e Transport-Other transportation
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	
02 01	Commercial and institutional plants Items 02.01.01 to 02.01.06	1A5a (*) 1A4a Other Sectors-Commercial/Institutional
02 02	Residential plants Items 02.02.01 to 02.02.05	1A4b Other Sectors-Residential
02 03	Plants in agriculture, forestry and aquaculture Items 02.03.01 to 02.03.05	1A4c Other Sectors-Agriculture/Forestry/Fishing
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	
03 01	Combustion in boilers, gas turbines and stationary engines Items 03.01.01 to 03.01.06	1A2 Industry When relevant economic sector split data are available in CORINAIR, data can be allocated to sub-categories a to f.
03 02	Process furnaces without contact	
03 02 03	Blast furnace cowpers	1A2a Industry-Iron and steel
03 02 04	Plaster furnaces	1A2f Industry-Other
03 02 05	Other furnaces	1A2f Industry-Other by default

(*) stationary military sources are not differentiated in SNAP 02 01. This item cannot be allocated twice; military emissions representing generally minor contributions within this category, figures are allocated to IPCC 1A4a only to avoid double counting.

CORINAIR / SNAP classification	IPCC classification
03 03 Processes with contact Items 03.03.01 to 03.03.03 Items 03.03.04 to 03.03.10 and 03.03.22 to 03.03.24 SF6 emission for 03.03.10 Items 03.03.11 to 03.03.20 and 03.03.25 and 03.03.26 03 03 21 Paper-mill industry (drying processes)	1A2a Industry-Iron and steel 1A2b Industry-Non-ferrous metals 2C4 Industrial Processes-Metal Production-SF6 Used 1A2f Industry-Other 1A2d Industry-Pulp, Paper and Print
04 PRODUCTION PROCESSES	
04 01 Processes in petroleum industries Items 04.01.01 to 04.01.05	1B2a Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Oil
04 02 Processes in iron and steel industries and collieries Items 04.02.01 and 04.02.04 Items 04.02.02, 04.02.03 and 04.02.05 to 04.02.10	1B1b Fugitive emissions from fuels-Solid fuels/Transformation 2C1 Industrial Processes-Metal Production-Iron and steel
04 03 Processes in non-ferrous metal industries 04 03 01 Aluminium production (electrolysis) 04 03 02 Ferro alloys SF6 emission from 03.03.10, 04.03.01 and 04.03.04 Items 04.03.03 to 04.03.09	2C3 Industrial Processes-Metal Production-Aluminium 2C2 Industrial Processes-Metal Production-Ferroalloys 2C4 Industrial Processes-Metal Production-SF6 Used 2C5 Industrial Processes-Metal Production-Other
04 04 Processes in inorganic chemical industries 04 04 01 Sulphuric Acid 04 04 02 Nitric acid 04 04 03 Ammonia Items 04.04.04 to 04.04.11 and 04.04.13 to 04.04.16 04 04 12 Calcium Carbide production	2B5 Industrial Processes-Chemical Industry/Other 2B2 Industrial Processes-Chemical Industry-Nitric Acid 2B1 Industrial Processes-Chemical Industry-Ammonia 2B5 Industrial Processes-Chemical Industry/Other 2B4 Industrial Processes-Chemical Industry-Carbide
04 05 Processes in organic chemical industries (bulk production) Items 04.05.01 to 04.05.20 and 04.05.22 to 04.05.26 04 05 21 Adipic acid 04 05 27 Other	2B5 Industrial Processes-Chemical Industry-Other 2B3 Industrial Processes-Chemical Industry-Adipic Acid 2B5 Industrial Processes-Chemical Industry-Other
04 06 Proc. in wood, paper pulp, food, drink and other industries Items 04.06.01 to 04.06.04 Items 04.06.05 to 04.06.08 04 06 10 Roof covering with Asphalt Materials 04 06 11 Road paving with Asphalt 04 06 12 Cement (decarbonizing) 04 06 14 Lime (decarbonizing) Items 04.06.13 and 04.06.15 to 04.06.17 and 04.06.20 04 06 18 Limestone and Dolomite use 04 06 19 Soda Ash production and use	2D1 Industrial processes-Other Production-Pulp and Paper 2D2 Industrial processes-Other Production-Food and Drink 2A5 Industrial processes-Mineral Products-Asphalt Roofing 2A6 Industrial proc.-Mineral Products-Road Paving with Asphalt 2A1 Industrial processes-Mineral Products-Cement 2A2 Industrial processes-Mineral products/Lime 2A7 Industrial processes-Mineral Products-Other 2A3 Industrial processes-Limestone and Dolomite use 2A4 Industrial processes-Soda Ash production and use
04 08 Production of halocarbons and sulphur hexafluoride 04 08 01 Halogenated hydrocarbons production - By-products 04 08 02 Halogenated hydrocarbons production - Fugitive 04 08 03 Halogenated hydrocarbons production - Other 04 08 04 Sulphur hexafluoride production - By-products 04 08 05 Sulphur hexafluoride production - Fugitive 04 08 06 Sulphur hexafluoride production - Other	2E1 Indust. Processes.-Production of HFC and SF6-By-products 2E2 Industrial Processes.-Production of HFC and SF6-Fugitive 2E3 Industrial Processes.-Production of HFC and SF6-Other 2E1 Indust. Processes.-Production of HFC and SF6-By-products 2E2 Industrial Processes.-Production of HFC and SF6-Fugitive 2E3 Industrial Processes.-Production of HFC and SF6-Other

CORINAIR / SNAP classification	IPCC classification
05 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	
05 01 Extraction and 1st treatment of solid fossil fuels Items 05.01.01 to 05.01.03	1B1a Fugitive emissions from fuels-Solid fuels/Coal mining
05 02 Extraction, 1st treatment and loading of liquid fossil fuels Items 05.02.01 to 05.02.02	1B2a Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Oil
05 03 Extraction, 1st treat. and loading of gaseous fossil fuels Items 05.03.01 to 05.03.03	1B2b Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Natural gas
05 04 Liquid fuel distribution (except gasoline distribution) Items 05.04.01 to 05.04.02	1B2a Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Oil
05 05 Gasoline distribution Items 05.05.01 to 05.05.03	1B2a Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Oil
05 06 Gas distribution networks Items 05.06.01 to 05.06.02	1B2b Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Natural gas
05 07 Geothermal energy extraction	7 Other
06 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	
06 01 Paint application Items 06.01.01 to 06.01.09	3A Solvent and other product use-Paint application
06 02 Degreasing, dry cleaning and electronics Items 06.02.01 to 06.02.04 except SF ₆ , PFC and HFC PFC and HFC emissions SF ₆ emissions	3B Solvent and other product use-Degreasing and dry cleaning 2F5 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Solvents 2F6 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Other
06 03 Chemical products manufacturing or processing Items 06.03.01 to 06.03.14 PFC and HFC emissions	3C Solvent and other product use-Chemical products 2F5 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Solvents
06 04 Other use of solvents and related activities Items 06.04.01 to 06.04.12 SF ₆ , PFC and HFC emissions for 06.04.01 and 06.04.02	3D Solvent and other product use-Other 2F6 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Other
06 05 Use of HFC, N₂O, NH₃, PFC and SF₆	
06 05 01 Anaesthesia	3D Solvent and other product use-Other
06 05 02 Refrigeration and air conditioning equipments using halocarbons	2F1 Refrigeration and air conditioning equipments
06 05 03 Refrigeration and air conditioning equipments using other products than halocarbons	
06 05 04 Foam Blowing (except 060304)	2G Industrial processes-Other
06 05 05 Fire extinguishers	2F2 Industrial processes-Foam Blowing
06 05 06 Aerosol cans	2F3 Industrial processes-Fire extinguishers
06 05 07 Electrical equipment	2F4 Industrial processes-Aerosols
06 05 08 Other	2F6 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Other
	2F6 Indust. proc.-Consumption of halocarbons and SF ₆ -Other
	3D Solvent and other product use-Other (except halocarbons and sulphur hexafluoride)

CORINAIR / SNAP classification		IPCC classification
07	ROAD TRANSPORT	
07 01	Passenger cars Items 07.01.01 to 07.01.03	1A3b Transport-Road (1-Cars)
07 02	Light duty vehicles < 3.5 t Items 07.02.01 to 07.02.03	1A3b Transport-Road (2-Light duty trucks)
07 03	Heavy duty vehicles > 3.5 t and buses Items 07.03.01 to 07.03.03	1A3b Transport-Road (3-Heavy duty trucks and buses)
07 04	Mopeds and Motorcycles < 50 cm3	1A3b Transport-Road (4-Motorcycles)
07 05	Motorcycles > 50 cm3 Items 07.05.01 to 07.05.03	1A3b Transport-Road (4-Motorcycles)
07 06	Gasoline evaporation from vehicles	1A3b Transport-Road
07 07	Automobile tyre and brake wear	- Not allocated
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	
08 01	Military	1A5 Other
08 02	Railways Items 08.02.01 to 08.02.03	1A3c Transport-Railways
08 03	Inland waterways Items 08.03.01 to 08.03.04	1A3d Transport-Navigation
08 04	Maritime activities	
08 04 02	National sea traffic within EMEP area	1A3d Transport-Navigation / 2-National navigation
08 04 03	National fishing	1A4c Small combustion-Agriculture/Forestry/Fishing
08 04 04	International sea traffic (international bunkers)	1A3d Transport-Navigation / 1-International marine(bunkers)
08 05	Air traffic	
08 05 01	Domestic airport traffic (LTO cycles - <1000 m)	1A3a Transport-Civil aviation (2-Domestic)
08 05 02	International airport traffic (LTO cycles - <1000 m)	1A3a Transport-Civil aviation (1-International)
08 05 03	National cruise traffic (>1000 m)	1A3a Transport-Civil aviation (2-Domestic)
08 05 04	International cruise traffic (>1000 m)	1A3a Transport-Civil aviation (1-International)
08 06	Agriculture	1A4c Small combustion-Agriculture/Forestry/Fishing
08 07	Forestry	1A4c Small combustion-Agriculture/Forestry/Fishing
08 08	Industry	1A2f Industry-Other by default
08 09	Household and gardening	1A4b Small combustion-Residential
08 10	Other off-road	1A3e Transport-Other

CORINAIR / SNAP classification	IPCC classification
09 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	
09 02 Waste incineration Items 09.02.01 and 09.02.02 Items 09.02.03 and 09.02.06 Items 09.02.04 to 09.02.05 and 09.02.07 to 09.02.08	6C Waste-Incineration 1B2c Fugitive emissions from fuels-Oil and natural gas/Flaring 6C Waste-Incineration
09 04 Solid Waste Disposal on Land 09 04 01 Managed Waste Disposal on Land 09 04 02 Unmanaged Waste Disposal Sites 09 04 03 Other	6A1 Waste-Solid waste disposal on land-Managed Disposal 6A2 Waste-Solid waste disposal on land-Unmanaged Sites 6A3 Waste-Solid waste disposal on land-Other
09 07 Open burning of agricultural wastes (except 10.03)	6C Waste-Incineration
09 09 Cremation Items 09.09.01 to 09.09.02	6C Waste-Incineration
09 10 Other waste treatment 09 10 01 Waste water treatment in industry 09 10 02 Waste water treatment in residential and commercial sect. 09 10 03 Sludge spreading 09 10 05 Compost production 09 10 06 Biogas production 09 10 07 Latrines 09 10 08 Other production of fuel (refuse derived fuel,...)	6B1 Waste-Wastewater treatment/Industrial 6B2 Waste-Wastewater treatment/Domestic and commercial 6D Waste-Other 6D Waste-Other 6D Waste-Other 6B2 Waste-Wastewater treatment 6C Waste-Incineration
10 AGRICULTURE	
10 01 Cultures with fertilizers Items 10.01.01 to 10.01.02 and 10.01.04 to 10.01.06	4D Agriculture-Agricultural soils 4C Agriculture-Rice cultivation
10 01 03 Rice field	
10 02 Cultures without fertilizers Items 10.02.01 to 10.02.02 and 10.02.04 to 10.02.06	4D Agriculture-Agricultural soils 4C Agriculture-Rice cultivation
10 02 03 Rice field	
10 03 On-field burning of stubble, straw,...	Agriculture-Field burning of agricultural wastes
10 03 01 Cereals	4F1 Agriculture-Field burning of agricultural wastes-Cereals
10 03 02 Pulse	4F2 Agriculture-Field burning of agricultural wastes-Pulse
10 03 03 Tuber and Root	4F3 Agriculture-Field burning of agric. wastes-Tuber and Root
10 03 04 Sugar Cane	4F4 Agriculture-Field burning of agric. wastes-Sugar Cane
10 03 05 Other	4F5 Agriculture-Field burning of agricultural wastes-Other
10 04 Enteric fermentation	
10 04 01 Dairy cows	4A1a Agriculture-Enteric fermentation/Cattle/Dairy
10 04 02 Other cattle	4A1b Agriculture-Enteric fermentation/Cattle/Non-dairy
10 04 03 Ovines Items 10.04.04 and 10.04.12	4A3 Agriculture-Enteric fermentation/Sheep
10 04 05 Horses	4A8 Agriculture-Enteric fermentation/Swine
10 04 06 Mules and asses	4A6 Agriculture-Enteric fermentation/Horses
10 04 07 Goats Items 10.04.08 to 10.04.10	4A7 Agriculture-Enteric fermentation/Mules and asses
10 04 13 Camels Items 10.04.11 and 10.04.15	4A4 Agriculture-Enteric fermentation/Goats
10 04 14 Buffalos	4A9 Agriculture-Enteric fermentation/Poultry 4A10 Agriculture-Enteric fermentation/Other 4A5 Agriculture-Enteric fermentation/Camels and llamas 4A2 Agriculture-Enteric fermentation/Bufalos

CORINAIR / SNAP classification	IPCC classification
10 05 Manure management regarding Organic compounds	
10 05 01 Dairy cows	4B1a Agriculture-Manure management/Cattle/Dairy
10 05 02 Other cattle	4B1b Agriculture-Manure management/Cattle/Non-dairy
Items 10.05.03 and 10.05.04	4B8 Agriculture-Manure management/Swine
10 05 05 Sheep	4B3 Agriculture-Manure management/Sheep
10 05 06 Horses	4B6 Agriculture-Manure management/Horses
Items 10.05.07 to 10.05.09	4B9 Agriculture-Manure management/Poultry
Items 10.05.10 and 10.05.15	4B13 Agriculture-Manure management/Other
10 05 11 Goats	4B4 Agriculture-Manure management/Goats
10 05 12 Mules and asses	4B7 Agriculture-Manure management/Mules and asses
10 05 13 Camels	4B5 Agriculture-Enteric fermentation/Camels and llama:
10 05 14 Buffalos	4B2 Agriculture-Enteric fermentation/Buffalos
10 06 Use of pesticides and Limestone	
Items 10.06.01 to 10.06.04 (CO ₂ from liming only)	5D CO ₂ Emissions and removals from soil
10 09 Manure management regarding Nitrogen compounds	
10 09 01 Anaerobic	4B10 Agriculture-Manure management-Anaerobic
10 09 02 Liquid Systems	4B11 Agriculture-Manure management-Liquid Systems
10 09 03 Solid Storage an dry lot	4B12 Agriculture-Manure management-Solid Storage
10 09 04 Other	4B13 Agriculture-Manure management-Other
11 OTHER SOURCES AND SINKS	
11 01 Non-managed broadleaf forests	- Not allocated
11 02 Non-managed coniferous forests	- Not allocated
11 03 Forest and other vegetation fires	- Not allocated
11 04 Natural grassland and other vegetation	- Not allocated
11 05 Wetlands (marshes - swamps)	4D N ₂ O from Leakage of N into Waters
11 06 Waters	4D N ₂ O from Leakage of N into Waters
11 07 Animals	- Not allocated
11 08 Volcanoes	- Not allocated
11 09 Gas seeps	- Not allocated
11 10 Lightning	- Not allocated

Anexo III. Escenario de Nivel de Eficiencia Congelado (NEC).

Se presenta con más detalle cómo se ha construido el escenario NEC. Tal y como se explica en la metodología del estudio, es necesario para obtener el Escenario 30%

Necesitamos un escenario de referencia para identificar las emisiones absolutas de GEI que deben evitar lanzarse en la atmósfera para alcanzar el objetivo del 30% en 2020. Idealmente, el escenario de referencia se describe en un nivel de detalle tal que los supuestos sobre indicadores útiles en todos los sectores son conocidos (ej. intensidad de combustible de vehículos de pasajeros en el año 2020). Sin embargo, este no es el caso del escenario “con medidas” contenido en la 4ª CNDE, en el cual no es posible saber qué medidas específicas ya se han incluido y la proyección asociada dentro de un periodo determinado. El nivel de detalle deseado sería, por ejemplo, mejorar la eficiencia de los vehículos de pasajeros de 7 L/100km a 5 L/100km en el 50% del parque de vehículos de 2020. Esta deficiencia dificulta el análisis de potenciales restantes por sector.

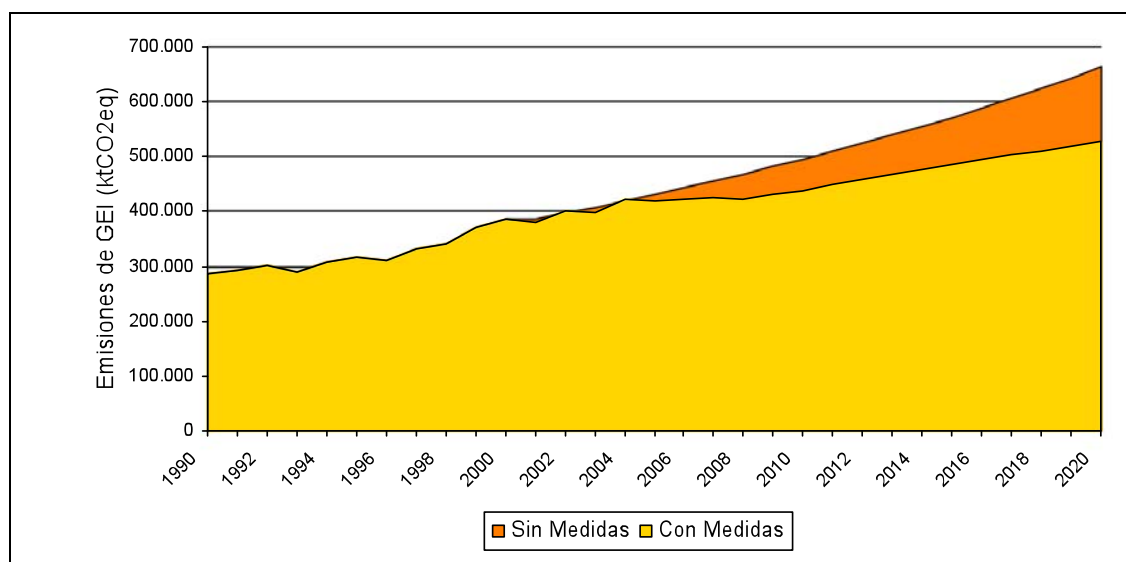
Para resolver este problema se necesita construir un escenario de emisiones ficticio que en este estudio se llamará “nivel de eficiencia congelado (NEC)”. Este nivel ficticio representa una situación en la cual la intensidad de emisiones actuales se mantiene constante hasta el 2020. De esta forma se proyecta la situación hasta el 2020 asumiendo que solamente el PIB crecerá y que la eficiencia no mejorará (siguiendo con el ejemplo, se asume que el vehículo de pasajeros de mantiene la eficiencia de 7 L/100km y que el número de automóviles se incrementa proporcionalmente al crecimiento económico). De este modo se pueden reducir las emisiones aplicando todas las medidas posibles (por ejemplo que todos los automóviles tengan una eficiencia de 5 L/100km en el año 2020) y obtener el escenario 30%.

En el estudio entonces se reducen las emisiones respecto al NEC. El NEC corresponde al escenario “sin medidas” de la 4ª CNDE. Sin embargo, lo que se quiere es compararlas con el escenario “tendencial” (escenario que tiene en cuenta el efecto de las PP&M aprobadas hasta agosto de 2008). En consecuencia se comparará el escenario 30% (calculado con referencia al NEC) con el efecto de PP&M existentes. El resultado es un estimativo de las medidas adicionales necesarias.

Según la 4ª CNDE las emisiones de GEI proyectadas en 2020 con un escenario sin medidas podrían alcanzar los 662 Mt CO_{2eq}. Con el efecto de las medidas aprobadas hasta 2004 como se ilustra en la siguiente tabla este valor se reduce a 529 Mt CO_{2eq}, es decir una reducción de aproximadamente el 20%.

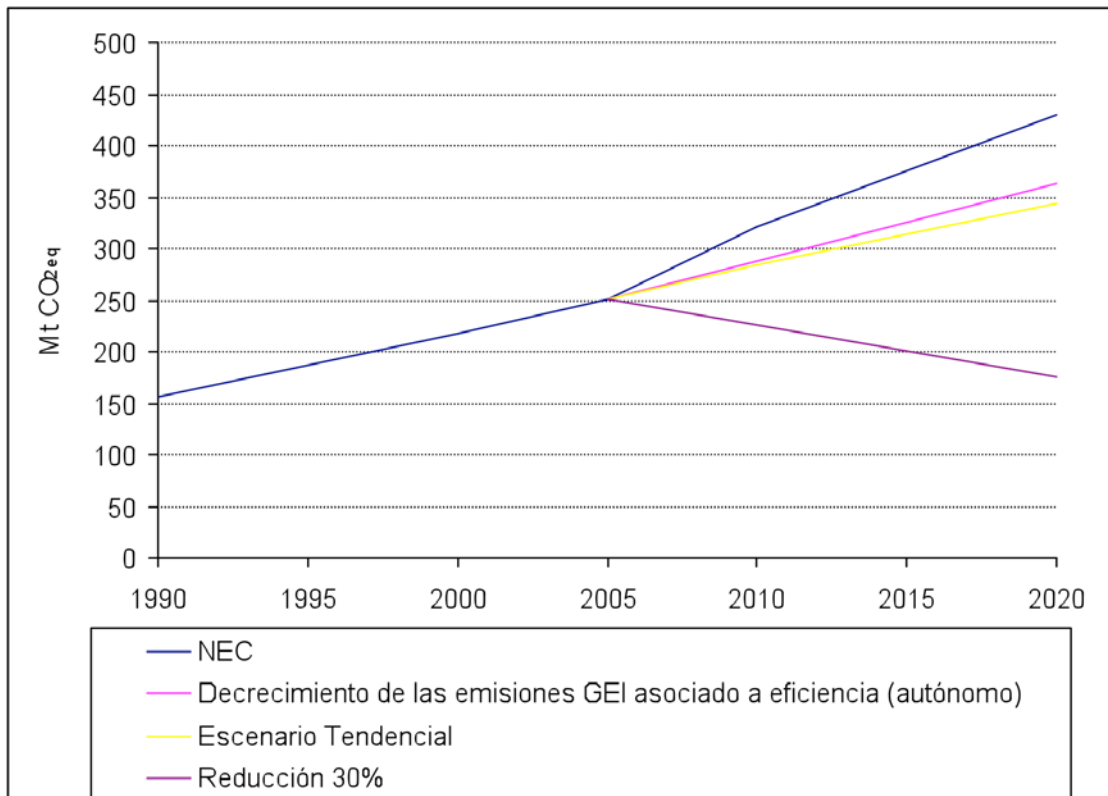
Tabla 1: Efectos de las PP&M de la Cuarta CNDE en las proyección de emisiones de GEI en 2020

Emisiones de GEI en 2020 según la Cuarta CNDE							
	CH4	CO2	HFC	N2O	PFC	SF6	TOTAL (ktCO _{2eq})
Escenario "con medidas"	37.965	459.255	6.256	24.897	391	166	528.930
Escenario "sin medidas"	60.714	528.139	28.097	44.203	954	292	662.398
Reducción (%)	37%	13%	78%	44%	59%	43%	20%
Reducción (tCO _{2eq})	22.749	68.884	21.841	19.306	563	126	133.468

Figura 3. Escenarios de emisiones de GEI (1990-2020)

Elaboración propia. Fuente: Cuarta CNDE

La figura 4 muestra diferentes escenarios de crecimiento de las emisiones difusas de CO_{2eq}, el NEC y el escenario tendencial corresponde al escenario "con medidas", ajustado para las emisiones difusas. Entre ambas líneas de tendencias, queda ilustrado un escenario de decrecimiento de las emisiones GEI asociado a la mejora de eficiencia (autónomo), debido a la sustitución natural de equipos viejos por otros de nuevos, los cuales tienen una mejor eficiencia. Con sustitución natural se quiere decir que no es a causa de ningún programa de renovación, si no que la sustitución viene por causas naturales como necesidad del aumento de capacidad, o que el equipamiento llegue al fin de su vida útil y necesite ser repuesto. Estos escenarios quedan comparados con el Escenario 30% propuesto por WWF España.

Figura 4. Emisiones relativas de CO₂eq en diferentes escenarios

Elaboración propia. Fuente: CNDE y cálculos propios

Anexo IV. Descripción PP&M existentes de lucha contra el cambio climático en sectores difusos.

Se amplía la información al respecto que se han evaluado en el marco de este estudio

En los siguientes apartados se listan, en forma de tablas, las políticas y medidas existentes hasta agosto de 2008 en España para la mitigación de GEI en los sectores difusos, de acuerdo con la documentación oficial disponible. Para cada uno de los planes, y reproduciendo exactamente la información oficial disponible, se resume la medida concreta, su sector y el efecto de reducción de emisiones de GEI asociado, en los casos en los que se dispone de información. Quedan excluidas de esta lista las medidas del sector forestal.

Las medidas se presentan diferenciadas por sector. Sin embargo se debe tener en cuenta que existen medidas que afectan simultáneamente a varios sectores (medidas horizontales). Como ejemplo de medidas horizontales se indica el Sistema de Compromisos Voluntarios contemplado en el Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL. Este sistema es una iniciativa conjunta del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Tiene como objetivo la reducción anual de al menos un millón de toneladas de CO_{2eq} en sectores difusos (5.000 para el periodo 2008-2012). El sistema comenzó a funcionar en abril de 2008.

Otro aspecto a tener en cuenta, con el fin de evitar la doble contabilidad, es que algunos planes se derivan o están incluidos en otros. Algunos ejemplos son:

- El Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia española de Cambio Climático y Energía Limpia, el cual incorpora dentro de las medidas el Plan de Acción de la E4 2008-2012. El Programa de Actuación 2007-2012 del Parque Móvil del Estado (PME), y el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los edificios de la Administración General del Estado (AGE). Ambos planes han sido elaborados bajo el marco de la EECCEL, y aparecen integrados en las medidas del Plan de Contratación Pública Verde.
- El Plan de Contratación Pública Verde, aprobado en enero de 2008, el cual introduce criterios ambientales en los pliegos de contratación del Estado e intenta complementar e integrar otros planes como la E4 y el PNIR. Se espera que su implantación sea completa en el año 2015.
- La presentación por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a fecha de 29 de julio del 2008, de 31 medidas para reducir el consumo energético de España. Estas medidas, que forman parte de un nuevo Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, pretenden fortalecer las medidas ya en marcha ante la escalada de los precios del petróleo. Este plan tiene como objeto ahorrar el consumo de energía en 44 millones de barriles de petróleo (6 millones toe, el 10% de las importaciones anuales a España).

La información a nivel de sector se encuentra a continuación:

IV.1) Transporte

Tabla 2. Sector Transporte: Medidas recogidas en la 4ª CNDE

Transporte	A: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes (PEIT)	Planificación de infraestructuras a medio y largo plazo, y fomento de los medios más eficientes	2020: 30 Mt
	B: Ley 48/2003, de Régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general	Bonificaciones en tasas de buques, pasaje y mercancías para potenciar el cabotaje marítimo	N.C
	C: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: sector Transporte	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-07: 14,48 Mt
	A.1: Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y del orden social	Programa PREVER para modernización del parque de vehículos	N.C ⁴
	A.1: Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y del orden social	Tipo impositivo nulo para los biocarburantes	2010: 5,9 Mt

Tabla 3. Sector Transporte: Medidas urgentes de la EECCEL y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas 2008-2012 (ktCO ₂)
1	Revisión RD 61/2006	N.C.
2	Modificación del impuesto de matriculación	N.C.
3	Planes de movilidad sostenible	N.C.
4	Evaluación de la modificación del Impuesto de Circulación	N.C.
5	Reducción de emisiones en las flotas de vehículos de la AGE	4,61
<i>Total Transporte</i>		4,61

⁴ Plan Prever, 1997-2007 (fuente: Plan VIVE)

- Permitió la retirada de más de 3,3 millones de turismos de más de diez años
- Generó un ahorro de más de 4,2 millones de toneladas de CO₂

Tabla 4. Sector Transporte: Medidas del E4mas 2008-2012 y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas (ktCO ₂)
1	Planes de Movilidad Urbana	13.208
	Actuación legislativa: Desarrollo de legislación básica sobre movilidad urbana	
	Actuación legislativa: Modelos de ordenanzas municipales sobre movilidad	
2	Planes de Transporte para Empresas	4.403
	Actuación legislativa: Desarrollo de legislación básica sobre movilidad urbana y de trabajadores	
	Actuación legislativa: Modelos de ordenanzas municipales sobre movilidad y fiscalidad de los turismos con criterios de eficiencia energética	
3	Mayor participación medios colectivos en transporte por carretera	2.641
	Actuación legislativa: Sistema de distribución de subvenciones al transporte público urbano en función de la implantación de criterios de eficiencia.	
4	Mayor participación ferrocarril	10.567
5	Mayor participación marítimo	1.762
6	Gestión de infraestructuras de transporte	22.013
	Actuación legislativa: Estudio del establecimiento de un sistema general de pago por uso de infraestructuras de transporte	
7	Gestión de flotas de transporte por carretera	4.403
	Actuación legislativa: Sistema de criterios mínimos de gestión de flotas de transporte por carretera para la concesión de licencias a empresas	
8	Gestión de flotas de aeronaves	880
9	Conducción eficiente de vehículo privado	5.283
	Actuación legislativa: Introducción de las técnicas de conducción eficiente en la evaluación para la obtención del permiso de conducción de vehículos turismo.	
10	Conducción eficiente de camiones y autobuses	5.283
11	Conducción eficiente en el sector aéreo	880
12	Renovación flota de transporte por carretera	4.403
	Actuación legislativa: Establecimiento de criterios mínimos de calidad de flotas para la concesión de licencias a empresas de transporte colectivo de viajeros, o de mercancías por carretera	
	Actuación legislativa: Desarrollo de un sistema de etiquetado de vehículos industriales.	
13	Renovación flota aérea	880
14	Renovación flota marítima	880
15	Renovación parque automovilístico de turismos	10.567
	Actuación legislativa: Desarrollo de legislación básica sobre movilidad urbana y de trabajadores	
<i>Total Transporte</i>		88.053

Tabla 5. Sector Transporte: Medidas del Plan de Contratación Pública Verde

Medidas	
1	Disminución de la contaminación atmosférica generada por los vehículos (norma EURO ⁵ , instalación de filtro de partículas)
2	38% biocombustibles respecto del total del combustible consumido por los vehículos del PME antes del fin del año 2012
	A finales del 2010 el parque de vehículos existente deberá estar adaptado para que admita el uso de biocombustibles
	A partir del 1 de enero de 2008, los coches que se adquieran para vehículos de incidencias deberán tener motor híbrido
3	Reducción del 20% del consumo total de combustibles fósiles en referencia al año 2006, para ello se deberá tener en cuenta la clasificación energética contemplada en el catálogo de automóviles del IDAE
4	Cursos de formación de conducción eficiente para todos los conductores antes del 31 de Diciembre de 2010.
5	En los eventos que realice la AGE se incentivará el uso del transporte público. En la información de los eventos se incluirá obligatoriamente información de los transportes públicos para acceder al recinto

Tabla 6. Sector Transporte: Medidas propuestas en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011

Medida	
1	Proyecto piloto de introducción de vehículos eléctricos. Objetivo de disponer de 1.000.000 vehículos eléctricos e híbridos en 2014.
2	La Administración General del Estado, establecerá un criterio de preferencia sobre los vehículos turismos de clase de eficiencia energética A.
3	20% de biocarburantes en las flotas de vehículos públicos en 2009 (avanzando al objetivo establecido del 38% en 2012)
4	Desarrollos reglamentarios necesarios para asegurar el cumplimiento del objetivo del 5,83% del consumo de biocombustibles para automoción en 2010

⁵ Reglamento Europeo por la que regula la contaminación producida por los vehículos de carretera. Actualmente, la norma en vigor es la EURO 4 aunque ya han sido aprobadas la EURO 5 y la 6, que serán aplicables en 2009 y 2014 respectivamente.

Medida	
5	<p>Plan Vive, 2008-2010: Vehículo Innovador-Vehículo Ecológico. Resolución de 27 de junio de 2008 por el que se establece la normativa reguladora de los préstamos previstos en el Plan elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la renovación del parque automovilístico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pretende rejuvenecer el parque automovilístico español relativo a vehículos de más de 15 años por otros nuevos menos contaminantes • El nuevo vehículo ha de tener un precio inferior a 20.000 € y emitir como máximo: <ul style="list-style-type: none"> ○ 120 g CO₂/km (Vehículo Ecológico) ○ 140 g CO₂/km siempre que incorpore sistemas de control electrónico de estabilidad y detectores presenciales en plazas delanteras (Vehículo Innovador) • Se estima la retirada de 240.000 vehículos • Se estima una reducción de 200.000 toneladas de CO₂ anuales, valoradas económicamente en más de 5 millones de euros al año • Se estima un ahorro de combustible de 80 millones de litros, que equivale a unos 700.000 barriles de petróleo anuales. A precio actual del barril (85 €), se espera un ahorro en importaciones de 56 millones de euros anuales • Presupuesto de 1.200 millones de euros distribuidos así: <ul style="list-style-type: none"> ○ 2008: 200 Millones ○ 2009: 500 Millones ○ 2010: 500 Millones
6	Se exigirá una etiqueta energética a los fabricantes de vehículos que informen sobre las emisiones y el consumo energético del vehículo a adquirir
7	Propuesta para reducir los límites de velocidad en un 20% de media en el acceso a las grandes ciudades y su circunvalación y en las vías de gran capacidad. (En el plazo de 3 meses)
8	Campañas de técnicas de conducción eficiente de vehículos. Dirigidas a los ciudadanos
9	Apoyo al desarrollo de más planes de movilidad urbana sostenible (mejorar el sistema de transporte público, buscar rutas alternativas, comprar vehículos eficientes, etc.). El gobierno negociará la financiación con el Banco Europeo de Inversiones
10	Se incorporarán criterios de eficiencia energética a la hora de determinar la aportación de la Administración Central en la financiación del transporte público de los Ayuntamientos.
11	Se exigirá a los operadores de red de telefonía móvil garantizar la cobertura en la red de metro de todas las ciudades españolas.
12	Extensión del horario de apertura del metro durante los fines de semana. Acuerdos con las Comunidades Autónomas y las Corporaciones Locales correspondientes.
13	Promoción del uso de la bicicleta en transporte urbano. Apoyo a la implantación de sistemas de bicicletas de uso público y carriles bici urbanos. Acuerdos con las Entidades Locales
14	Carriles reservados BUS-VAO ⁶ para transporte colectivo de viajeros. Para ciudades con más de quinientos mil habitantes, con horizonte en 2012
15	La Administración General del Estado contará con planes de movilidad de trabajadores de los centros con más de 100 trabajadores, estableciendo, entre otras medidas, rutas de autobuses en función de los domicilios de los trabajadores.
16	Reducción de la longitud de las rutas aéreas comerciales hasta un máximo del 10%, mediante la optimización de las rutas aéreas utilizando los pasillos del espacio aéreo del Ministerio de Defensa.

⁶ El objetivo de los carriles bus-VAO (acrónimo de vehículos de alta ocupación) es abrir una vía fluida al transporte público y a los vehículos privados con más de un pasajero

Otras políticas dentro del sector Transporte que han de mencionarse son:

- Plan de Energías Renovables 2005-2010: 5,83 % de biocombustibles sobre el consumo de gasolina y gasóleo para el transporte en el año 2010 (sustituye al PFER cuyo objetivo era una participación del 5,25%)
- Revisión Estratégica del Sector de la Energía (enero 2007) de la Comisión Europea: empleo mínimo del 10% de biocombustibles en el Transporte en 2020. Con ello se estima que se podrían evitar 9.7 millones de toneladas de CO₂ en España en 2020.

IV.2) Industria

Tabla 7. Sector Industria: Medidas recogidas en la 4ª CNDE

Sector	Denominación	Medida ⁷	Efecto ⁸
Industrial	A: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: sector industrial	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-2007: 2,44 Mt
	B: Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación	Aplicación de las mejores técnicas disponibles	N.C
	C.1: Programa de Fomento de la Investigación Técnica	Ayudas públicas para estimular a las empresas y a otras entidades para actividades I+D+i tecnológico	N.C
	C.2: Programa Ingenio 2010	Refuerzo del I+D+i	N.C

Tabla 8. Sector Industria: Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL

Medida		Emisiones Evitadas 2008-2012 (ktCO ₂)
19	Reglamento 842/2006	2.750
20	Acuerdo voluntario SF6	330
21	Acuerdo voluntario PFCs	100
<i>Total Industria</i>		3.180

⁷ Se especifica el gas al que afecta la medida en el caso de ser diferente del CO₂, o que afecte a éste a la vez que a otros gases.

⁸ N.C: No contabilizado; S.D: Sin datos

Tabla 9. Sector Industria: Medidas del PAE4 2008-2012 y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas Directas (ktCO ₂)
1	Acuerdos Voluntarios (Compromiso de las Asociaciones Empresariales para alcanzar el ahorro de energía detectado / Fomentar la adopción de medidas de ahorro por la industria)	-
2	Auditorías Energéticas (Detectar el potencial y facilitar la toma de decisión de inversión en ahorro de energía / Determinar el benchmarking de procesos)	-
3	Programa de Ayudas Públicas (facilitar la viabilidad económica de las inversiones den ahorro energético para alcanzar el potencial detectado)	24.029
4	Actuación legislativa: Inclusión de una evaluación específica de impactos energéticos en todos los proyectos de Industria	-
<i>Total Industria</i>		24.029

IV.3) Residencial, Comercial e Institucional**Tabla 10. Sector RC&I: Medidas de reducción de emisiones por sector recogidas en la 4ª CNDE**

RC&I	A.1: RD 314/2006, Código Técnico de la Edificación	Requisitos básicos de los edificios en aislamiento	S.D.
	A.2: Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios	Requisitos básicos de las dotaciones de los edificios	S.D.
	A.3: RD 47/2007, de Certificación Energética de Edificios	Clasificar energéticamente los edificios nuevos y rehabilitados	S.D.
	B.1: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: subsector edificación	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-07: 3,99 Mt
	B.2: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: subsector servicios públicos	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-07: 0,51 Mt
	B.3: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: subsector equipamiento residencial y de oficinas de informática	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-07: 2,44 Mt

Tabla 11. Sector RC&I: Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas 2008-2012 (ktCO ₂)
1	Ahorro y eficiencia energética y energías renovables en los edificios de la AGE	1.125
2	Estrategia de eficiencia energética en el ciclo de vida del sector de la Edificación	<i>En estudio</i>
<i>Total Residencial, Comercial e Institucional</i>		1.125

Tabla 12. Sector RC&I: Medidas del PAE4 2008-2012 y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas Directas (ktCO ₂)	
Servicios Públicos	1	Estudios y auditorías de la Eficiencia Energética de las instalaciones de Ayuntamientos y Empresas Públicas	-
	2	Cursos de Formación Energética para técnicos municipales	-
	3	Mejora de la Eficiencia Energética en Instalaciones de abastecimiento y depuración de agua.	1.014
	<i>Subtotal Servicios</i>		1.014
Edificación	4	Rehabilitación de la envolvente de los edificios existentes: Promover las actuaciones sobre la envolvente térmica de los edificios con objeto de reducir la demanda energética en calefacción y refrigeración.	5.232
	5	Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes. La sustitución de equipos de producción de calor y frío, de movimientos de fluidos e incorporación de sistemas de enfriamiento gratuito y de recuperación térmica.	6.452
	6	Promover la construcción de nuevos edificios y la rehabilitación de existentes con alta calificación energética mediante una Línea de Apoyo económico a los edificios que obtengan una calificación energética A y/o B	5.322
	7	Revisión de las exigencias energéticas en la normativa edificatoria	598
<i>Subtotal Edificios</i>		615.006	
<i>Total RC&I</i>		616.020	

Tabla 13. Sector RC&I: Medidas del Plan de Contratación Pública Verde

Medidas	
1	Ahorro energético del 9% antes del fin de 2010 y del 20% a finales de 2016 (de acuerdo con el PAEE-AGE ⁹)
2	Se prevé la elaboración de un Código de Calidad y Ecoeficiencia para el Mantenimiento y Obras Menores de Edificios

Tabla 14. Sector RC&I: Medidas propuestas en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011

Medida	
1	Limitación de la temperatura en el interior de los edificios climatizados de uso no residencial y otros espacios públicos, excluyendo los hospitales y otros centros que requieran condiciones ambientales especiales. La temperatura no podrá bajar de 26° en verano, ni ser superior a los 21° s en invierno.
2	Ahorro energético en el sector Turístico. En el marco del Plan Renovación de Infraestructuras Turísticas, dotado con 500 millones de euros en 2009, se reservará una parte de esta línea para la financiación de inversiones que promuevan el ahorro energético de dichas instalaciones.
3	Modificación del Real Decreto de Edificación Energética de Edificios Nuevos para establecer la obligatoriedad de que los edificios nuevos de la Administración General del Estado alcancen una alta calificación energética.

IV.4) Agricultura

Tabla 15. Sector agrícola: Medidas recogidas en la 4ª CNDE

Agrario	A.1: Sistema de información Geográfica Agrario (SIGA)	Seguimiento de emisiones y evaluación de medidas correctoras Gases afectados: CH ₄ y N ₂ O	N.C
	A.2: Interacción agricultura-medio ambiente	Estudios de producción de materia seca por pastos y gestión de la dieta ganadera Gases afectados: CH ₄ y N ₂ O	N.C
	B.1: Requisitos agroambientales de la PAC	Prohibición de la quema de residuos de cultivos Gases afectados: CH ₄ y N ₂ O	2005: 0,06 Mt
	B.2: Alimentación de la ganadería intensiva	Aumento de la digestibilidad Gases afectados: CH ₄	S.D.
	B.3: Producción de biomasa energética	Sustitución de combustibles fósiles por biomasa energética	2010: 7,3 Mt

⁹ PAEE-AGE: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para los edificios de la AGE

	C: Utilización agrícola del compost de lodos de depuradora y residuos urbanos	Sustitución de abonos minerales por compuestos orgánicos Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	2005: 1,3 Mt
	D.1: Programas de acción en Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos	Reducir el empleo de fertilizante mineral Gases afectados: CO ₂ y N ₂ O	2005: 1,04 Mt 2010: 1,69 Mt
	D.2: Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas	Incorporación de estiércoles y purines, reduciendo el fertilizante mineral Gases afectados: CO ₂ y N ₂ O	
	D.3: Requisitos agroambientales de la PAC	Retirada de tierras de cultivo Gases afectados: CO ₂ y N ₂ O	
	D.4: Aumento de la biomasa leñosa	Laboreo de conservación, producción integrada, forestación de tierras agrícolas, etc.	
	E.1: Plan de Acción 2005-2007 de la E4: subsector agrario	Fomento del ahorro y la eficiencia energética	2005-07: 0,17 Mt
	E2: Sumideros en la agricultura	Aumento de la captación de CO ₂	2008-2012: 5,8 Mt/año

Tabla 1. Sector agrícola: Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL

Medida		Emisiones Evitadas 2008-2012 (ktCO ₂)
1	Plan de biodigestión de purines (gas CH ₄)	8.900
2	Reducción del uso de fertilizantes nitrogenados (N ₂ O)	785
<i>Total Agricultura</i>		9.685

Tabla 17. Sector agrícola: Medidas del PAE4 2008-2012 y su efecto

Medida		Emisiones Evitadas Directas (ktCO ₂)
1	Campaña de comunicación / promoción de técnicas de uso eficiente de la energía en la agricultura	0
2	Incorporación de criterios de eficiencia energética en el Plan de Modernización de la flota de tractores agrícolas	286
	<i>Actuación legislativa: Etiquetado energético de tractores - en ejecución</i>	
3	Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión a sistemas de riego localizado	401
4	Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector Pesquero (Modificación de motores, hélices y combustibles alternativos / Proyecto Peixe Verde)	357
5	Plan de Actuaciones de Mejores Energéticas en Comunidades de Regantes: Protocolo de Auditoría energética	673

6	Mejora de la eficiencia energética de los tractores en uso mediante la ITV (Inspección Energética de Motores)	2.720
7	Migración a la Agricultura de Conservación (Siembra directa y cubiertas vegetales)	227
<i>Total Agricultura</i>		4.663

IV.5) Residuos

Tabla 18. Sector Residuos: Medidas de reducción de emisiones por sector recogidas en la 4ª CNDE

Residuos	A. Plan Nacional de Residuos Urbanos	Reducir la generación de residuos, y valorizar la materia orgánica y sus efluentes Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	N.C
	A1: Programa Nacional de Prevención	Reducir la generación de residuos Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
	A2: Programas Nacionales de Recuperación y Reciclaje, y de Residuos de Envases y Envases Usados	Aumentar la recuperación y reciclado de componentes y envases Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
	A.3: Programa Nacional de Compostaje	Compostar la materia orgánica de los residuos urbanos Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
	A.4: Programa Nacional de Valorización Energética	Aprovechamiento energético del residuo rechazado Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
	A.5: Programa Nacional de Eliminación	Gestión ambiental del rechazo no valorizable Gases afectados: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
	B: Plan Nacional de Residuos Especiales	Gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos Gases afectados: HFC	S.D.

Tabla 19. Sector Residuos: Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL

Medida		Emisiones Evitadas 2008-2012 (ktCO ₂)
1	Recuperación de biogás en vertederos ¹⁰	<i>No es medida adicional¹¹</i>

¹⁰ Actuación concreto dentro del marco, en "Recuperación de biogás en vertederos": aprobación del RD 1734/2007 por el que se regula la concesión directa de una subvención a Andalucía y Galicia para la ejecución de instalaciones de desgasificación en vertederos de residuos

Tabla 20. Sector Residuos: Medidas del Plan de Contratación Pública Verde

Medidas	
1	Asegurar mejoras ambientales generales de los edificios en casos de rehabilitación integral (Utilización de materiales reciclados, materiales fácilmente recuperables o reutilizables, inclusión en los Proyectos de un apartado de Prevención y Gestión de residuos en la ejecución de los trabajos.
2	Asegurar mejoras ambientales en el mantenimiento de los edificios
	Se pretende que a finales del 2008 todos los edificios cuenten con sistemas de recogida selectiva de residuos
	Se prevé la elaboración de un Código de Calidad y Ecoeficiencia para el Mantenimiento y Obras Menores de Edificios. Será aplicado en 3 de los Ministerios antes de 31 de diciembre de 2010, y en el 100% antes de 31 de diciembre de 2015.
3	Todas las fotocopiadoras, impresoras o equipos multifunciones que se compren antes del 31 de diciembre de 2010 deberán tener la opción de impresión a doble cara y la de poder usar papel reciclado. Todas estas mismas características las deberán tener todos los equipos en 2015
4	Mejora de la calidad ambiental de los equipos de oficina (características ambientales como criterio de adjudicación en el 100% de las compras.
5	Consumo de papel reciclado del 50% respecto al consumo total en 2010, y del 90% en 2015
6	Estabilizar el consumo de papel de oficina en el periodo 2008-2010 al consumido en 2006
	Reducción del 20% en el volumen total del consumo de papel de oficina en el periodo 2010-2015, respecto el consumido en el año 2006
7	Publicaciones de la AGE y sus Organismos Públicos en papel reciclado. Objetivo del 50% antes de 31 de diciembre de 2010 y del 90% para antes del fin de 2015
8	Reducción de un 40% de las publicaciones en soporte papel en el año 2025, respecto el año 2006
9	Sesiones formativas a los responsables de compras, archivos e imagen
	Elaboración de un Código de Buen Uso del Papel y Publicaciones y divulgación del mismo a todas las dependencias en formato electrónico antes del 31 de diciembre de 2010
10	Mobiliario de oficina y derivados de madera adquiridos con garantía y disponibilidad de recambios de 5 años. 25% para el año 2010 y 50% para el 2015
11	Material de limpieza de papel: 100% reciclados a finales de 2010
	100% de pequeños contenedores, de origen reciclado antes de 31 de diciembre de 2015
	Productos de limpieza han de ser altamente biodegradables y estar exentos de sustancias peligrosas
12	En los nuevos contratos de limpieza que se realicen, se exigirá la recogida selectiva de residuos y su depósito en los puntos limpios correspondientes.
13	En los eventos que realice la AGE, se minimizarán los residuos y se llevará a cabo su recogida selectiva

¹¹ La Recuperación de biogás en vertederos es una medida ya contemplada en otro plan, y en el Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL tan solo se indica su acción prioritaria, por lo tanto, la reducción de emisiones asociada, no se contabiliza aquí.

Tabla 21. Sector Residuos: Medidas contenidas en el Plan Nacional Integrado de Residuos

Medidas	
PNIR 2008-2015	
PNIR -Residuos Urbanos de Origen Domiciliario	
1	<p>Prevención en la generación de residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos voluntarios con los agentes económicos que participan en la cadena de envasado y comercialización (fabricantes de envases, envasadores y comerciantes o distribuidores) para fomentar la prevención de envases y residuos de envases. • Fomento del ecodiseño con fines de prevención. • Continuación y ampliación de los programas de compostaje doméstico y comunitario. • Campañas para la información y sensibilización orientadas a los consumidores, empresas y servicios para enfatizar el papel que éstos que juegan en la mayor o menor producción de residuos, en particular para reducir los residuos de envases.
2	<p>Reutilización de los residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos voluntarios para promover el uso de envases reutilizables: por ejemplo: bolsas reutilizables en comercios y grandes superficies, envases de vidrio para determinados alimentos, especialmente en el canal HORECA¹² y similares, establecimiento de SDDR¹³, etc. • Fomento de los mercados de segunda mano (electrodomésticos, muebles, ropa). • Adopción de una norma para que las administraciones adquirieran productos, en especial alimentos líquidos, en envases reutilizables en todas sus dependencias y servicios.
3	<p>Reciclaje de los residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de acuerdos voluntarios, convenios de colaboración, proyectos piloto para implantar la recogida selectiva de la fracción orgánica y de residuos verdes de parques y jardines en municipios, grandes generadores, HORECA, entornos rurales, zonas aisladas e insulares, etc. • Adopción de una norma española sobre recogida selectiva de fracción orgánica, tratamiento biológico y producción de compost de calidad. • Evaluación los sistemas de recogida de residuos implantados y otros posibles, con la finalidad de modificar o cambiar a sistemas de recogida más eficientes y que se adapten a situaciones específicas (canal HORECA, pequeñas poblaciones, entornos rurales, zonas insulares etc.) • Impulso a la recogida selectiva de medicamentos a través de las oficinas de farmacia, de ropa usada, de residuos voluminosos, de residuos de aceites vegetales, etc. • Ampliación de la red actual de puntos limpios: se dotará a todos los municipios de más de 5000 hab. antes del 2010 y a todos los de más de 2000 hab. antes de 2015. • Construcción de estaciones de transferencia hasta completar la dotación necesaria para cubrir el territorio nacional. • Campañas de información y sensibilización orientadas a enfatizar el papel que juegan los consumidores en la separación en origen de distintas fracciones de los residuos: en particular, para la fracción orgánica, el papel/cartón, vidrio y envases ligeros y otras fracciones. • Desarrollo de trabajos técnicos encaminados a optimizar el rendimiento de las plantas de compostaje y biometanización disponibles. Realización de una guía para el buen funcionamiento de estas instalaciones. • Reorientación de las instalaciones de biometanización hacia el tratamiento de la fracción orgánica recogida selectivamente. • Optimización del funcionamiento de las instalaciones de clasificación de envases para aumentar la

¹² Hostelería/Restauración/Catering¹³ Sistema de Depósito, Devolución y Retorno

Medidas	
	<p>recuperación de materiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomento del empleo de los materiales procedentes del reciclado de los residuos en sustitución de materias primas e impulso de estos productos. • Realización de una guía de aplicación del compost a los cultivos agrícolas, jardinería, etc.
4	<p>Valorización energética de los residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptación a los criterios ecológicos, energéticos y de eficiencia derivados de la legislación de la UE de las incineradoras de RU¹⁴ actualmente en funcionamiento. Clausura de las no adaptables a esa normativa. • Caracterización de la fracción de los RU destinados a valorización energética. • Establecimiento de criterios ecológicos y energéticos para la fracción de RU incinerable. • Desarrollo de trabajos técnicos encaminados a la valorización de las escorias obtenidas en el proceso de incineración. Aplicación, en su caso, de las conclusiones alcanzadas.
5	<p>Eliminación de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Continuación de la aplicación del Plan de Acción de Vertederos. • Continuación con el programa de captación de biogás en vertederos. • Adopción de medidas específicas para aplicar el artículo 11 del Real Decreto 1481/2001 sobre repercusión de los costes totales de vertido vía precios de admisión. Evaluación del coste íntegro del vertido. • Adopción de medidas específicas para el cumplimiento del artículo 12 del RD¹⁵ 1481/2001 sobre procedimiento de admisión de residuos, así como de la • Decisión 2003/33/CE por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos.
PNIR - Residuos de construcción y demolición	
6	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación y fomento del cumplimiento del RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los RCD¹⁶ en España. Se centrará en la obligación de incluir en los proyectos de obra un estudio de gestión de los RCD. Por otra parte, se evaluará y fomentará el cumplimiento de las obligaciones de separación en obra por tipos de materiales establecidas en el RD. • Adopción de planes de prevención de RCD en su ámbito de actuación por parte de las empresas constructoras, desde la óptica del conjunto de su actividad y no solamente para cada obra concreta en la que participen. • Construcción de la infraestructura necesaria para el cumplimiento de los objetivos que para RCD propone el PNIR¹⁷. • Creación de mecanismos para la casación de oferta y demanda de residuos y otros materiales reutilizables o valorizables en construcción, en particular las bolsas de excedentes de tierras y piedras limpias no contaminadas. • Elaboración de planes de acción sobre vertederos ilegales de RCD, que incluyan medidas para el cese de su actividad y clausura, legalizando en casos excepcionales aquellos que puedan adaptarse a la legislación de residuos • Análisis y fomento de la plena aplicación del art. 11 del RD 1481/2001 relativo a la repercusión vía precios de admisión de residuos de los costes totales de gestión de los RCD en vertedero.

¹⁴ Residuos Urbanos

¹⁵ Real Decreto

¹⁶ Residuos de Construcción y Demolición

¹⁷ Plan Nacional Integrado de Residuos

Medidas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Fomento de la implantación de puntos limpios para la recogida de RCD procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria • Información desde las entidades locales al ciudadano sobre buenas prácticas para la generación y gestión de los RCD de obras menores de construcción y reparación domiciliaria, así como sobre el servicio autorizado para la recogida y gestión de dichos RCD, en particular sobre la ubicación de puntos limpios y sus condiciones de aceptación de RCD. • Diseño y empleo de elementos de almacenamiento de RCD en la vía pública que impidan el depósito en ellos de residuos distintos de a los que van dirigidos. Esta medida puede ser desarrollada por las Entidades locales y las asociaciones de empresas que ofrecen el servicio de contenedores de RCD.
PNIR - Lodos de depuradora	
7	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y modificación de los anexos de la Orden 26 de octubre de 1993, del MAPA¹⁸, relativa al suministro de información sobre la gestión de LD¹⁹ por parte de los responsables de las estaciones depuradoras. Tal modificación garantizará: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mayor información sobre los tratamientos del agua residual. ○ La trazabilidad de los lodos, de forma que se conozcan las cantidades producidas de lodos y las cantidades que van a los diferentes destinos en función de su caracterización. ○ La correcta aplicación de los lodos a los suelos agrícolas • Coordinación entre los departamentos competentes en materia de Medio Ambiente, Agricultura y de Calidad de las Aguas en las diferentes Administraciones. Creación de un Grupo de Trabajo interadministrativo e intersectorial con este fin. • Establecimiento de normas y directrices comunes para mejorar la gestión de los lodos. • Realización de programas piloto para la puesta en práctica de actuaciones de prevención. Acuerdos voluntarios con los Municipios o CCAA con este fin. • Redacción y aprobación de manuales técnicos sobre: <ul style="list-style-type: none"> ○ Código de buenas practicas para la aplicación de lodos al suelo. ○ Tratamientos posibles de LD. ○ Almacenamiento de lodos. • Establecimiento de planes integrales de fertilización. • Divulgación de resultados de los proyectos de I+D+i. • Impulso a las mejoras tecnológicas y a la adquisición de experiencia o práctica a través de los Programas de I+D+i de las Administraciones.
PNIR - Residuos industriales no peligrosos	
8	<p>Prevención en la generación de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de la implantación de las MTD²⁰ en los diversos sectores industriales. • Aplicación del Art. 9.2 de la Ley 10/1998, de Residuos, a la determinación de las MTDs.
9	<p>Reutilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los RINP²¹ reutilizables. • Redacción y publicación de Guías de desmontaje y separación de ciertas fracciones de RINP para

¹⁸ Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

¹⁹ Lodos de Depuradora

²⁰ Mejores Técnicas Disponibles

²¹ Residuos Industriales No Peligrosos

Medidas	
	facilitar su reutilización.
10	<p>Reciclaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de RINP reciclables. • Redacción y publicación de un Manual sobre medidas para promover su reciclaje. • Creación e impulso a los mercados de materiales reciclables procedentes de los RINP.
11	<p>Valorización energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del RD 653/2003, de 30 de mayo, a todas las plantas que valoricen energéticamente RINP. • Redacción y publicación de un Manual sobre RINP, en el que se identifiquen los no reutilizables ni reciclables que reúnen condiciones adecuadas para su valorización energética. • Estudios tendentes a la búsqueda de posibles mezclas de RINP con otros materiales que reúnan condiciones adecuadas para la valorización energética (<i>blending</i>). • Estudio e identificación de los RINP cuya valorización energética deba ser limitada o prohibida.
12	<p>Eliminación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depósito de los RINP destinados a eliminación en vertederos autorizados que cumplan el RD 1481/2001.
13	<p>Otras medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de inventarios de RINP en todas las CCAA. • Acuerdos voluntarios Administraciones/sectores privados, para este mismo fin. • Establecimiento de un sistema de indicadores para el seguimiento de la generación y gestión de los RINP.

IV.6) Medidas transversales

Tabla 22: Medidas de reducción de emisiones que aplican a varios sectores recogidas en la 4ª CNDE

Sector	Denominación	Medida	Efecto
Varios sectores	A.3: Ley 51/2002, de reforma de la Ley 39/1998, Reguladora de las Haciendas Locales	Incentivo fiscal a empresas o personas que mejoren el medio ambiente	N.C
	B: Red de Ciudades por el Clima	Sostenibilidad urbana y lucha contra el cambio climático	N.C

Anexo V. Descripción de medidas adicionales del Escenario 30%.

Ejemplos de instrumentos que faciliten su implementación

Las medidas se dividen entre las que tienen costes adicionales y las que no tienen. Para cada una de las medidas se hace un breve descripción de la misma, y se indican el potencial de reducción de emisiones²², las PP&M existentes que afectan a la medida en cuestión, su coste específico, y una propuesta de instrumento que ayudara a la implementación de dicha medida. La última ficha por sector presenta un resumen de emisiones reducidas y costes para todas las medidas dentro de l mismo sector.

Véase el Anexo VI para más información sobre la base técnica de los potenciales de reducción y coste específico de las medidas.

El potencial de reducción se refiere al porcentaje de reducción de las emisiones del sector en el año 2020, en relación a las emisiones del escenario NEC, a no ser que se especifique a qué actividad en concreto se refiere. El potencial de reducción adicional son los mostrados bajo “Esfuerzo adicional” y “Reducción adicional”.

²² Este porcentaje de reducción es respecto la proyección de emisiones en el año 2020 en el escenario NEC

Sector Transporte

Transporte: Medidas sin costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>1.1 Utilización de vehículos con motores más eficientes en el transporte de pasajeros y mercancías</u></p> <p>Aplicación de mejoras tecnológicas para reducir el nivel de emisiones derivado tanto en el transporte de pasajeros como en el de mercancías, como motores más eficientes (p.ej. motores GDI, DISC).</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL PAE4 2005-2007 PAE4 2008-2012 Plan Vive 2008-2010</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i> 50%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 26,1% en transporte de pasajeros y mercancías</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 44,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 50%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 22,4 Mt</p>	<p>Regulación, limitación de las emisiones y del consumo de energía de los vehículos.</p> <p>Regulación, certificados energéticos de los motores.</p> <p>Regulación, aumento del impuesto sobre combustibles fósiles.</p> <p>Incentivos, Renovación del parque de vehículos.</p>	<p>T. pasajeros: -34 €/t CO₂ eq</p> <p>T. mercancías: -89 €/t CO₂ eq</p> <p>-1.304,4 M€</p>
<p><u>1.2 Optimización de la logística de transporte de mercancías</u></p> <p>La medida considera la aplicación de mejoras en la gestión del transporte, planeamiento de rutas y optimización de carga para reducir las emisiones en este sector</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL PAE4 2005-2007 PAE4 2008-2012</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i> 75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 12% en transporte de mercancías</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 11,2 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 2,8 Mt</p>	<p>Regulación, establecer guías que señalen los objetivos de mejora de embalaje y sistema de transporte por cada subsector (ecodiseño, etc).</p> <p>Regulación, aumento del peaje para camiones.</p> <p>Regulación, establecimiento de plataformas logísticas y microplataformas de distribución urbana.</p> <p>Innovación: uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación para optimizar la carga de retorno, agrupar</p>	<p>-89 €/t CO₂eq</p> <p>-249,2 M€</p>

Transporte: Medidas sin costes adicionales				
			entregas, etc.	
<p><u>1.3 Implementación de eco-conducción</u></p> <p>Aplicación de un estilo de conducción más “sostenible”. La introducción de cambios en el estilo de conducción y la actitud de los conductores conlleva reducciones en el consumo de combustible y, con ello, una reducción en las emisiones del vehículo</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL PAE4 2005-2007 PAE4 2008-2012</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>5% en transporte de mercancías y pasajeros</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 10,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 2,7 Mt</p>	<p>Regulación, establecer guías de buenas prácticas para la conducción y mantenimiento de prevención, realizar algún tipo de seguimiento de estas buenas prácticas y hacerlas obligatorias en algunos casos bajo posible sanción.</p> <p>Regulación, reducción de los límites de velocidad en las vías de acceso a las grandes ciudades e introducción de sistemas de limitación variable de la velocidad en ciertos puntos de la red viaria.</p> <p>Regulación, incorporar la “eco-conducción” en el temario y prácticas para la obtención de la licencia de conducción.</p> <p>Regulación, exámenes de “eco-conducción” periódicos a conductores profesionales (conductores de autobuses, taxistas, transportistas, profesores de autoescuela,</p>	<p>-52 €/t CO₂ eq</p> <p>-138,7 M€</p>

Transporte: Medidas sin costes adicionales				
				etc).

Transporte: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>2.1 Reducción en la demanda de transporte de pasajeros y mercancías</u></p> <p>Aplicación de diferentes estrategias con objeto de reducir las necesidades en cuanto al transporte de pasajeros y mercancías</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>PEIT 2005-2020</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>12,5% en transporte de mercancías y pasajeros</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 26,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 6,7 Mt</p>	<p>Regulación, aumento del peaje para camiones.</p> <p>Regulación, aplicación de un impuesto por km recorrido en el transporte de mercancías.</p> <p>Promoción, establecer como prioridad usar materiales o productos locales (disminuyendo la longitud de trayecto del transporte de la mercancía).</p> <p>Promoción del trabajo desde casa.</p> <p>Promoción del uso de videoconferencias.</p>	<p>En este estudio no se ha realizado una estimación de los costes asociados a esta medida²³</p>

²³ Las diferentes fuentes de literatura indican costes muy dispares. Se requiere un estudio detallado con las circunstancias locales para poder estimar un coste de esta medida, con una exactitud comparable.

Transporte: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>2.2 Transferencia modal y uso de medios de transporte público y colectivo (pasajeros).</u> Transferencia de parte del transporte de pasajeros desde los transportes privados a los públicos: ferrocarril (15%) y autobús (10%),</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>PEIT 2005-2020</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>9% en transporte de pasajeros</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 9,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 2,4 Mt</p>	<p>Incentivos, devolución de impuestos o rebajas por uso del transporte público.</p> <p>Regulación, implantación obligatoria de PMUS para municipios de determinada población.</p> <p>Regulación, integración de criterios ambientales y planes de movilidad que prioricen redes de transporte público en los nuevos desarrollos urbanísticos y en los existentes.</p> <p>Regulación, planes de Transporte obligatorios para Empresas grandes o centros de trabajo alejados del medio de transporte público (p.ej. polígonos industriales).</p> <p>Regulación, restringir el tráfico de vehículos en las zonas urbanas de mayor influencia (como centros de las ciudades).</p> <p>Desarrollo, parkings disuasorios a la entrada de las ciudades.</p>	<p>Medida modal</p>

Transporte: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>2.3 Transferencia modal (mercancías)</u></p> <p>La medida considera la transferencia de parte del transporte de mercancías por carretera a medios de transporte de menor intensidad energética, y por tanto, menos emisiones: 15% de camiones de tonelaje medio y 10% de camiones pesados al ferrocarril</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>PEIT 2005-2020</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>7% en transporte de mercancías</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 5,9 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 1,5 Mt</p>	<p>Regulación: aumento del peaje para camiones de tonelaje alto.</p> <p>Regulación, aplicación de un impuesto por km recorrido por carretera en el transporte de mercancías (según tonelaje del camión para favorecer lo más óptimo).</p> <p>Incentivos, devolución de impuestos o rebajas fiscales para fomentar el uso del ferrocarril para el transporte de mercancías.</p> <p>Inversión en la infraestructura de ferrocarriles para el transporte de mercancías.</p> <p>Desarrollo de centros intermodales ferrocarril-carretera.</p>	<p>Medida modal</p>

Transporte: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>2.4 Medidas de innovación en el transporte de pasajeros</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Incremento en el uso de tecnología de propulsión híbrida Utilización de coches con sistemas de propulsión eléctrico Cambio de combustible Uso de neumáticos de “baja resistencia de rodadura” Implementación de un sistema de monitorización de presión de neumáticos Reducción en el peso del vehículo Cambio de combustible en autobuses públicos Mejoras en el sistema de propulsión (“new power-train”) 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>PAE4 2005-2007</p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>Plan Vive 2008-2010</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>25%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>46,6% en transporte de pasajeros</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 19,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 75%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 14,6 Mt</p>	<p>Incentivos para el fomento de uso de nuevas tecnologías.</p> <p>Incentivos para el fomento de la renovación del parque de vehículos con medidas innovadoras.</p> <p>Regulación: establecer objetivos específicos, con fechas límite de implementación.</p> <p>Regulación: limitación gradual a lo largo de los años hasta el límite CERO emisiones (0g/km).</p> <p>Regulación: prohibición de motores meramente a combustión a partir de una fecha (ej: 2035).</p> <p>Regulación: establecer un mínimo de coches de propulsión híbrida o eléctrica en las autoescuelas grandes.</p> <p>Incentivos para las autoescuelas pequeñas que adquieran vehículos de propulsión híbrida o eléctrica.</p>	<p>26 €/t CO₂ eq</p> <p>380,6 M€</p>

Transporte: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>2.5. Medidas de innovación en el transporte de mercancías</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción de la fricción de rodadura Mejoras en el motor 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL PAE4 2005-2007 PAE4 2008-2012 Plan Vive 2008-2010</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i> 25%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 46,6% en transporte de mercancías</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 15,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 75%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 11,6 Mt</p>	<p>Incentivos para el fomento de la renovación del parque de vehículos con medidas innovadoras.</p> <p>Regulación: establecer objetivos específicos, con fechas límite de implementación.</p> <p>Regulación: limitación gradual a lo largo de los años hasta el límite CERO emisiones (0g/km).</p> <p>Regulación: prohibición de motores meramente a combustión a partir de una fecha (ej: 2035).</p>	<p>26 €/t CO₂ eq</p> <p>302,6 M€</p>
<p><u>2.6 Uso de biocombustibles</u></p> <p>Substitución de combustibles fósiles en el transporte por carretera por biocombustibles con el objetivo de que éstos representen un 15% en 2020</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PER 2005-2010</p> <p>Revisión Estratégica del Sector de la Energía de la CE</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i> 75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 10,5% en transporte de pasajeros y mercancías</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 18,0 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 4,5 Mt</p>	<p>Regulación: establecer objetivos específicos de porcentaje de uso para cada subsector (público, industrial, comercial).</p> <p>Regulación: establecer los mínimos requerimientos de eficiencia de motores o equipos de biocombustibles.</p> <p>Regulación: prohibición de motores que no funcionen con mezcla con biocombustibles.</p>	<p>40 €/t CO₂ eq</p> <p>179,5 M€</p>

Sector Residencial, Comercial e Institucional

Edificios (RC&I) : Medidas sin costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>3.1. Reducción de la demanda energética, mejora de la gestión energética y mayor utilización de equipos de calefacción eficientes en el sector RC&I</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Equipos eficientes para calefacción por combustión Sistemas de manejo de energía en edificaciones (SMEE) para calefacción de espacios Mejoras en los sistemas de aislamiento de paredes exteriores Mejoras en el aislamiento de techos Sistemas avanzados de calefacción residencial: calderas de condensación 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>PAE4 2005-2007</p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>CTE</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>26,1% en edificios existentes</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 7,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 1,9Mt</p>	<p>Incentivos para la realización de auditorías energéticas en empresas y la incorporación de equipos energéticos más eficientes.</p> <p>Regulación: instalación de contadores de energía por uso en edificaciones nuevas.</p> <p>Regulación: inspecciones sin previo aviso en grandes edificios y multar aquellas con una temperatura superior a 25°C en modo calefacción.</p> <p>Regulación: certificados energéticos.</p> <p>Regulación: normas de consumo energético y eficiencia mínima en calderas.</p> <p>Regulación: directrices de compras de equipos con alta eficiencia energética.</p> <p>Regulación. “Puesta de fuera de servicio” de tecnologías ineficientes en instalaciones de calefacción.</p>	<p>Residencial:</p> <p>-67 €/t CO_{2eq}</p> <p>C&I</p> <p>-98 €/t CO_{2eq}</p> <p>-147,6 M€</p>

Edificios (RC&I): Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>4.1 Reducción de la demanda energética vía remodelación de edificios e incorporación de tecnologías avanzadas en el sector RC&I</u></p> <p>Remodelación de los edificios del sector residencial</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejoras en el aislamiento de fachadas, techos y paredes exteriores Mejoras en el acristalamiento 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCCEL</p> <p>PAE4 2005-2007</p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>CTE</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>41,4% en edificios existentes (aplicado junto a medida 5.1)</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 4,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 1,1Mt</p>	<p>Incentivos para actividades de remodelación a través de préstamos o reducción de impuestos.</p> <p>Regulación: simplificación de los trámites administrativos.</p> <p>Regulación, modificación del Código Técnico de la Edificación.</p> <p>Regulaciones más específicas y detalladas en cuanto al uso de materiales en la remodelación.</p> <p>Regulación: Construcciones antiguas: metas graduales para renovación de construcciones existentes.</p>	<p>Residencial:</p> <p>20 €/t CO_{2eq}</p> <p>C&I</p> <p>138 €/t CO_{2eq}</p> <p>64,6 M€</p>

Edificios (RC&I): Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>4.2 Edificios “super-aislados”</u></p> <p>Construcción de edificios nuevos “super-aislados” tanto para viviendas nuevas como para edificaciones en el sector Comercial e Institucional</p>	<p>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</p> <p>-</p> <p>Estimación de reducciones ya cubiertas:</p> <p>-</p>	<p>Potencial de reducción:</p> <p>63% en nuevas construcciones CI</p> <p>58%²⁴ en nuevas viviendas</p> <p>Emisiones reducidas: 6,5 Mt</p> <p>Esfuerzo adicional: 100%</p> <p>Reducción adicional: 6,5 Mt</p>	<p>Regulación: establecer una regulación específica para el desarrollo de este tipo de edificaciones, que sea aplicativo para distintos sectores (comercial, vivienda, industrial).</p> <p>Regulación, modificación del CTE para recoger los requisitos de construcción de edificios “súper-aislados”.</p> <p>Incentivos fiscales y administrativos: Reducción de impuestos y trámites para el nuevo establecimiento de este tipo de edificaciones.</p> <p>Incentivos, dotación de ayudas económicas para la adquisición de viviendas / establecimientos “super-aislados”</p> <p>Regulación, Directrices con estándar cero emisiones para nuevas construcciones (y renovación) de edificios de la administración (estado, comunidades, ...)</p>	<p>Residencial:</p> <p>200 €/t CO_{2eq}</p> <p>C&I</p> <p>81 €/t CO_{2eq}</p> <p>1.030,3 M€</p>

²⁴ El potencial detectado es de 63%, tal y como se presenta en la explicación técnica en el Apéndice V. Para viviendas se ha bajado a una reducción del 58% para conseguir en el conjunto una reducción total del 30%. Con este cambio se reduce la implantación de estos edificios del 60% en viviendas nuevas, al 35%.

Edificios (RC&I): Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>4.3 Uso de biomasa sostenible para demanda de calefacción en edificios</u></p> <p>Utilización de biomasa para cubrir parte de la demanda de energía térmica de los edificios</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PER 2005-2010</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>25%</p>	<p><i>Potencial de reducción: 7,5%</i></p> <p><i>Emisiones reducidas: 1,6 Mt</i></p> <p><i>Esfuerzo adicional: 75%</i></p> <p><i>Reducción adicional: 1,2 Mt</i></p>	<p>Incentivos, para el uso de instalaciones de biomasa que funcionen en régimen CHP.</p> <p>Regulación, establecer objetivos específicos de porcentaje de uso por cada tipo de edificación</p> <p>Regulación, establecer una guía con los mínimos requerimientos de eficiencia de calderas de biomasa</p>	<p>20 €/t CO_{2eq}</p> <p>24,4 M€</p>

Sector Industrial

Industria (no considerada en el comercio de emisiones): Medidas sin costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>5.1. Mejoras técnicas y de gestión de proceso</u></p> <p>Mejora de la eficiencia energética, por ejemplo con la integración de flujos de calor (metodología <i>Pinch</i>) y con un mejor control del proceso</p>	<p>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</p> <p>PAE4 2005-2007</p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p>Estimación de reducciones ya cubiertas: 75%²⁵</p>	<p>Potencial de reducción: 12%</p> <p>Emisiones reducidas: 10,1 Mt</p> <p>Esfuerzo adicional: 25%</p> <p>Reducción adicional: 2,5 Mt</p>	<p>Incentivos, exenciones fiscales para industrias que promuevan la eficiencia energética en sus procesos productivos</p> <p>Incentivos, para la aplicación de trigeneración</p> <p>Incentivos para cogeneración de potencia menor a 20MW (mayores para los de menor potencia).</p> <p>Regulación, obligación de un sistema de “Gestión de Energía” certificado</p> <p>Regulación, obligación de recuperación de calor</p> <p>Regulación, definición de estándares de eficiencia energética para nuevas plantas</p>	<p>-31 €/t CO₂ eq</p> <p>-78,5 M€</p>

²⁵ Este porcentaje sale también de tenerse en cuenta que algunos sectores pasarán a formar parte del RECDE

Industria (no considerada en el comercio de emisiones): Medidas sin costes adicionales				
<p><u>5.2. Promoción de la biomasa sostenible en usos térmicos</u></p> <p>Substitución de combustibles fósiles por biomasa en la producción de calor para usos industriales</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PER 2005-2010</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 5%</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 2,7 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 0.7 Mt</p>	<p>Incentivos, para la adquisición de calderas de biomasa</p> <p>Regulación, establecer guías para el uso del suelo inactivo para la producción de biomasa.</p> <p>Regulación, aprobar ley nacional que establezca el uso de un porcentaje mínimo de biomasa sostenible como combustible en el sector industrial</p>	<p>-44 €/t CO₂ eq</p> <p>-29,2 M€</p>

Industria (no considerada en el comercio de emisiones): Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>6.1 Mejoras tecnológicas en los procesos y equipos avanzados</u></p> <p>Aplicación de mejoras tecnológicas en los diferentes procesos industriales para reducir el consumo de combustible</p> <ul style="list-style-type: none"> Síntesis de amonio a baja presión (fertilizantes) Integración de la turbina de gas (petroquímico) Mejoras en la técnica de fundición y diseño del horno (vidrio) 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAE4 2005-2007 PAE4 2008-2012</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>25%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 8%</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 6,8 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 75%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 5,1 Mt</p>	<p>Incentivos, exenciones fiscales para industrias que promuevan la eficiencia energética en sus procesos productivos</p> <p>Incentivos fiscales, en el área de I+D, para fomentar tecnología nacional más accesible, y su correspondiente formación para el personal</p>	<p>40 €/t CO₂ eq</p> <p>202,6 M€</p>
<p><u>6.2 Eficiencia en el uso de materiales y reciclado</u></p> <p>Incremento en el reciclado de materiales dentro de los procesos industriales</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Ecodiseño (IDAE)</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>25%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 17%</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 14,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 75%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 10,9 Mt</p>	<p>Regulación, implementar una guía de gestión de materiales: política empresarial de reutilización, reciclaje y aprovechamiento energético</p> <p>Regulación, establecer el porcentaje adecuado para el uso de materiales reciclados (establecimiento de un porcentaje mínimo obligatorio)</p>	<p>40 €/t CO₂ eq</p> <p>435,5 M€</p>

Industria (no considerada en el comercio de emisiones): Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>6.3 Emisiones GEI no asociadas al CO₂²⁶</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 70% de reducción de las emisiones de N₂O procedentes de la producción de ácido nítrico. • 60% de reducción de las emisiones de HFC procedentes de la refrigeración • 100% de reducción de las emisiones de HFC de la producción de HCFC-22 debido al cese de su producción. 	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>Protocolo de Montreal</p> <p>Reglamento 842/2006²⁷</p> <p>Planes específicos en CCAA</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 2,8%</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 2,4 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 25%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 1,6 Mt</p>	<p>Incentivos para I+D para el desarrollo de proceso alternativos</p> <p>Regulación, establecer un estándar sobre tipos y concentraciones de emisiones más específica.</p>	<p>HFC:</p> <p>15 €/t CO₂eq</p> <p>N₂O:</p> <p>3 €/t CO₂eq</p> <p>18,6 M€</p>
<p><u>6.4 Promoción de la energía solar térmica</u></p> <p>La medida considera la utilización de energía solar para la producción de energía térmica en los procesos industriales</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>-</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>-</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i> 5%</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 2,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 100%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 2,5 Mt</p>	<p>Incentivos fiscales, rebajas en importación de tecnología y equipos eficientes.</p> <p>Regulaciones específicas para el establecimiento de plantas de producción, porcentajes de uso.</p>	<p>185 €/t CO₂eq</p> <p>465,9 M€</p>

²⁶ El potencial de reducción del Escenario 30% no tiene en cuenta las emisiones evitadas que se computarían como sectores del RECDE a partir de 2012.

²⁷ Reglamento (CE) N° 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero

Sector Residuos

La totalidad de las medidas de este sector son de carácter no costo-efectivo y, por lo tanto, tienen un coste adicional.

Residuos: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>7.1 Reducción de emisiones en vertedero</u></p> <p>La medida considera la aplicación de mejoras técnicas para reducir y aprovechar las emisiones de GEI generadas en vertederos</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>PAE4 2005-2007</p> <p>PNIR 2008-2015</p>	<p><i>Potencial de reducción: 60%</i></p> <p><i>Emisiones reducidas: 11,6 Mt</i></p> <p><i>Esfuerzo adicional: 25%</i></p> <p><i>Reducción adicional: 2,9 Mt</i></p>	<p>Incentivos fiscales, reducción de impuestos e incentivos para mejorar la operación in situ.</p> <p>Regulación, establecer un sistema de gestión más específico de operación.</p> <p>Regulación, establecer límites de carga orgánica en vertederos.</p>	<p>29 €/t CO₂ eq</p> <p>84,4 M€</p>
<p><u>7.2 Reducción del metano en el tratamiento de aguas residuales</u></p> <p>La medida considera la aplicación de mejoras tecnológicas para reducir las emisiones derivadas del proceso de tratamiento de aguas residuales</p>			<p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>75%</p>	

Sector Agricultura

Agricultura: Medidas sin costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>8.1 Mejora en el uso y gestión de la energía y utilización de tecnologías y sistemas más eficientes</u></p> <p>La medida considera la aplicación de mejoras técnicas y de proceso para reducir el consumo de energía primaria y, con ello, las emisiones asociadas a este sector</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>50%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>26,1% en consumo energético</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 0,2 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 50%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 0,1 Mt</p>	<p>Regulación, establecer una guía de Gestión energética para la agricultura (Planes y auditorías energéticas)</p>	<p>0 €/t CO₂eq</p> <p>0 M€</p>
<p><u>8.2. Digestión anaeróbica de los purines</u></p> <p>La medida considera la utilización del proceso de digestión anaeróbica para reducir las emisiones y aprovechar el gas generado por este material</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>Regulaciones autonómicas</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>25%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>52,5% en esta actividad</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 7,3 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 75%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 5,5 Mt</p>	<p>Incentivos, subvenciones para los equipos de digestión con aprovechamiento del biogas.</p> <p>Incentivo, subvenciones para la tarifa de electricidad generada por biogas.</p> <p>Regulación, establecer guía de prácticas para la correcta gestión de los purines.</p>	<p>-27 €/t CO₂eq</p> <p>-148,1 M€</p>

Agricultura: Medidas sin costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>8.3. Reducción de CH₄ a través de la fermentación entérica a través de dietas mejoradas</u></p> <p>La medida considera la utilización de mejoras en la dieta del ganado para reducir las emisiones derivadas de los purines</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAC</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>0%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>3% en esta actividad</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 0,5 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 100%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 0,5 Mt</p>	<p>Regulación, establecer un estándar para el pienso del ganado.</p>	<p>-116 €/t CO₂eq</p> <p>-55,1 M€</p>
<p><u>8.4. Reducción de N₂O de los suelos debido a una manutención más extendida</u></p> <p>La medida considera mejoras en la aplicación de nutrientes al suelo para reducir las emisiones de nitrógeno en el mismo</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>Plan de Medidas Urgentes de la EECCEL</p> <p>PAE4 2008-2012</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>50%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>13% en los suelos</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 2,9 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 50%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 1,4 Mt</p>	<p>Regulación, establecimiento de una guía de prácticas para la correcta gestión de nutrientes en el suelo.</p>	<p>-37 €/t CO₂eq</p> <p>-53,3 M€</p>

Agricultura: Medidas con costes adicionales				
Medida	Marcos/Programas existentes	Reducción de emisiones respecto escenario NEC	Instrumentos	Coste
<p><u>9.1 Reducción de CH₄ de la fermentación entérica gracias a cambios en la dieta</u></p> <p>La medida considera la utilización de mejoras en la dieta del ganado para reducir las emisiones derivadas de los purines</p>	<p><i>Programas que contemplan el tipo de medidas presentadas:</i></p> <p>PAC</p> <p><i>Estimación de reducciones ya cubiertas:</i></p> <p>0%</p>	<p><i>Potencial de reducción:</i></p> <p>2% en esta actividad</p> <p><i>Emisiones reducidas:</i> 0,3 Mt</p> <p><i>Esfuerzo adicional:</i> 100%</p> <p><i>Reducción adicional:</i> 0,3 Mt</p>	<p>Incentivos fiscal para la subvención de pienso con las características adecuadas.</p>	<p>43 €/t CO₂ eq</p> <p>13,6 M€</p>

Anexo VI. Base técnica para la determinación de potenciales de reducción de las medidas identificadas.

Se detalla toda la información utilizada para llegar a determinar el potencial de cada una de las medidas incluidas en el Escenario 30%, incluyendo fuentes bibliográficas y suposiciones

A continuación se presenta la descripción de las cuñas de reducción de emisiones de GEI por sector indicando cómo se estimaron los costes de cada medida y los supuestos claves que se han hecho para el cálculo del escenario 30%.

Cuña 1: Sector Transporte: Medidas que no generan costes adicionales

1.1 Utilización de vehículos con motores más eficientes en el transporte de pasajeros y mercancías

La intensidad de emisiones de CO₂ para vehículos de pasajeros en EU15 fue de aproximadamente 180 gramos de CO₂ por kilómetro en 2003 (Enerdata, 2006). A largo plazo se considera la existencia de un potencial significativo para la reducción de emisiones de GEI en el sector de los vehículos de pasajeros. Vehículos con consumos por debajo de los 3 litros ge/100 kilómetros están siendo actualmente desarrollados (este consumo corresponde aproximadamente a 63 gramos por pasajero-kilómetro) (Blok, 2005). Basado en un potencial de consumo de combustible de 3 litros ge/100 kilómetros en 2050 y asumiendo una implementación lineal puede conseguirse una mejora en la eficiencia energética del 2,0% anual de forma costo-efectiva.

En el caso del transporte de mercancías, las emisiones de este sector en 2003, en EU 15, fue de 200 gramos por tonelada-kilómetro (Enerdata, 2006). Basado en un potencial de consumo de combustible de 3 litros ge/kilómetro, con un nivel de emisiones asociado de 72 gramos de CO₂ por km (WWF Reporte para Grecia) en 2050 y asumiendo una implementación lineal puede obtenerse una mejora en la eficiencia energética de 2,0% anual de forma costo-efectiva.

Se asume que la aplicación de medidas de carácter técnico pueden mejorar la eficiencia energética en el transporte en un 2,0% anual (26,1% para 2020) de una forma costo-efectiva en el transporte por carretera de pasajeros y mercancías.

Algunos ejemplos de las medidas de carácter técnico que se pueden aplicar se presentan a continuación:

- a. Mayor uso de motores GDI (siglas en inglés para inyección directa de gasolina): en este tipo de motores el combustible es introducido directamente en el cilindro (como se realiza en el caso de los motores diésel) y los tiempos de inyección se encuentran controlados de forma precisa. Estas modificaciones

permiten mejorar el control en el suministro de combustible mejorando la eficiencia en su uso, así como permite una alimentación eficiente, y una relación de compresión relativamente alta permite un buen rendimiento y respuesta por parte del motor.

- b. Mayor uso de motores DISC (siglás en inglés para inyección directa de carga estratificada): este tipo de motores representan paso más en el desarrollo de los motores GDI. El uso de esta tecnología de carga estratificada en la cámara de combustión permite una combustión más completa del combustible en presencia de un exceso de aire obteniendo un consumo más ajustado de combustible que genera una reducción en las emisiones de escape.

Aunque las medidas de mejora tecnológica que afectan al diseño de los motores requieren de una inversión inicial, también debe considerarse que estas modificaciones tienen influencia directa sobre el consumo de combustible (reduciéndolo) y, con ello, sobre la inversión a realizar durante la vida útil del vehículo.

Análisis de la relación coste-efectividad para medidas técnicas para la reducción de emisiones de CO₂ en vehículos de gasolina (Fuente: Bates Judith et al. 2001)

Medida	Inversión en la medida (€)	Ahorro anual (€ año)	Tiempo de vida (años)	Relación coste-efectividad de la medida (€/tCO ₂)
Aplicación de motores GDI	709	-91	12	-56
Aplicación de motores DISC	996	- 165	12	-119

Se ha estimado que el coste medio de estas medidas es de -34 CO_{2eq} en el caso del transporte de pasajeros y de -89 CO_{2eq} para el transporte de mercancías (incluyendo la optimización del transporte de mercancías presentada a continuación). La estimación de los costes para esta medida se han realizado en base al estudio *A low carbon vision for Greece in 2050* elaborado por Ecofys (Ecofys, 2008).

1.2 Optimización de la logística en el transporte de mercancías

La aplicación de una mejor gestión en el transporte de la carga combinada con un planeamiento de la ruta de viaje puede evitar viajes innecesarios y el transporte de cargas medio vacías. Existe una gran cantidad de información cualitativa disponible en cuanto a reducción de

kilómetros viajados aunque de forma cuantitativa dicha información muchas veces sólo se encuentra disponible de forma local (Bates et al., 2001).

La reducción total de este conjunto de medidas se estima en un máximo de 15-20 % sobre las emisiones (Bates et al., 2001). Aunque no se ha desarrollado un análisis de la rentabilidad de las medidas en la mayoría de los casos se estima que su aplicación conlleva un ahorro en los costes.

Un estudio holandés (IPM&ET, 1996; contained in Bates et al., 2001) ha estimado las posibles reducciones posibles para ocho diferentes medidas sobre la logística de las mercancías:

- Aumento del tamaño del vehículo
- Mejora en la coordinación de los operadores de transporte (particularmente en el caso del transporte intermodal, una correcta coordinación entre los diferentes operadores de cada tipo de transporte conlleva una mejora en la eficiencia del transporte de mercancías)
- Uso de materiales de embalaje reducidos y estandarizados
- Mejoras en la organización de la logística
- Contratación de operadores profesionales de transporte (el contar con profesionales correctamente preparados y capacitados dentro del sector genera una mejora en la eficiencia en el transporte de las mercancías con el consecuente beneficio asociado)
- Carga máxima
- Mejora en el planeamiento de ruta para grandes operadores
- Centros de distribución en ciudades (la correcta localización de centros de distribución de mercancías tiene efecto sobre una mejor optimización del transporte hacia los destinos dentro de los centros urbanos)

Para los objetivos de este estudio se ha considerado un potencial de implantación para 2020 en el 80% de la flota de transporte de mercancías. El potencial de implantación de esta medida y de su reducción se ha realizado teniendo en cuenta información contenida en la base de datos (TREMOVE, 2008).

La aplicación de esta medida estima una reducción del 15% de las emisiones en la flota de transporte de mercancías en 2020 considerando un potencial de implementación del 80% de la flota.

El cálculo de costes para esta medida se encuentra indicado en la medida mencionada anteriormente

1.3 Implementación de eco-conducción

Existe una clara relación entre el tipo de conducción y el consumo de combustible y, por tanto, el nivel de emisiones de un vehículo. Estudios (como el de TNO et al., 2006) han demostrado que un estilo de “eco-conducción” comparado con un estilo “normal” de conducción tiene efectos sobre el consumo de combustible del vehículo y su nivel de emisiones. Se calcula que este tipo de modificaciones en el estilo de conducción pueden generar reducciones en el

consumo de combustible de entre un 5% a un 25% (TNO et al., 2006). Un valor realista de esta reducción sería del 10% durante el primer año de conducción. A largo plazo la tasa de reducción de combustible se reduce hasta un valor del 3%.

Se considera igualmente una mejora adicional del 3% (TNO et al., 2006) gracias a la introducción de sistemas de cambio de marcha inteligentes como por ejemplo la aplicación del sistema GSI (siglas en inglés de “Indicador de Cambio de Marcha”). Este dispositivo tiene como función avisar visualmente al conductor del momento en el que debe cambiarse de marcha ayudando al conductor con un estilo de conducción más conservador, que favorece el ahorro de combustible y una conducción más suave y económica que ayudan a mejorar el consumo de los vehículos.

Con un grado de implantación de esta medida del 5% y 20% respectivamente para 2010 y 2020, consideramos una reducción en el consumo de combustible combinada del 5% en ambos años (3% debido a la “eco-conducción” y un 2% a la aplicación de cambio de marcha inteligente) (SERPEC-CC 2008).

El coste asociado a esta medida se calcula en 115 euros por conductor y vehículo (100 por el curso + 15 por el sistema de cambio de marchas). Cabe considerar que con una reducción del 5% en el consumo de combustible, a largo plazo ésta es una medida viable económicamente. (SERPEC-CC 2008).

Se estima que la implementación de esta medida (que considera tanto la aplicación de eco-conducción como de un sistema de marchas inteligente) se dará en el 100% de la flota de vehículos en 2020, generando una reducción en las emisiones del 5% comparado con el nivel de eficiencia congelado.

El coste medio estimado para esta medida es de -52 €/tCO_{2eq}. La estimación de costes se ha realizado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys. (Ecofys, 2006).

Cuñía 2: Sector Transporte: Medidas que generan costes adicionales

2.1 Reducción en la demanda de transporte de pasajeros y mercancías

Se prevé que la demanda de transporte aumente en todo el mundo en los próximos años (Ecofys, 2008)²⁸.

²⁸ Global low energy demand scenarios-update 2008. Ecofys Netherlands. 2008.

Demanda del transporte de pasajeros per cápita (p-km per cápita) (Fuente: Ecofys, 2008)

Región	2005	2020
Norteamérica	20.800	23.133
Pacífico	15.200	17.933
Europa	12.900	14.266
Economías de transición	6.700	9.666

Los cálculos para 2020 provienen de una extrapolación realizada para 2050 y contenida en un informe de Ecofys (Ecofys, 2008)

La reducción en la demanda de transporte de pasajeros puede alcanzarse mediante la utilización de medidas políticas así como de incentivos fiscales que incrementen el coste de los transportes, como por ejemplo la aplicación de impuestos que graven el nivel de emisiones contaminantes según tipología de vehículo o sobre combustibles como la gasolina. Otras medidas indentificadas consideran la promoción del trabajo desde casa o estimulando el uso de video conferencias.

En el caso del transporte de mercancías una reducción en el transporte podría obtenerse mediante la aplicación de un impuesto por km recorrido como existe en Alemania. En España no existe ningún tipo de impuesto que grave los kilómetros recorridos por camiones de transporte y, por lo tanto, no se incentiva la reducción en el número kilómetros recorridos. En la actualidad Alemania cuenta con un impuesto denominado “LKW-Maut System” que grava la actividad del transporte de mercancías por carretera basándose en conceptos como la distancia conducida en kilómetros, número de ejes y la categoría de emisión del vehículo. Se ha comprobado que la aplicación de este impuesto en Alemania tiene un efecto directo en la reducción de los kilómetros recorridos en este tipo de transporte.

La aplicación de esta medida implica una reducción de un 12,5% en la demanda de transporte en 2020, tanto en el caso de mercancías como en el de pasajeros (Ecofys 2008).

Las medidas relacionadas con la demanda del transporte dependen fuertemente del comportamiento del individuo implicado en dicha medida. En la actualidad no existen estudios en los que se hayan calculado los costes asociados a este tipo de medidas. Por este motivo no existe una estimación de los costes en esta medida en particular quedando excluidos de los costes agregados por sector.

2.2 Transferencia modal y uso de medios de transporte públicos y colectivos (pasajeros)

En los siguientes gráficos se presenta tanto el consumo de energía como la fracción de pasajeros-kilómetro por tipología de transporte en 2005:

Figura 5. Intensidad energética transporte de pasajeros (Fuente: Ecofys, 2008)

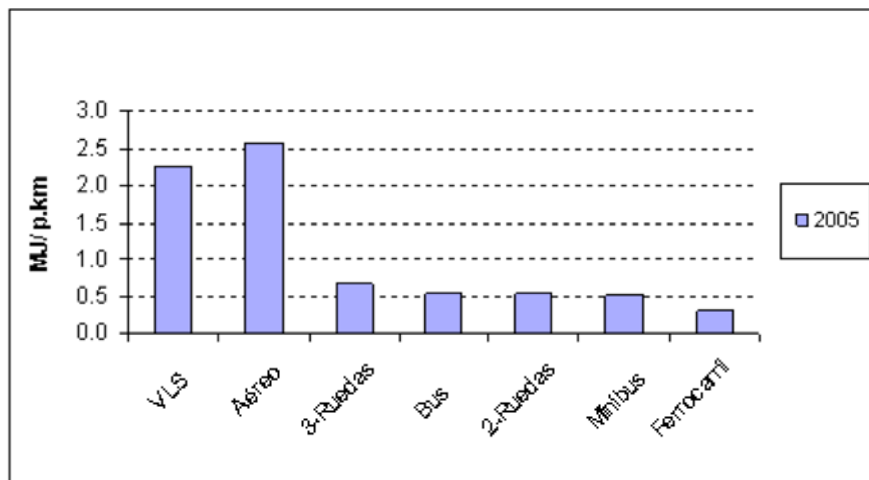
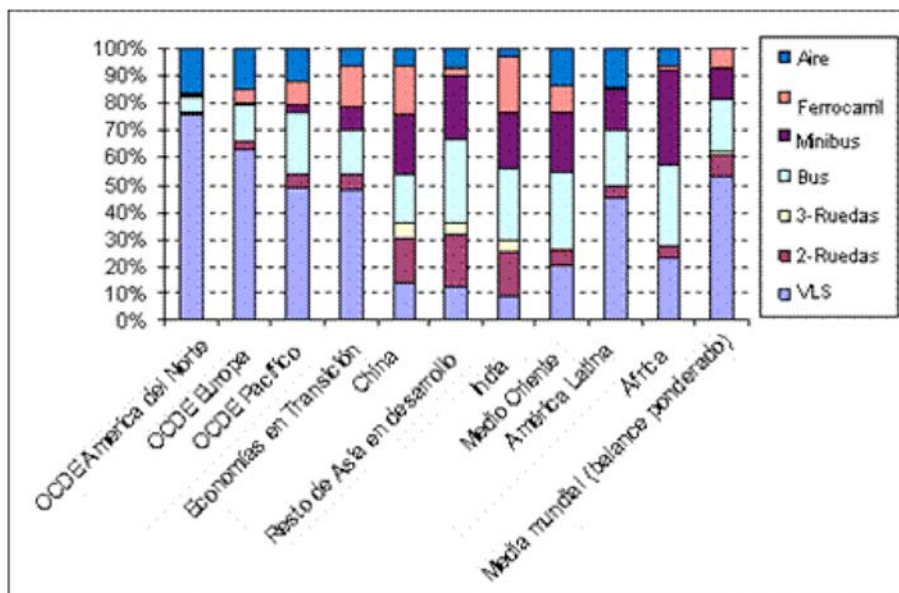


Figura 6. Fracción de pasajero-kilómetro (Fuente: Ecofys, 2008)



A la luz de los resultados presentados, los medios de transporte que presentan una mayor intensidad energética, además de presentar una mayor utilización, son el sector de vehículos ligeros de servicios²⁹ y aéreo³⁰. Para reducir la demanda energética derivada del transporte se debe transferir parte de los pasajeros desde los vehículos ligeros de servicio a un medio de menor intensidad energética como el tren o el autobús.

Para los objetivos de este estudio supondremos que 15% de los pasajeros de este sector pueden transferirse al ferrocarril y un 10% adicional puede transferirse al autobús en 2020 (Ecofys, 2008).

²⁹ Corresponde a las siglas en inglés de LDV. En el caso de Europa esta definición corresponde a los vehículos por debajo de 3500 kilogramos de peso.

³⁰ El sector de la aviación no se encuentra considerado dentro de los objetivos de este estudio.

El transporte por ferrocarril dispone de una intensidad energética 80% menor a la del transporte en automóvil. El transporte en autobús dispone de una intensidad energética 70% menor que la del automóvil (ambos comparados en función de intensidad energética por pasajero-kilómetro) (Ecofys, 2008).

Combinando los porcentajes asumidos en transferencia de pasajeros y de ahorro energético tanto para el caso del ferrocarril como el del autobús, se conseguiría una reducción de emisiones en el transporte de pasajeros del 9% para el año 2020.

2.3 Transferencia modal (mercancías)

En los siguientes gráficos se presenta tanto el consumo de energía como la fracción de toneladas-kilómetro por tipología de transporte en 2005:

Figura 7. Intensidad energética (Fuente: Ecofys, 2008)

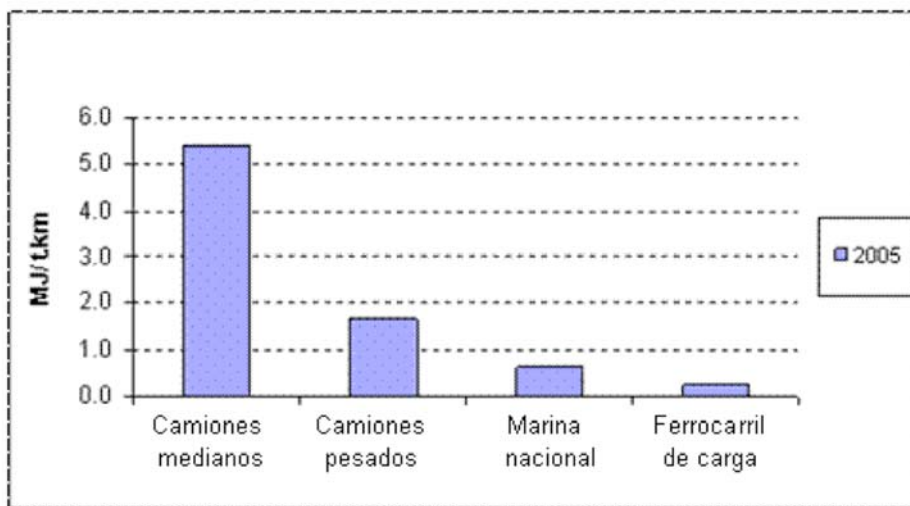
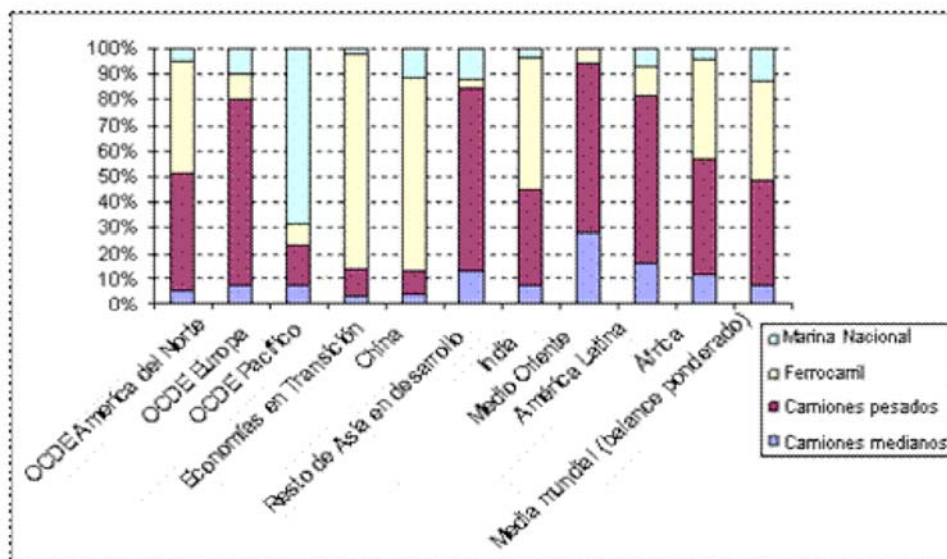


Figura 8. Porcentaje de mercancías por tipo de transporte (Fuente: Ecofys, 2008)



El objeto de esta medida es reducir la demanda energética del transporte de mercancías a través de la transferencia de carga desde transportes de elevada intensidad energética (camiones de tonelaje medio y alto) a medios de menor intensidad como el tren.

Para los objetivos de este estudio podemos suponer que el 15% del transporte de mercancías puede ser transferido desde camiones de tonelaje medio a ferrocarril así como el 10% de dicho transporte puede ser transferido desde camiones pesados a tren, en 2020 (Ecofys 2008).

El transporte por ferrocarril dispone de una intensidad energética un 90% menor que la de camiones de gran tonelaje (ambos comparados en intensidad energética por tonelada-kilómetro) (Ecofys 2008)

El potencial de reducción total para el año 2020 sería de un 7% en el transporte de mercancías.

2.4 Medidas de innovación en el transporte de pasajeros

Para el transporte de pasajeros existen dos tipos de mejoras de la eficiencia energética. El primer tipo de medida se centra en la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de propulsión actuales. Esto significa que los motores diésel, de gasolina y de GLP pueden llegar a ser más eficientes. El segundo tipo de medida es la introducción de tecnologías como los coches híbridos y los coches eléctricos.

El consumo de energía de los coches de pasajeros puede llegar a bajar a 1-2 litros ge/100km en 2050 (Blok 2005) para toda la flota. Asumiendo que la eficiencia de la flota de vehículos puede reducirse a 1.4 L ge/100 km en 2050, esto significa un potencial de mejora de la eficiencia energética de 4,1% anual y un nivel de emisiones valorado en 33,6 g CO₂/km.

En este apartado se incluyen siguientes medidas:

Incremento en el uso de tecnología de propulsión híbrida

En Europa existen diversos ejemplos de tecnologías híbridas que se encuentran disponibles en el mercado y de los cuales se dispone de datos sobre el nivel de emisión. El potencial de reducción de CO₂ de este grupo de tecnologías se encuentra entre 20-35 % (TNO et al., 2006).

Hay que indicar que el valor máximo de reducción indicado actualmente disponible en el mercado es el resultado no sólo de la tecnología híbrida sino también de mejoras en la economía de combustible derivadas de un grupo adicional de medidas, entre las que podemos incluir:

- Reducción en el peso
- Mejora en la aerodinámica
- Uso de neumáticos de reducida fricción de rodadura
- Aire acondicionado de alto rendimiento

Los valores medios disponibles en la literatura muestran que la tecnología híbrida puede obtener mejoras en la eficiencia de entre 20- 25 % (TNO et al., 2006).

Para el propósito de este estudio se considerará que el uso de la tecnología híbrida puede generar una reducción total de un 25% en las emisiones totales del vehículo.

La implementación de esta medida se ha estimado en base a información recogida en la base de datos (TREMOVE, 2008) y establece porcentaje de penetración del 5% en el mercado español en 2020.

Utilización de coches con sistema de propulsión eléctrico

De igual modo en la actualidad existen vehículos eléctricos cuya eficiencia de funcionamiento (kilómetros recorridos por MJ de energía) resulta mejor incluso que en el caso de la tecnología híbrida. Estas características les permiten disponer de un nivel de emisiones hasta un 70% inferior comparado con un vehículo de motor a combustión³¹ (alimentado por diésel o gasolina). (Eberhard et al., 2006). Ejemplo: La energía que necesita el coche eléctrico Quicc es de 0.5 MJ/km (1.4 L ge/100km).

Sin embargo, a pesar del gran potencial de ahorro de los coches eléctricos, el grado de penetración en el mercado viene limitada por diversos factores como son la necesidad de desarrollo de infraestructuras de reparación e infraestructuras para alimentación de las baterías de los coches, lo que conlleva adaptación de las redes de distribución eléctrica del país (y demás países cercanos); además de existir un factor de aceptación entre usuarios y de fiabilidad incierta (McGowan, 2008), por lo que necesita de una gran y pronta acción desde el gobierno para convertir este potencial en una realidad.

Cambio de combustible

La sustitución de gasolina por diésel o gas tiene consecuencias directas en la reducción de emisiones (directas) de CO₂ en los vehículos.

Los motores diésel disponen de una mejor eficiencia de combustible que los de gasolina puesto que no necesitan de aceleración en la carga de entrada, pueden utilizar una ratio de compresión más alta además de disponer de un ratio termodinámica mucho más favorable en cuanto a calor específico se refiere.

Los gases licuados del petróleo y el gas natural generan una reducción en las emisiones directas de CO₂ en comparación con los vehículos de gasolina gracias a una relación H/C mayor (TNO et al., 2003).

³¹ A pesar de que existe una gran reducción de emisiones por el cambio de motor de combustión a motor eléctrico, se tendría que tener en cuenta el efecto a la hora de la contabilización de emisiones difusas y emisiones del RECDE. En este sentido se tendría que, a pesar de reducir emisiones, la implantación de coches eléctricos contribuiría a un aumento de consumo de electricidad con su consiguiente efecto en las emisiones debidas a su generación, las cuales caerían dentro del RECDE. Esto sin embargo, queda fuera del alcance de este estudio.

Tabla 23: Emisiones directas de GEI de vehículos de pasajeros en alimentados por diferentes combustibles (Fuente: TNO et al., 2006)

Emisiones directas		Gasolina	Diésel	LPG ³²	CNG ³³
CO ₂	g/km	208,1	180,5	189,3	168,6
	%	100	87	91	81
CH ₄	g/km	0,009	0,004	0,007	0,074
	%	100	45	82	841
N ₂ O	g/km	0,003	0,007	0,003	0,001
	%	100	233	100	33

Uso de neumáticos de “baja resistencia de rodadura”

El uso de este tipo de neumáticos puede generar una reducción en la resistencia de rodadura de hasta el 20% que puede generar una reducción de hasta el 5% en las emisiones (se considera generalmente que una reducción del 10% en la resistencia de rodadura del neumático genera una reducción en las emisiones de 1% a 2,5%, dependiendo de las condiciones de conducción, tipo de superficie, estilo de conducción, etc.) (TNO et al., 2006).

El potencial de implantación de esta medida se estima en 56% de implantación en la flota en 2010 y del 100% en 2020. El uso de esta medida puede generar reducciones en el consumo de 2% a 5%. (SERPEC-CC 2008).

Los costes asociados a esta medida se estiman en 140€/ tonelada de CO_{2eq} reducida (TNO et al., 2006).

Implementación de un sistema de monitorización de presión de neumáticos

Este sistema es una nueva solución tecnológica concebida para reducir con el incremento en el consumo de combustible y emisiones asociadas a neumáticos desinflados. Este sistema puede montarse en todo tipo de vehículos aunque esta tecnología se encuentra en estos momentos en fase de desarrollo. Esta tecnología puede generar de media una reducción por automóvil de un 2.5% en el consumo de combustible y, por ende, en las emisiones. (TNO et al., 2006).

El potencial de implantación de esta medida se estimado en 10% y 88% para los años 2010 y 2020 respectivamente. (SERPEC-CC 2008)

Cabe destacar que este sistema es de obligada aplicación en los Estados Unidos desde septiembre de 2007. La aplicación de medidas por parte de la Unión Europea aceleraría la introducción de este tipo de sistemas en el parque de vehículos.

³² Gas licuado del petróleo

³³ Gas Natural Comprimido

Se ha calculado que los costes asociados a esta tecnología pueden estimarse entre 40 a 65 € dependiendo de si el sistema es directo o indirecto. En el caso de Europa consideramos que será el sistema directo el de mayor penetración dentro del mercado europeo debido a la mayor fiabilidad y seguridad de éstos. Es por ello que consideramos un precio de 65 € por vehículo modificado (SERPEC-CC 2008).

Reducción en el peso del vehículo

La reducción en el peso del vehículo tiene efectos directos en la reducción del consumo de combustible.

Como regla general puede establecerse que una reducción de un 10% sobre el peso de un vehículo puede generar entre 5-7% de reducción en el consumo de combustible considerando igualmente una mejora en la eficiencia de consumo del motor (WBCSD, 2004).

En caso de no existir dicha mejora en el consumo la reducción asociada a la reducción de peso puede generar un ahorro en combustible del 3-4% (IPAI, 2000 contenido en WBCSD, 2004).

Como término medio puede indicarse que una reducción de 100 kg sobre la masa del vehículo genera una reducción de 0.46 litros de gasolina por cada 100 kilómetros y una reducción de 11,04 g CO₂/km. Considerando la vida media de un vehículo la reducción asociada a esta medida se evalúa en 25,3 kilogramos de CO_{2eq} por cada kilo reducido de peso (WBCSD, 2004).

Existen dos formas de reducir el peso en un vehículo. Una de ellas es mediante cambios en el diseño relacionados con la apariencia, así como cambios en la geometría de las piezas que lo componen. Otra opción es sustitución directa los unos materiales por otros más ligeros.

Se estima que la reducción en peso de un vehículo puede localizarse entre 28-36% del peso total (WBCSD, 2004).

Si suponemos una reducción media del peso del 32%, podemos estimar una mejora en el consumo de combustible del 18% en el consumo total del automóvil (podemos asumir que debido a los continuos avances tecnológicos que se dan en los automóviles, la reducción de peso se verá acompañada con mejoras en el motor).

Cambio de combustible en autobuses públicos a gas natural

La utilización de gas natural como sustituto de la gasolina puede generar una reducción en las emisiones GEI por pasajero y kilómetro de hasta el 20%.

La utilización del gas natural como combustible es aún reducida actualmente en la flota de autobuses en España. En 2007 se contabilizaron sólo 601 autobuses alimentados por esta fuente de energía.

Los objetivos de la Unión Europea en materia de la utilización de gas natural establecen unos porcentajes de sustitución de 6%, 7% y 10% en 2010, 2015 y 2020, respectivamente (www.euractiv.com).

Para los objetivos de este estudio se asume que los mismos porcentajes pueden ser aplicados en el caso de España y, por lo tanto, un 10% de la flota de autobuses públicos puede sustituir la gasolina por gas natural.

Mejoras en el sistema de propulsión (“new power-train”)

Las mejoras en el sistema de propulsión, dentro de los objetivos de este estudio, se refieren a la combinación de mejoras tecnológicas en las características del motor por un lado y en la transmisión del automóvil por otro³⁴.

Estas mejoras pueden aplicarse tanto a la tecnología de motores de gasolina como a la de motores diésel con mejoras en la reducción de emisiones diferentes para cada tecnología. Un informe de Ecofys (SERPEC-CC 2008) ha evaluado diferentes combinaciones de medidas con la consiguiente reducción de emisiones asociada. En el caso de diésel esta reducción se estima entre 14,3-19% mientras que en los motores de gasolinas las mejoras conllevan una mejora en la reducción de 15,6-31%. El coste adicional asociado a esta medida se estima entre 700-1780 € por automóvil.

Para los objetivos de este estudio consideraremos un potencial de reducción medio en las emisiones de 16,7% en el caso de los motores diésel y 22,1% en el caso de motores de gasolina. El grado de implementación de esta medida se ha calculado a través de información contenida en la base de datos (TREMOVE, 2008) y se ha estimado en un 78% de la flota de vehículos de pasajeros en 2020.

Se asume que la aplicación del conjunto de medidas técnicas puede reducir las emisiones en el transporte de pasajeros en un 4,1% anualmente en el caso de que medidas costo-efectivas y no-costo efectivas se tomasen de forma conjunta; o dicho de otra manera, una reducción del 46,6% para el año 2020 respecto el escenario NEC.

Los costes medios para este conjunto de medidas se han estimado en 26 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base a los siguientes estudios GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006) y *A low carbon vision for Greece 2050* (Ecofys, 2008b).

2.5 Medidas de innovación en el transporte de mercancías

En este apartado de incluyen las siguientes medidas:

³⁴ Las medidas consideradas dentro de las mejoras en el sistema de propulsión se encuentran definidas dentro del SERPEC.

Reducción de la fricción de rodadura

El uso de neumáticos radiales de perfil bajo en camiones de gran tonelaje puede generar reducciones en la fricción de rodadura. El uso combinado de nuevos compuestos y estructuras en la banda de rodadura de los neumáticos puede generar mejoras en la economía de combustible de hasta el 3,8%. (Judith Bates et al., 2001).

Mejoras en el motor

Existen diversas opciones para la mejora de motores en el caso de los vehículos para transporte de mercancías:

- Reducción en la fricción en el motor
- Reducción de la pérdida de calor al refrigerante
- Recuperando y usando la energía calorífica de los gases de escape

Las opciones b) y c) pueden obtenerse usando motores diésel de tipo adiabático-turbo-compuesto combinados con conservación de calor. El concepto básico es el de aislar la cámara de combustión y los conductos de escape y recuperar el calor gracias a una turbina conectada al conducto de salida. Esta alternativa lleva siendo estudiada durante más de 30 años y se estima que puede tener una penetración en el mercado de este tipo de vehículos del 10% para 2010 (Austin et al., 1999).

Este tipo de mejoras puede generar una reducción en las emisiones de CO_{2eq} de 5,7% por kilómetro.

Se asume que la aplicación del conjunto de medidas técnicas puede mejorar la eficiencia energética en el transporte de mercancías en un 4,1% anualmente en el caso de que medidas costo-efectivas y no-costo efectivas se tomen de forma conjunta (Ecofys, 2006), que significaría una reducción del 46.6% en el año 2020.

Los costes medios para este conjunto de medidas se han estimado en 26 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base a los siguientes estudios GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006), y *A low carbon vision for Greece 2050* (Ecofys, 2008b).

2.6 Uso de biocombustibles

Se considera que el uso de biocombustibles reduce las emisiones de CO_{2eq} en el transporte. Dicho potencial de reducción tiene en cuenta todo el ciclo de vida del material puesto que se asume que las emisiones derivadas de los gases de escape son capturadas de nuevo por el stock de biomasa en crecimiento.

Aquí se presentan los principales tipos de biocombustibles:

- Bioetanol/Petróleo: las reducciones de CO_{2eq} en base al ciclo de vida (comparadas con el petróleo) puede ser de hasta el 60% dependiendo del porcentaje de etanol en la mezcla (Brand et al., 1997)
- Biometanol/Petróleo: las reducciones de CO_{2eq} asociadas en base al ciclo de vida (comparado con el petróleo) pueden ser de hasta el 80% (Brand et al., 1997)
- Bio-Diésel: la esterificación se utiliza como proceso para transformar el aceite de colza en bio-diésel.

El Ministerio de Medio Ambiente en España ha definido a través de su “Plan de Energías Renovables” que el 5,83% de los combustibles utilizados en el transporte en carretera debe tener un origen vegetal (biocombustibles) en 2010³⁵. La consecución de estos objetivos generará una reducción de las emisiones valorada en 5,9 Mt CO_{2eq}.

El informe “Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia” del Gobierno español incrementa la contribución de los biocombustibles dentro del sector del transporte hasta el 10% en 2020. Estos objetivos se encuentran de acuerdo con aquellos de la Unión Europea de incrementar la cuota de biocombustibles en el transporte en carretera³⁶.

Al considerar el uso de biocombustibles debe siempre tenerse en cuenta la aplicación de criterios de sostenibilidad con objeto de asegurar que todos los aspectos ambientales y socio-económicos son considerados dentro de todo el proceso desde la producción de la biomasa vegetal hasta su procesamiento para obtener los biocombustibles para evitar cualquier elemento que pueda poner en peligro los beneficios ambientales asociados a su uso.

La Comisión Europea está desarrollando unos escenarios dentro de los estudios comprendidos dentro del Programa *Intelligent Energy* en los que se asume una participación de biocombustibles de hasta el 12% en el transporte para 2020.

Los objetivos para otros países en 2020 en materia de biocombustibles como EE.UU, Brasil y China tienen unos objetivos de producción de biocombustibles del 15%³⁷. Nuestra intención es la de alcanzar unos objetivos comparables a los de los principales mercados de biocombustibles del mundo.

Para los objetivos de este estudio se propone alcanzar unos objetivos comparables a los de los principales mercados de biocombustibles del mundo, asumiendo que un 15% de los combustibles utilizados para el transporte en carretera pueden ser sustituidos por biocombustibles en 2020. Asumiendo un promedio de 70% en la reducción de CO_{2eq} asociado al ciclo de vida de biocombustibles (media del ahorro de combustible presentado por los

³⁵ Plan de Fomento de Energías Renovables

³⁶ La reducción de las emisiones derivada del uso de biocombustibles dentro del sector del transporte se estima en aproximadamente 35 g/MJ. (European Commission, 2005b).

³⁷ http://www.renewablefuelsagency.org/db/documents/Economic_Implications_of_Biofuels.pdf

principales tipos de biocombustibles), se conseguiría una reducción total de emisiones del 10,5% en el año 2020.

El coste medio de esta medida se estima en 40 €/tCO_{2eq}³⁸. La estimación de costes se ha realizado en base al siguiente estudio *Biofuels for transport-a viable alternative?* (Fulton, 2005)

Cuñía 3: Sector Residencial, Comercial e Institucional- Medidas que no generan costes adicionales

Las opciones contempladas en este estudio para la reducción de emisiones en el sector RC&I incluyen medidas para mejorar la eficiencia energética en edificaciones. Antes de presentar la descripción de las medidas y de los supuestos para la construcción del escenario 30% se explican a continuación algunos elementos básicos para entender dichas medidas.

Elementos básicos de las estrategias de eficiencia energética en edificaciones

Una de las primeras estrategias a considerar en la mejora de la eficiencia energética en cuanto a demanda de energía para calefacción dentro de la viviendas es la de mejorar el aislamiento de las mismas. Este aislamiento puede afectar tanto en las paredes de la vivienda como en la fachada y tejado.

La remodelación de las paredes de una vivienda puede ahorrar importantes cantidades de energía gracias que estas modificaciones pueden reducir enormemente las pérdidas de calor por unidad de superficie. Un correcto aislamiento de las paredes exteriores de una vivienda puede reducir las pérdidas de calor hasta en un 30% [Ashford, 1998; MURE].

Las mejoras en el aislamiento de tejados representan una alternativa más barata y sencilla. En este caso el ahorro de energía depende del tipo de tejado así como de la demanda de calor de las habitaciones situadas debajo del tejado (cuanto mayor sea la demanda de energía para generar calor consecuentemente mayor será el ahorro de energía).

Independientemente de la función del edificio es importante que este cuente con un buen nivel de aislamiento energético con el fin de reducir las necesidades de energía para la producción de calor que se deriva del uso de equipos energéticos supletorios (Calefacción).

A continuación presentamos algunos ejemplos de estrategias para reducir la demanda energética en los edificios (WBCSD 2005, IEA 2006, Joosen *et al.* 2002):

- Ventanas con acristalamientos triples y recubrimiento de baja emisividad. Estas ventanas reducen la pérdida de calor en 40% comparada con las ventanas acristalamiento sencillo.

³⁸ El documento original (Fulton, 2005) establece el coste en 50 US\$/tCO_{2eq}

- Aislamiento de techos, paredes, pisos y bases. Un aislamiento apropiado reduce la demanda de calefacción en 50% en comparación con el promedio de demanda de energía.
- Energía solar pasiva. Como técnicas de energía solar pasiva se denomina el diseño de edificaciones orientado a un uso óptimo de la energía del sol (a través de la orientación de la edificación y de las ventanas). El término “pasiva” se refiere al no uso de equipo mecánico. Toda la ganancia de energía solar ocurre a través de las ventanas.
- Ventilación balanceada con recuperación de calor. El aire caliente saliente del interior se hace pasar por una unidad de recuperación de calor que es usada para calentar el aire que entra.
- Uso de equipos de calefacción eficientes

Ahorro de energía para la generación de calor para calefacción en edificios nuevos y existentes

En el caso de edificios nuevos se asume que en el año 2020 el 25% de las viviendas nuevas serán viviendas con un reducido consumo de energía (valorado en en 32 kJ/m²/HDD). Uno de los objetivos a conseguir en el caso del nuevo parque de edificios debe ser conseguir edificios de energía cero. Aunque no existe actualmente una definición en cuanto a los estándares que definen este tipo de edificios se considera que un edificio tipo cero energía es aquel que dispone de una consumo neto de energía equivalente a cero a lo largo del año así como un nivel de emisiones igual a cero. La consecución de estos objetivos se consigue mediante una combinación de mejoras en la eficiencia de uso de la energía dentro del edificio y el uso de energías renovables.

El potencial de ahorro mediante remodelación es muy alto en el caso de los edificios existentes. Dos de las opciones más importantes dentro de esta estrategia son el uso de ventanas y aislamientos más eficientes. De acuerdo con la OECD/IEA (2006) el potencial de ahorro energético en la demanda de energía para calefacción aplicando las estrategias antes comentadas se evalúa en un 39% en el caso de utilización de ventanas más eficientes y del 32% en el caso de utilización de mejores aislamientos. El potencial global de reducción en el consumo de energía en el parque de edificios europeo podría llegar a más de un 50% en caso de la implementación conjunta de estas medidas (a partir de IEA 2008).

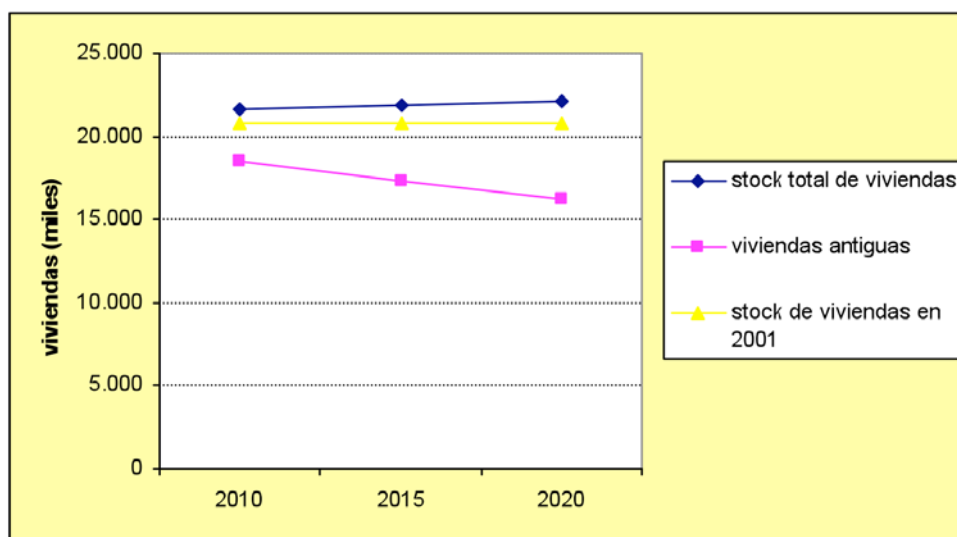
Con el fin de calcular el potencial de reducción para España es necesario conocer la fracción de edificios nuevos y la fracción de edificios existentes en el año 2020. La base de datos de la UNECE (UNECE 2008) contiene datos del inventario total de viviendas, del incremento del inventario (construcciones nuevas) y de la población. Los datos en materia del parque de edificios residencial se presentan a continuación:

Tabla 24. Proyección del parque de edificios en España (Viviendas) para los años 2010, 2015, 2020

Año ³⁹	Parque de Edificios (Nº de Viviendas)
2001	20.823.000
2010	21.576.000
2015	21.893.000
2020	22.130.000

Se asume que el total del inventario de viviendas crece en forma proporcional a la población, lo que lleva a un incremento promedio de 1,3% del inventario de viviendas por año. Esto significa un reemplazo del inventario de 40% en 40 años (lo que es equivalente a un tiempo de vida medio de 100 años. La figura 9 muestra una estimación del desarrollo futuro del inventario de vivienda para España. En ella se ilustra que en el año 2020 las viviendas nuevas requeridas para cubrir el crecimiento poblacional constituirían 6% del inventario total de viviendas, las viviendas nuevas debidas al reemplazo de viviendas viejas conformarían el 21% del inventario total y que el 73% restante lo constituirían viviendas existentes.

En este estudio se asumen estos mismos porcentajes para el sector comercial e institucional.

Figura 9: Inventario de vivienda futuro para España (Fuente: Ecofys, 2008)

³⁹ La información al respecto del parque de edificios proviene de la "United Nations Economic Commission for Europe" y dispone de información sólo para el parque de viviendas residencial y para los años presentados en la tabla.

Reducción de la demanda energética, mejora de la gestión energética y mayor utilización de equipos de calefacción eficientes en el sector Residencial, Comercial e Institucional

Las medidas incluidas en esta cuña se presentan a continuación. La reducción de emisiones de efecto invernadero en los sectores no difusos para cada medida se encuentra estimada de forma global para toda la cuña y presentada en el cuadro al final de la cuña.

Este apartado incluye las siguientes medidas:

Remodelación de edificaciones en el sector Residencial, Comercial e Institucional: mejora de los sistemas de aislamiento de fachadas, techos y paredes exteriores

En edificaciones mal o no aisladas hay enormes pérdidas de calor a través de las paredes exteriores. Una medida de gran efecto es el aislamiento de las paredes exteriores. El impacto de la aplicación de un aislamiento exterior depende muchísimo del perfil de distribución de edades de los edificios, el nivel de renovación, etc. Hay muy poca información disponible sobre estos aspectos, los que influyen decisivamente el uso de energía en el sector comercial e institucional. Los resultados de las medidas asumidas para el sector residencial se trasladan a estos sectores corrigiendo las pérdidas de calor inferiores relativas y tomando en cuenta otras características (Ecofys, 2006).

La mejora del aislamiento externo es una estrategia aplicada en muchos casos en proyectos de remodelación y puede ser considerada como una solución estándar en Europa. Hay dos tipos de métodos para mejorar el aislamiento durante una remodelación (EURIMA, 2005):

- Sistemas térmicos compuestos, en los que el material aislante es adherido a la pared y cubierto con una capa final. Método ampliamente empleado en proyectos de remodelación en Europa central.
- Una cubierta dura con circulación de aire consistente en un material aislante y un espacio para aire de aproximadamente 3 cm y una capa a prueba de agua. En el norte de Europa se utiliza comúnmente madera como material de aislamiento externo.

Costos estimados para España: -59 €/tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

Sistemas de calefacción eficientes en el sector comercial e institucional

Generalmente existen dos formas de conservación de energía en este campo: reducir las necesidades de enfriamiento y mejorar la eficiencia de los sistemas de enfriamiento.

La eficiencia de los sistemas de aire acondicionado puede mejorarse a través del incremento de la eficiencia del refrigerante, intercambiadores de calor y sistemas de control mejorados, el

cambio a sistemas que utilicen un diseño y mantenimiento adecuado de los sistemas [Levine, 1995].

Otro desarrollo importante es el almacenamiento estacional de energía térmica.

Los costes estimados para España son de -128 €/ tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

Sistemas avanzados de calefacción residencial: calderas de condensación

Una parte considerable de los productos de combustión es vapor de agua. Las calderas de condensación utilizan un intercambiador de calor para condensar el vapor de agua y extraer así su calor. Como resultado, el calor latente del vapor de agua es utilizado y la eficiencia de la caldera se mejora.

Se estima que los costes estimados para España: son -46 €/tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

Sistemas de manejo de energía en edificaciones del sector Comercial e Institucional (SMEE) para el enfriamiento y calefacción de espacios

Los SMEE regulan automáticamente la operación de todas las demandas de energía (calefacción, enfriamiento, transporte, iluminación y equipos). Los SMEE reducen la demanda de energía y agua proporcionando niveles adecuados y apropiados de confort acordes con las condiciones climáticas. Por ejemplo reducen el consumo de energía apagando los servicios de energía en recintos que no están ocupados. En el sector comercial e institucional particularmente, en el que las oficinas están vacías más del 75% del tiempo, esto constituye una fuente importante de ahorro de energía (Ecofys, 2006). La introducción de SMEE ha sido especialmente fomentada y monitoreada en el sector de edificios públicos (entre otros a través del programa CADDET⁴⁰).

Se estima que se alcanzarían ahorros de hasta el 20% en las necesidades de consumo de energía para calefacción si se implementan ampliamente SMEE en los sectores comercial e institucional [Ashford, 1998].

Costes estimados para España: -132 €/tCO_{2eq} (Ecofys , 2006).

Para el remodelamiento total de los sectores comercial e institucional se puede asumir que el 2% anual de las emisiones en el escenario NEC (26,1% para el año 2020) pueden reducirse costo-efectivamente en el año 2020. Para el sector residencial se asumirá que el 2% anual de las emisiones de los hogares en el escenario NEC pueden reducirse costo-efectivamente. Teniendo en cuenta que esto aplicaría a los edificios ya existentes (73%), se estaría hablando de una reducción del 19,1% de las emisiones del sector para 2020.

⁴⁰ Centre for Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies. www.caddet.org

Los supuestos anteriores se basan en investigaciones realizadas por Ecofys (Ecofys, 2006/ Ecofys, 2008b).

El coste medio para las medidas en el sector residencial se estiman en -67 €/tCO_{2eq}. En el caso del sector servicios, el coste de las medidas es de -98 €/tCO_{2eq}. La estimación de costes se ha realizado en base al estudio GENESIS desarrollado por Ecofys. (Ecofys, 2006).

Implementación asumida: 100% de las medidas referidas a remodelación e implementación parcial de las medidas referidas a mejoras en el aislamiento de ventanas: acristalamiento doble (52%), HR++ (38%) y superventanas (9%).

Cuñía 4: Sector residencial, comercial e institucional- Medidas que generan costes adicionales

4.1 Reducción de la demanda energética, vía remodelación de edificios e incorporación de tecnologías avanzadas en el sector Residencial, Comercial e Institucional

Este apartado incluye las siguientes medidas:

Remodelación de viviendas residenciales y edificios del sector comercial e institucional: mejoras en el aislamiento de fachadas, techos y paredes exteriores.

En una vivienda estándar en Europa occidental, las pérdidas más grandes de calor ocurren a través de las paredes y las ventanas, cerca de 21% y 29% del total de las pérdidas respectivamente⁴¹.

Las pérdidas de calor de viviendas existentes mal aisladas pueden reducirse a través de un mejor aislamiento. Particularmente el cambio del aislamiento de paredes exterior puede llevar a ahorros sustanciales de energía gracias a la reducción de las pérdidas de calor.

Costes estimados para España: 9 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

El aislamiento de techos es más barato en términos de inversión y más simple de implementar que el aislamiento de paredes, sin embargo la reducción de emisiones es menor que esta última. El ahorro de energía depende tanto del tipo de techo como de la demanda de calor del recinto cubierto por el techo (si la demanda es baja, los ahorros son bajos; si la demanda es alta, los ahorros son altos).

Costes estimados para España: 44 €/tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

⁴¹ Suzanne Joosen and Kornelis Blok. Ecofys. Economic Evaluation of Carbon Dioxide Emission Reduction in the Household and Services Sectors in the EU. Bottom-up Analysis. Final Report. January 2001.

Mejoras en el acristalamiento de los edificios del sector residencial

Reemplazo de ventanas de acristalamiento sencillo por ventanas de acristalamiento doble

Las ventanas de doble acristalamiento tienen un coeficiente de transferencia de calor de 3 W/m²K (entre más bajo es este valor, menores son las pérdidas de calor. Este valor incluye pérdidas a través del marco).

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo (coeficiente de transferencia de calor (U): 5 W/m²K) por ventanas de acristalamiento doble.
- Área promedio de ventanas por vivienda: 21 m²
- Ahorro de energía: aproximadamente 791 MJ/m² de ventana aislada
- Costes: aproximadamente 97 €/m² de ventana aislada

Costes estimados para España: 1 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo por ventanas HR++, mejores prácticas

Las ventanas de ahorro de energía, con un relleno de argón entre acristalamientos tienen un U de 1,5 W/m²K

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo (coeficiente de transferencia de calor (U): 5 W/m²K) por ventanas HR++
 - Área promedio de ventanas por vivienda: 21 m²
 - Cálculo adicional al acristalamiento doble para evitar doble contabilidad
 - Ahorro de energía: aproximadamente 1.108 MJ/m² de ventana aislada
 - Ahorro de energía adicional: aproximadamente 317 MJ/m² de ventana aislada
 - Costes: 116,4 €/m² ventana aislada
 - Costes adicionales: aproximadamente 19,4 €/m² de ventana aislada

Costes estimados para España: 9 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

Reemplazo de ventanas de acristalamiento sencillo por superventanas

U del acristalamiento en superventanas: 1 W/m²K.

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo (U: 5 W/m²K) por superventanas
 - Área promedio de ventanas por vivienda: 21 m²
 - Cálculo adicional a las ventanas HR++ para evitar doble contabilidad
 - Ahorro de energía: aproximadamente 1.200 MJ/m² de ventana aislada
 - Ahorro de energía adicional: aproximadamente 92 MJ/m² de ventana aislada
 - Costes: 175 €/m² ventana aislada
 - Costes adicionales: aproximadamente 58,6 €/m² de ventana aislada

Costes estimados para España: 20 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

Mejoras en el acristalamiento de los edificios del sector comercial e institucional

Reemplazo de ventanas de acristalamiento sencillo por ventanas de acristalamiento doble

U de las ventanas de doble acristalamiento: 3 W/m²K

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo (coeficiente de transferencia de calor (U): 5 W/m²K) por ventanas de acristalamiento doble.
- Relación entre la superficie de la ventana y la superficie total del piso: 0,2 (basado en un edificio de oficinas de referencia)
- Ahorro de energía: aproximadamente 791 MJ/m² de ventana aislada
- Costes: aproximadamente 97 €/m² de ventana aislada

Costes estimados para España: 150 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo por ventanas HR++, mejores prácticas

Las ventanas de ahorro de energía, con un relleno de argón entre vidrios tienen un U de 1,5 W/m²K

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo por ventanas HR++
- Relación entre la superficie de la ventana y la superficie total del piso: 0,2 (basado en un edificio de oficinas de referencia)
 - Cálculo adicional al acristalamiento doble para evitar doble contabilidad
 - Ahorro de energía: aproximadamente 1.108 MJ/m² de ventana aislada
 - Ahorro de energía adicional: aproximadamente 317 MJ/m² de ventana aislada
 - Costes: 116,4 €/m² ventana aislada
 - Costes adicionales: aproximadamente 19,4 €/m² de ventana aislada

Costes estimados para España: 117 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

Reemplazo de ventanas de acristalamiento sencillo por superventanas

U del acristalamiento en superventanas: 1 W/m²K.

Principales supuestos:

- Reemplazo de ventana de acristalamiento sencillo por superventanas
 - Relación entre la superficie de ventana y superficie total del piso: 0,2 (basado en un edificio de oficinas de referencia)
 - Cálculo adicional a las ventanas HR++ para evitar doble contabilidad
 - Ahorro de energía: aproximadamente 1.200 MJ/m² de ventana aislada
 - Ahorro de energía adicional: aproximadamente 92 MJ/m² de ventana aislada
 - Costes: 175 €/m² ventana aislada
 - Costes adicionales: aproximadamente 58,6 €/m² de ventana aislada
- Costos estimados para España: 180 €/tCO_{2eq} (Ecofys, 2006).

En el cálculo del potencial de reducción de las emisiones se han tenido en cuenta las siguientes asunciones:

73% de las viviendas en 2020 serán viviendas existentes.

Para la remodelación del total de edificaciones del sector comercial e institucional se asume una reducción en las emisiones de un 3,5% anual junto con las medidas costo-efectivas en 2020.

Para la remodelación de viviendas se asume que un 3,5% anual de las emisiones de los hogares se pueden reducir junto con las medidas costo-efectivas. Esto se basa en investigaciones de Ecofys (Ecofys, 2006/ Ecofys 2008b).

El coste medio de estas medidas en el sector servicios es de 138 €/tCO_{2eq}, mientras que en el sector residencial el coste estimado es de 20 €/tCO_{2eq}. La estimación de costes para esta medida se ha realizado utilizando como base el estudio GENESIS desarrollado por Ecofys. (Ecofys, 2006).

Grado de implementación asumido:

100% de las medidas de remodelación en edificios e implementación parcial de las medidas de mejora en el aislamiento en ventanas: ventanas de doble acristalamiento (52%), ventanas HR++ (38%) y súper ventanas (9%).

4.2 Edificios “superaislados” tanto en el sector de los edificios residenciales como comerciales e institucionales

Viviendas nuevas: construcción de viviendas nuevas tipo “superaislado”

Las viviendas conocidas como “viviendas prototipo súper aisladas” vienen siendo construidas tanto en Europa como en Norte América desde hace más de 15 años. Mientras que la demanda de energía para calefacción típica de estas viviendas es de 70-120 kJ/m²/HDD (OCDE/IEA 2007), el consumo de una vivienda de bajo consumo de energía está por debajo de 32 kJ/m²/HDD. Esto se logra principalmente a través de las siguientes medidas:

- Ventanas con acristalamientos triples y recubrimiento de baja emisividad.
- Aislamiento de techos, paredes, pisos y bases.
- Uso de energía solar pasiva.
- Ventilación balanceada con recuperación de calor.

Un proyecto reciente de Econcern (Econcern 2008) que actualmente ya es posible construir viviendas de bajo consumo de energía sobre una base comercial.

Costos estimados para España: 200 €/tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

Edificaciones nuevas en el sector Comercial e Institucional: construcción de edificios nuevos “súper aislados”

La intensidad energética de la calefacción de espacios en edificios nuevos es actualmente menor que en los edificios existentes. El valor típico para la demanda de energía para calefacción de edificaciones comerciales e institucionales en zonas climáticas moderadas se encuentra es de aproximadamente 320 MJ/m².

En muchos países europeos se han construido edificaciones nuevas con requerimientos muy bajos de energía, por ejemplo en Francia, España y el Reino Unido los edificios de oficinas nuevos usan alrededor de 200 MJ/m² o menos para calefacción. Tomando como base esta información, se asume que es posible reducir el promedio de uso de energía para calefacción en edificios para uso comercial e institucional a un 50% del promedio actual (es decir a aproximadamente 160 320 MJ/m²). Esto se puede lograr aplicando un aislamiento exterior adecuado, mediante sistemas de recuperación de calor y mediante sistemas de calefacción energéticamente eficientes (bombas de calor).

Las oficinas principales de WWF Países Bajos están en uno de los primeros edificios de emisiones de GEI neutrales en Europa. El edificio hace uso del calor y el frío almacenado en un acuífero, de ventilación natural, ventanas de acristalamiento triple y paneles solares en el techo para potencia y calor.

Costes estimados para España: 81 €/tCO_{2eq} (Ecofys 2006)

Para la estimación de potencial de reducción se han tenido en cuenta las siguientes asunciones:

27% del total de viviendas en el año 2020 serán nuevas construcciones.

El ahorro de combustible de las viviendas “súper aisladas” comparado con las viviendas existentes se asume como 72%. El ahorro de combustible de las edificaciones “súper aisladas” del sector comercial e institucional se asume de 72%.

Se asume que el 60% de las edificaciones nuevas en 2020 serán “súper aisladas” y que el 40% restante dispone de un consumo de energía un 50% menor al de las viviendas en la actualidad.

Esto significa que en 2020 un 63% de las emisiones de las edificaciones del sector comercial e institucional y un 63% de las emisiones de los hogares en el escenario NEC podrán reducirse instalando viviendas y edificios “súper aislados”.

Se estima que los costes asociados para esta medida en el caso del sector residencial ascienden a 200 €/tCO_{2eq}, mientras que en el caso del sector servicios el coste asociado a estas medidas es de 81 €/tCO_{2eq}. La estimación de costes para esta medida se ha realizado utilizando como base el estudio GENESIS desarrollado por Ecofys. (Ecofys, 2006).

4.3 Uso de biomasa sostenible para demanda de calefacción en edificios

A partir de información contenida en otros estudios realizados por Ecofys (Ecofys, 2008b) se asume que un 7,5% de la demanda de calefacción en los sectores Residencial e industrial puede ser cubierta con biomasa. La utilización de estufas eficientes alimentadas por pellets y madera representa la mejor opción además de presentar la opción socialmente más aceptada.

Se estima que un 7,5% de la demanda energética para edificios será substituida con biomasa en los sectores Residencial y de servicios en 2020. Este valor ha sido estimado teniendo en cuenta el porcentaje de demanda energética para edificios calculado para el caso de Grecia.

Dentro de los diferentes proyectos generados desde la Comisión Europea en materia de promoción de energías renovables encontramos el proyecto EUBIONET⁴², que tiene como objeto la promoción y el incremento en el uso de combustibles basados en biomasa dentro de la Unión Europea mediante el desarrollo de estrategias para superar las barreras que actualmente afectan al mercado de la biomasa a nivel europeo.

Dentro del marco de este proyecto se realizan estudios evaluando el potencial en cuanto al uso de biomasa tanto para el conjunto de la UE como para cada uno de los Estados Miembros integrantes.

En la segunda fase del proyecto (EUBIONET II) pueden encontrarse estudios sobre la utilización de biomasa como fuente de energía tanto para España como para Grecia. En el último informe comparativo a nivel del conjunto de la Unión Europea muestra como en el año 2004 el consumo de biomasa para la producción de energía en el caso de España (aproximadamente 160 PJ por año) dobla a consumo realizado en Grecia con el mismo propósito (aproximadamente 80 PJ por año). El mayor uso de la biomasa con fines energéticos responde en parte al hecho de una mayor disponibilidad del recurso en el estado español comparado con Grecia.

Se asume que el coste de esta medida es de 20 €/ tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio *A low carbon vision for Greece in 2050*. (Ecofys, 2008b).

Cuñía 5: Sector industrial: medidas que no generan costes adicionales

5.1 Mejoras técnicas y de gestión de proceso

En España la actividad industrial representa una importante fuente de GEI, generando el 28% del total de estas emisiones en 2005 (Ministerio de Medio Ambiente, 2008a).

⁴² <http://www.eubionet.net/>

Un estudio realizado por Ecofys (Ecofys, 2006) identifica las diferentes opciones de reducción en varios subsectores como el del acero, metal, químico, materiales de construcción, papel, alimentación y tabaco, refinado, etc. Las medidas más rentables en España para su aplicación, en materia de reducción de combustible, dentro de los objetivos de este estudio son:

- Aplicación del proceso de fundición continua (acero y hierro)
- Recompresión del vapor de reflujo de cabeza (destilación) (refinerías)
- Detección y solución de cuellos de botella (petroquímica)

Con base en otro estudio igualmente realizado por Ecofys (Ecofys, 2007), se ha estimado que el potencial económicamente rentable de reducción de emisiones en España en relación a emisiones directas en 2020 es de 12% en comparación al nivel de eficiencia congelado. Esto corresponde a una reducción de 0,8% de la intensidad de GEI en la mejora de la eficiencia energética anual.

Los costes medios de estas medidas se estiman en -31 €/ tCO_{2eq} y se han calculado en base al informe GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

Dos ejemplos de este tipo de medidas se encuentran a continuación:

Ejemplo 1: Análisis “Pinch “

Las plantas industriales tienen múltiples necesidades en cuanto a frío y calor. La utilización de estrategias de integración de procesos puede generar importantes mejoras en la eficiencia energética de estos procesos.

El análisis pinch, también llamado método pinch de diseño de procesos o tecnología pinch, es una metodología para optimizar la recuperación energética en procesos industriales minimizando la inversión local.

Esta metodología, conceptualizada a finales de la década de 1970 por Linnhoff y Vredeveld, cuantifica los servicios que existen en una planta industrial (vapor, agua y en general, servicios de calentamiento y enfriamiento) y los analiza frente a las necesidades de intercambio de calor en la planta.

Mediante un diseño correcto de la red de intercambiadores de calor, este análisis indica de qué modo se pueden aprovechar aquellas corrientes calientes y frías de una planta, para intercambiar calor entre ellas, minimizando así el uso de servicios de calentamiento o enfriamiento.

Esta metodología incluye optimizar la vinculación termodinámica entre los flujos de frío y calor en los procesos. La utilización del análisis pinch permite mayores ahorros de energía que los obtenibles a partir de técnicas convencionales como la recuperación de calor de los gases de escape de las calderas, aislamiento y gestión de los sistemas de trampa de vapor.

Se asume un enorme potencial de mejora en la eficiencia general de los procesos gracias a la integración de las unidades de entre 10-20 % contabilizando un período de retorno de dos años (Kumana, 2000; Linnhoff March, 2000).

Ejemplo 2: Mejora en el proceso de control

El uso de sistemas de monitorización de la energía y control del proceso puede jugar un papel importante en la gestión energética y la reducción del uso de energía.

Generalmente, los ahorros en energía y costes se encuentran alrededor del 5% o más en muchos sistemas de control de procesos industriales (Worrell and Galitsky, 2005). Aunque los sistemas de gestión energética se encuentran ampliamente distribuidos en numerosos sectores industriales, el rendimiento de estos sistemas puede ser mejorado. En muchos casos, sólo un proceso o un número limitado de flujos de energía se encuentran monitorizados o gestionados.

El período de retorno de este tipo de medidas se evalúa entre 6 y 18 meses. (Worrell and Galitsky, 2005).

5.2 Promoción de la biomasa sostenible en usos térmicos

El uso más rentable de la biomasa actualmente es aquel en el que la biomasa se utiliza de forma directa, por ejemplo, para la fabricación de calor y electricidad. La conversión de biomasa en hidrógeno, biocombustibles o materia prima para la industria petroquímica es mucho menos rentable. Se asume, por lo tanto, que esta biomasa se usará mayoritariamente para la producción de calor (calefacción).

Sarafidis et al.(2002) han realizado una estimación del potencial de reducción de las emisiones de CO₂ derivadas de la utilización de biomasa para estos usos en Grecia. Ante la falta de información específica para el caso de España se asume el mismo potencial de reducción que el considerado en el caso de Grecia.

Mediante la aplicación de esta medida se estima una reducción del 5% en las emisiones derivadas del uso de combustibles en comparación con el nivel de eficiencia congelado en 2020.

El coste medio asociado a esta medida se estima en -44 €/ tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio *Economic evaluation of CO₂ emission abatement measures in the Greek sector energy sector* (Sarafidis et al., 2002).

Las opciones de reducción de emisiones en esta cuña se pueden aplicar solo en aquellos casos en los que la actividad industrial no se encuentre sujeta al comercio de emisiones. Ya que a menudo se presenta el caso en el que sólo instalaciones por encima de una determinada capacidad se encuentran incluidas, dentro de este estudio se asume que las medidas industriales pueden aplicarse a instalaciones más pequeñas.

Cuña 6: Sector industrial: medidas que generan costes adicionales

2.1 Mejoras tecnológicas en los procesos y equipos avanzados

Un estudio realizado por Ecofys (2006) identifica las diferentes opciones de reducción en varios subsectores como el del acero, metal, químico, materiales de construcción, papel, alimentación y tabaco, refino, etc. Esta base de datos, denominada GENESIS, contiene información sobre emisiones contaminantes y opciones para la reducción de estas emisiones para una serie de sectores económicos (como la industria, el transporte, agricultura, residencial, servicios) relevantes en diferentes países en Europa. Gracias a esta base de datos se puede calcular el potencial (técnico) de reducción de emisiones así como los costes de reducción por sector y país.

En el año 2006 Ecofys realizó un estudio para actualizar la base de datos GENESIS. Para el análisis del sector industrial se creó una lista de 57 medidas diferentes para la reducción de emisiones en el sector de la industria. Estas medidas contienen información sobre el potencial de reducción de emisiones y coste (en euros por tonelada de CO₂ equivalente) para los años 2020 y 2030 para diferentes países europeos.

Dentro de esta base de información encontramos información particular para España. Entre las medidas analizadas, aquellas que presentan el coste por tonelada de emisión reducida más bajo son:

- Síntesis de amonio a baja presión (fertilizantes)
- Integración de la turbina de gas (petroquímico)
- Mejoras en la técnica de fundición y diseño del horno (vidrio)

En 2007 Ecofys realizó una nueva actualización de esta base de datos para un cliente confidencial analizando el conjunto de EU25 y centrado en los sectores de la industria y generación de energía. Se ha estimado que el potencial económicamente rentable de reducción de emisiones en España en relación a emisiones directas en 2020 para el total de las emisiones

que no generan costes adicionales dentro del sector de la industria es de 8% en comparación al nivel de eficiencia congelado. Los costes medios para este conjunto de medidas se estiman en 40 €/tCO_{2eq} para todas las medidas consideradas como no costo-efectivas dentro de esta cuña (Ecofys, 2006).

Estudios como el de Blok (2005) muestran que es posible obtener una tasa de mejora del 5% anual para nuevos equipos, instalaciones y edificios. Esta tasa de mejora en la eficiencia energética requiere una innovación continua. En el caso de equipos para procesos industriales y plantas con una vida útil de 30 años, estas mejoras pueden generar una reducción en la intensidad energética de 3.5% anual⁴³.

Se estima que la aplicación de esta medida tiene un potencial de reducción del 8% (emisiones directas) en 2020 respecto el nivel de eficiencia congelada. Los costes medios asociados a la medida se estiman en 40 €/tCO_{2eq} para todas las medidas no costo-efectivas⁴⁴ en esta cuña. La estimación de los costes asociados a esta medida se han realizado en base al estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

2.2 Eficiencia material y reciclado

Otra opción a considerar dentro de los procesos industriales es el incremento en el reciclado de los materiales (particularmente en los casos del acero, hierro, aluminio y plástico). La producción de aluminio secundario procedente de residuos consume sólo un 5% - 10% de la demanda energética comparada con la energía necesaria en caso de producción primaria del material, que supone el refundido del metal y no el proceso de reducción electroquímica (Phylipsen et al., 1998).

En España el reciclado de los envases de aluminio se encuentra actualmente en valores medios de reciclaje comparados con otros países de la UE, con una tasa del 69% (Apeal, 2007). La UE recicla de media un 66% de los envases de aluminio. En los casos de Bélgica y Alemania se llegan hasta valores del 90% de estos envases. El reciclado de plásticos puede reducir la energía consumida en su producción en aproximadamente dos tercios.

También puede generarse reducciones en el consumo de energía por mejoras en la eficiencia del material, particularmente por la reducción de la cantidad de materiales de envase.

Se asume que, gracias al incremento en el reciclado y eficiencia en el uso de materiales, las emisiones de GEI en la Industria pueden reducirse en un 1,25% anual en comparación con el

⁴³ A modo de comparación, el documento "Action plan for energy-efficiency" de la Comisión Europea (2006) da un potencial para la mejora en la eficiencia energética en la industria de 3,3% anual en el período 2005 a 2020. http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf

⁴⁴ Por lo tanto, que generan costes adicionales. Para más información sobre la definición de costes, ir a Metodología

escenario de eficiencia congelada en 2020, lo que significaría una reducción del 17,2% para 2020.

Como se indicó en el anterior punto los costes medios asociados a esta medida se estiman en 40 €/tCO_{2eq} para todas aquellas medidas que no generan costes adicionales consideradas en esta cuña. La estimación de los costes asociados a esta medida se han realizado en base al estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

2.3 Emisiones GEI no asociadas al CO₂

N₂O

En el caso de España las emisiones de N₂O se encuentran generadas íntegramente por los procesos de producción de ácido nítrico. Las emisiones derivadas de esta actividad se reducen a través de la reducción catalítica. De acuerdo a Bernstein et al. (2007), el potencial de mitigación en las plantas de ácido nítrico puede evaluarse desde 70% hasta casi 100% dependiendo del catalizador y de las condiciones de operación de la planta. Los costes asociados a esta alternativa se estiman en aproximadamente 3 €/t CO_{2eq}.

En este estudio se asume que el potencial de reducción de emisiones de N₂O es del 90%.

HFC

Por otro lado, las emisiones del grupo de los gases fluorados en España se contabilizan en 5 Mt en 2005. Estas emisiones son principalmente HFC procedentes de los equipos de refrigeración y aire acondicionado (52%), y extintores de fuego (29%). La producción de HCFC-22 genera un 7% de las emisiones.

Los HFC se aplican como substitutos de los Hidroclorofluorocarbonados (HCFC) y de los Clorofluorocarburos (CFCs), que se encuentran prohibidos internacionalmente bajo el protocolo de Montreal debido a su papel en la destrucción del ozono estratosférico. Los equipos de aire acondicionado móviles representan una fuente significativa de HFC.

Estas emisiones se han incrementado en los últimos años y se espera que esta tendencia continúe en el futuro. Las emisiones de HFC de los equipos de refrigeración y aire acondicionado pueden reducirse a través de la recuperación de los HFC una vez finalizada su vida útil, mediante la reducción de pérdidas, y con el uso de refrigerantes alternativos como el NH₃, hidrocarburos o CO₂.

De acuerdo a Harnisch y Hendriks (2000), la reducción potencial de gases HFC en EU15 es del 60% en 2015 a un coste medio de 15 €/t CO_{2eq}. Se asume que las emisiones de HFC generadas por los equipos de refrigeración pueden reducirse en un 60% para 2020.

De forma particular, la captura y destrucción por oxidación térmica es una opción muy efectiva para la reducción de emisiones derivadas de la producción de los HCFC-22, como el caso del HFC-23 (generado como subproducto). Se estima que esta alternativa tiene un coste menor a 0,20 €/t CO_{2eq}.

Con este método las emisiones pueden reducirse en más del 90% (Bernstein et al., 2007). Se asume en el escenario de referencia que la producción de HCFC-22 va a desaparecer en los próximos años debido a la aplicación de legislación⁴⁵.

PFC

Las emisiones PFC procedentes de la producción de aluminio en España son muy pequeñas, con un valor de 0,7 Mt CO_{2eq}. Se asume que no se genera reducción en estas emisiones.

Supuestos

La aplicación de esta medida asume que

- 70% de reducción de las emisiones de N₂O procedentes de la producción de ácido nítrico.
- Reducción de las emisiones de HFC procedentes de la refrigeración en un 60%.
- Reducción del 100% de las emisiones de HFC de la producción de HCFC-22 debido al cese de su producción.

Se asume que no se genera reducción en las emisiones de PFC debido a la escasa producción de este tipo de gases.

Se asume un coste medio para el conjunto de estas medidas de 15 €/t CO_{2eq}. La estimación de costes para esta medida se ha realizado en base al siguiente estudio “Economic evaluation of reductions of HFCs, PFCs and SF₆ in Europe”. (Harnisch et al. 2000) y *A low carbon vision for Greece in 2050*. (Ecofys, 2008b).

2.4 Promoción de la energía solar térmica

La producción de energía solar térmica (ST) es una tecnología limpia y probada que representa una opción económicamente viable. Los colectores solares concentran los rayos solares en un líquido circulante (por ejemplo sal diluida) capaz de soportar temperaturas muy elevadas. Esto permite que la energía solar pueda ser utilizada para producir vapor que se utiliza en turbinas para la generación directa de electricidad en planta, o que es recogido y almacenado como calor en depósitos en zonas por encima o debajo del suelo.

⁴⁵ A partir del año 2010 se prohíbe la utilización del refrigerante HCFC-22 en los sistemas de climatización. Información procedente de una comunicación del Departamento de Justicia (Generalitat de Cataluña).

Sarafidis et al.(2002) han realizado una estimación del potencial de reducción de las emisiones de CO₂ para el uso de este tipo de energía en Grecia. Ante la falta de información específica para el caso de España se asume el mismo potencial de reducción que el considerado en el caso de Grecia.

La aplicación de esta medida estima una reducción del 5% en las emisiones derivadas del uso de combustibles en comparación con el nivel de eficiencia congelado en 2020.

Se estima un coste medio asociado a esta medida de: 185 €/tCO₂ (Sarafidis *et al.*, 2002). La estimación de costes se ha realizado en base al siguiente estudio “Economic evaluation of CO₂ emission abatement measures in the Greek sector energy sector” (Sarafidis *et al.* 2002)

Cuñía 7: Sector Residuos

Dentro del sector de Residuos, el metano representa el gas con mayor peso en las emisiones de GEI. Las fuentes clave de emisión de este gas identificadas en el Inventario Nacional de Emisiones para el período 1990-2006 son las siguientes: depósito de residuos sólidos urbanos en vertedero y tratamiento de aguas residuales con un 76% y 19% del total de emisiones respectivamente⁴⁶.

- Depósito de residuos en vertedero

Los residuos comprenden toda una mezcla de materiales de composición variada. La degradación de estos residuos a través de procesos biológicos y químicos una vez depositados en vertedero genera emisiones de gas, compuesto mayoritariamente por metano y CO₂.

Se pueden definir dos líneas de acción en cuanto a la reducción y control de las emisiones procedentes de residuos depositados en vertedero. La primera orientada a la reducción de la cantidad de residuos enviada a vertedero incrementando el nivel de reciclado y valorización material sobre los diferentes flujos de residuos. La segunda a la reducción de emisiones de los residuos depositados en el vertedero.

- Tratamiento de aguas residuales

Pueden definirse dos fuentes principales de producción de aguas residuales. Por un lado, aquellas procedentes de los procesos de tratamiento de aguas de los sectores doméstico y urbano (originadas en inodoros, cocinas y baños); por otro, las procedentes del sector industrial (originadas en los procesos de industrias como las de la alimentación, petroquímica o del acero).

⁴⁶ Información procedente del Inventario Nacional.

La producción de metano requiere de condiciones anaeróbicas en el medio de degradación. Estos flujos de residuos contienen una gran carga de contenido orgánico que agota rápidamente el oxígeno presente a medida que se produce la descomposición de la materia orgánica. Las medidas para reducir las emisiones de metano procedentes de esta actividad se centran ya sea en la modificación de las condiciones anaeróbicas para evitar la generación de metano o en la mejora de las mismas para permitir su recolección y uso.

Las acciones planteadas para la reducción de emisiones en las fuentes antes citadas pueden utilizarse de forma combinada o independiente.

Los ejemplos de medidas presentadas a continuación se centran en la reducción de las emisiones de metano en dichas fuentes.

7.1 Reducción de las emisiones en vertedero

En referencia a la reducción de emisiones generada gracias a la reducción en la cantidad de residuos enviada a vertedero, el gobierno español a través del “Plan Nacional de Residuos 2008-2015” y el “Real Decreto 1481/2001” (que traspone la Directiva Europea 1999/31 sobre regulación del tratamiento de residuos a través de vertido) establece toda una serie de objetivos para minimizar la cantidad de residuos tratados mediante disposición en vertedero.

Algunos de los objetivos más importantes contenidos tanto en la legislación (plan + real decreto) y que afectan directamente a las emisiones de metano generadas por el sector se presentan a continuación:

1. Reducción del vertido de materia orgánica en un 60% y 70% en los años 2009 y 2015 respectivamente (utilizando 1995 como año base) (Ministerio de Medio Ambiente, 2008b).
2. Incremento en la valorización energética⁴⁷ de los residuos para 2015 a través de las siguientes medidas:
 - Compostaje del 50% de la fracción orgánica de los residuos procedentes de recogida selectiva y 30% de la procedente de residuos sin dicha recogida.
 - Recuperación de energía mediante proceso de bio-metanización en 10% de la fracción orgánica.
 - Valorización energética de la fracción rechazo mediante la incineración con recuperación energética (6-10% de la fracción) y otras tecnologías (4%).

⁴⁷ Se entiende como valorización energética al tratamiento de dicho residuo dentro de un proceso en el que se realiza una recuperación parcial de la energía contenida en dicho residuo.

El cumplimiento de los objetivos arriba mencionados tendrá importantes implicaciones en cuanto al desarrollo y evolución del sistema tratamiento de residuos en el estado español, en el que actualmente el 67% de los residuos generados siguen depositándose en vertedero (un 3% de ellos todavía de forma incontrolada). (Ministerio de Medio Ambiente, 2008b).

Dentro de los objetivos de este informe se considera que para el año 2020 los objetivos establecidos en la legislación estatal se habrán cumplido. Ello implica que solamente una cantidad limitada de fracción orgánica procedente de los residuos podrá ser depositada en vertedero. La materia orgánica no enviada a vertedero será tratada mediante valorización material o energética a través de procesos de compostaje y biometanización.

Se considera que los objetivos del PNIR son bastante ambiciosos y no se propone unos objetivos que vayan más allá. Las medidas propuestas a continuación se centran en la reducción de emisiones una vez el residuo se encuentra depositado en vertedero.

No existe una estimación del efecto en la reducción de emisiones GEI, generada por la aplicación y cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Sin embargo, recientemente ha sido publicado un documento resumen⁴⁸ con la actualización de la proyección de emisiones de contaminantes atmosféricos en España. En esta actualización se presentan las proyecciones para el año 2020 en un escenario sin “medidas”, que se correspondería al escenario NEC y proyecciones a 2020 “con medidas” en nuestro estudio. En el sector residuos, dentro del escenario “sin medidas”, se tiene en cuenta la aplicación del PNIR 2008-2015. Mediante el cálculo de la diferencia de emisiones en este sector en los escenarios “sin medidas” y “con medidas” podemos obtener una estimación de los efectos del PNIR.

Esta diferencia es de 7,8 Mton de CO₂ eq que representan una reducción en el sector del 40% dentro del sector.

Reducción de las emisiones de vertedero

Según el Plan Nacional de Residuos, las cantidades máximas de residuos biodegradables autorizados a ser tratados por medio de vertedero a partir de 2009 y 2016, serán de 5.816.500 y 4.071.550 toneladas respectivamente⁴⁹.

En la Comunicación Europea en cuanto a la estrategia para la reducción de emisiones de metano (COM, 1996) se realizan una serie de recomendaciones en referencia a la reducción de las emisiones de metano en los vertederos. En este documento se realiza una distinción entre nuevos vertederos y ya existentes.

⁴⁸ “Proyección de emisiones de contaminantes atmosféricos en España” disponible en http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/pdf/Resumen_Proyecciones_emisiones.pdf

⁴⁹ Información procedente del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015.

En el caso de los vertederos ya existentes las autoridades deben mejorar su capacidad tecnológica y su nivel ambiental incorporando la infraestructura necesaria para la gestión de emisiones de metano.

España cuenta en la actualidad con aproximadamente con 183 vertederos controlados. (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). A partir de datos procedentes del Ministerio de Medio Ambiente y del Plan de Energías Renovables (2005) se ha estimado que en la actualidad sólo un 13%⁵⁰ de los vertederos en España cuenta con sistemas de captación de gas para su posterior aprovechamiento.

En cuanto a los nuevos vertederos la autoridad competente debe igualmente verificar que el vertedero disponga de mecanismos para gestionar las emisiones de metano y, al mismo tiempo, incorporar sistemas de alta eficiencia que permitan la recolección y aprovechamiento energético de las emisiones de metano.

Según los objetivos de eliminación del Plan Nacional Integrado de Residuos Urbanos durante el período de vigencia del plan se pretende la construcción, o finalización de la construcción, de 15/20 nuevos vertederos controlados que permitan la clausura de los actuales incontrolados.

A continuación se presentan ejemplos de medidas para la mejora en cuanto a la reducción de las emisiones de metano en los vertederos.

Ejemplo1: Cubrimiento de los vertederos y captación de gas

En los casos de vertederos controlados en operación pueden aplicarse mejoras en la ingeniería de construcción y captación de gases que pueden ayudar a mejorar la reducción de emisiones no controladas de metano en el vertedero. El cubrimiento de vertederos mediante la aplicación de capas de arcilla impermeable genera una barrera que reduce la emisión de metano. Hay que destacar que esta barrera de contención puede deteriorarse o incluso fragmentarse bajo ciertas condiciones ambientales. Se asume que disponiendo de un buen sistema de sellado un 80% (GECS-Research Project, 2002) del biogas contenido en el vertedero puede ser captado y reutilizado para su posterior uso en el vertedero. El 20% (GECS-Research Project, 2002) restante escapa a través de la capa de contención.

El gas captado en el vertedero puede ser usado de diversas formas, las dos alternativas más comunes se presentan a continuación:

- Utilización del biogas como fuente de energía. El metano procedente del vertedero puede ser utilizado directamente en calderas o de forma indirecta para la generación de electricidad (con o sin recuperación de calor). La producción de energía eléctrica mediante biogás se encuentra regulada en el Real Decreto 661/2007 de Régimen Especial de producción de energía eléctrica dentro del grupo 7.1 con una tarifa de 8,2302 c€/kWh.

⁵⁰ Estimación realizada por Ecofys a partir de información contenida en el Plan de Fomento de Energías Renovables

- Quema directa del metano en antorchas. Las antorchas son equipos para la quema directa del metano en el mismo lugar en el que es recogido generando una llama de varios metros de altura. La eficiencia de combustión de estos equipos es de aproximadamente el 99% (Frost et al., 1997). El gas emitido por la llama es mayoritariamente CO₂ que aunque dispone de potencial como efecto invernadero es 23 veces menos dañino que el metano.

Considerando los objetivos de este trabajo recomendamos la primera opción como la más atractiva.

Ejemplo 2: Oxidación del metano en las capas superiores del vertedero

Las emisiones de metano de los vertederos pueden reducirse mediante la optimización de las condiciones de oxidación modificando el nivel de actividad biológica, la disponibilidad de nutrientes, aspectos estructurales del material de cobertura, etc. Se estima que las emisiones globales de metano de los vertederos pueden reducirse entre un 10% y 20% como resultado (GECS-Research Project, 2002).

Ejemplo 3: Vertido aeróbico con pre-tratamiento biológico-mecánico

El metano en los vertederos se genera bajo condiciones estrictamente anaeróbicas. La presencia de pequeñas cantidades de oxígeno dentro del vertedero puede inhibir el proceso de metanogénesis y limitar la producción de CH₄. Una de las formas en las que pueden mantenerse las condiciones anaeróbicas dentro del vertedero es mediante la inyección de aire comprimido enriquecido con oxígeno a través de un sistema específico de canalizaciones.

Una reducción adicional en las emisiones puede obtenerse mediante la aplicación de pre-tratamiento de los flujos de residuo a través de tratamiento mecánico con separación, reducción del tamaño del residuo, homogeneización y tratamiento biológico.

7.2 Reducción del metano en el tratamiento de aguas residuales

Los procesos de tratamiento de aguas residuales generan aproximadamente el 19% del total de metano del sector de Residuos⁵¹.

El metano generado en los sistemas integrados de depuración de aguas residuales previo a la estabilización de los fangos puede ser recolectado y quemado o usado como combustible. Las alternativas para la reducción de emisiones son similares a las utilizadas en el caso de los vertederos. Ejemplos de los procesos aplicables son: tratamiento aeróbico del agua residual, mejora de las actuales plantas de tratamiento sobrecargadas o plantas con aireación sub-óptima, tratamientos anaeróbicos para estimular la generación de metano, que puede ser recolectado y

⁵¹ Estimado a partir de Ministerio de Medio Ambiente, 2008a

reutilizado como combustible (aquí un beneficio añadido se genera con la sustitución de combustibles fósiles).

La mayor parte de estas medidas de reducción generan reducciones en las emisiones de metano cercanas al 80% (GECS-Research Project, 2002). De forma teórica, la completa implementación de tratamiento de aguas residuales podría reducir las emisiones de GEI procedentes de la descarga de las residuales y aquellas procedentes de letrinas y fosas sépticas en un 78% (GECS-Research Project, 2002).

Se asume que la aplicación conjunta de estas medidas puede generar una reducción del 60% de las emisiones asociadas a este sector en 2020.

Como se ha indicado anteriormente la aplicación del PNIR, gracias a sus estrategias en materia de reducción de la fracción de residuo enviada a vertedero así como el incremento en la valorización energética de la misma tiene un potencial para la reducción del 40% de las emisiones del sector, con un total de 7,8 Mton de CO₂ eq.

Se estima que mediante una correcta aplicación combinada de las medidas en relación al cubrimiento y captación (y uso) de gas en vertederos, modificación de las condiciones aeróbicas del medio junto con varias medidas en cuanto a la reducción de gases en aguas residuales como la aplicación de tratamiento aeróbico del agua residual tienen un potencial de reducción del 20% de las emisiones del sector, que representan un total de 3,8 Mton de CO₂ eq

En base a la información contenida en diversos estudios analizados (Ecofys, 2006 / GECS-Research Project, 2002) en cuanto a estrategias de reducción de emisiones de GEI se asume que el coste medio asociado a este conjunto de medidas es de 29 €/t CO₂eq evitada⁵². La estimación de costes para esta medida se ha realizado utilizando como base el estudio GENESIS desarrollado por Ecofys. (Ecofys, 2006).

Cuñía 8: Sector agrícola: Medidas que no generan costes adicionales

8.1 Mejora en el uso y gestión de la energía y utilización de tecnologías y sistemas más eficientes

Mejoras en la eficiencia energética general en las actividades de la agricultura y ganadería que resulten en una reducción en la energía primaria consumida pueden ser el uso racional de los tractores, el uso de calderas de condensación y aplicando ventilación natural. En el caso de la

⁵² La estimación de costes por medida en este caso es de difícil ejecución ante la falta de información detallada para cada una de las medidas por separado.

horticultura, mejoras en cuanto a la eficiencia energética coste-efectivas son la integración de la temperatura, las calderas de condensación y la instalación de bombas de calor con ciclo combinado, además del almacenamiento en acuífero.

La aplicación de esta medida considera una reducción del 2% por año en comparación con el nivel de eficiencia congelado (Ecofys 2008b), representando un 26,1% para 2020. El coste medio asociado a esta medida se estima en 0 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

8.2 Digestión anaeróbica de los purines

Las mejores medidas desde un punto de vista de efectividad de costa para la reducción de las emisiones de CH₄ de los purines son las asociadas a la digestión anaeróbica de los purines a través de digestores centralizados en granjas. La digestión anaeróbica es la fermentación bacteriana de la materia orgánica. Este proceso genera biogás que generalmente se compone de 65% de metano y 35% de dióxido de carbono con trazas de nitrógeno, compuestos de sulfuro, compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Generalmente, entre el 40% y el 60% de la materia orgánica presente se convierte en biogás. El biogás puede ser quemado de forma directa en calderas modificadas de gas para la producción de calor o puede ser usado para generar electricidad. El residuo remanente puede ser utilizado como adobe para el suelo o fertilizante (Ecofys 2008b)

Además de reducir las emisiones de CH₄, la digestión anaeróbica de los purines puede tener beneficios externos: (1) reducción indirecta de las emisiones de CO₂ debido a la reducción en generación de electricidad, y (2) opciones para la co-digestión, particularmente, la co-digestión de los purines del ganado avícola genera a reducción en las emisiones de N₂O. Estos beneficios adicionales no se tienen en cuenta en los cálculos.

El potencial de implementación en 2020 se estima aproximadamente en 70% mientras que la reducción de emisiones de CH₄ y N₂O es de 75% para los países cálidos de la OECD de Europa (Graus *et al.*, 2004). Esto significa que 52,5% de las emisiones de CH₄ y N₂O pueden ser reducidas en 2020.

La aplicación de esta medida implica una implementación de la medida en un 70% en 2020. Esto conlleva una reducción del 52,5% de las emisiones de CO_{2eq} en el mismo año.

El coste medio de la medida es de -27 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

8.3 Reducción de CH₄ a través de la fermentación entérica a través de dietas mejoradas

Opciones viables económicamente para los países de la EU para la reducción de CH₄ de la fermentación entérica en ganadería debida a la mejora de la dieta de los animales incluyen:

- Incremento en el nivel de ingesta de comida para cambiar los ácidos grasos volátiles en el rumen para generar más propionato.
- Incremento en la eficiencia de conversión – dieta alta en grasas: la adición de grasas a la dieta permite alcanzar los requerimientos energéticos e incrementa el propionato en el rumen.
- Incremento en la eficiencia de conversión: incluir más carbohidratos no estructurales en concentración conlleva un menor pH en el rumen.
- Incremento en la eficiencia de conversión – Substitución de la fibra con concentrados: sustitución de la fibra que contiene altas proporciones de carbohidratos estructurales con concentrados para mejorar la generación de propionato en el rumen.

La eficiencia de reducción de estas medidas dispone de un valor medio de 8.5% para los países OECD en Europa. Se asume que este tipo de medidas podrán implementarse en un 18% del sector agrícola en 2020. Ello resulta en una reducción en las emisiones de CH₄ del 3% en 2020 (Graus *et al.*, 2004).

Se estima que el coste medio de las medidas es de -116 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

8.4 Reducción de N₂O de los suelos debido a una manutenzione más extendida

El nitrógeno se añade al suelo en diversos procesos: cultivos de fijación de nitrógeno, añadiendo fertilizantes sintéticos y residuos orgánicos de ganado y cosechas. La única forma económicamente viable de reducir las emisiones de N₂O en el sector de la agricultura es con un mantenimiento más extendido. Esta medida incluye una extensión más uniforme para aumentar la eficiencia, evitando sobre- o sub- aplicación.

Con un potencial de implementación del 59% en 2020 la reducción será del 13% en ese mismo año. (Graus *et al.*, 2004).

Se estima que el coste medio de esta medida es de -37 €/tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

Cuña 9: Sector agrícola: Medidas que generan costes adicionales

9.1 Reducción de CH₄ de la fermentación entérica gracias a cambios en la dieta

La adición de precursores del propionato en los suplementos diarios incrementará la eficiencia del rumen y, por lo tanto, reducirá las emisiones de CH₄. La introducción de este método costará 43 €/tCO_{2eq} evitada.

Con una eficiencia de reducción del 25% y un potencial de implementación de 18% en 2020, el potencial de reducción se localiza en el 2% (Graus *et al.*, 2004).

El coste medio asociado a esta medida se estima en 43 €/ tCO_{2eq} y se ha calculado en base al siguiente estudio GENESIS desarrollado por Ecofys (Ecofys, 2006).

Apéndice VII: Bibliografía

- Al Seadi, T., K. Hjort-Gregersen, J. Christensen, L. Nielsen, H. Møller, S. Sommer, T. Søndergaard Birkmose, C. Couturier, C. Zafiridis, B. Van Asselt, J. Mata-Álvarez, V. Heslop, F. Rabier, G. Warnant, and M. Madsen. PROBIOGAS (Promotion of Biogas for Electricity and Heat Production in EU- Countries - Economic and Environmental Benefits of Biogas from Centralised Co-digestion). Publishable Final Report. Intelligent Energy Europe. 24 August 2007. pp. 1-141.
- Alonso, C. Plan de contratación pública verde. La compra sostenible. Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente, ISSN 1577-9491, N.º. 74, 2008 , pags. 55-58
- Apeal (2007). Two thirds of Europe’s steel packaging gets recycled. <http://www.apeal.org/>.
- Ashford et al, (1998). Assessment of potential for saving of carbon dioxide emissions in European building stock, submitted by Caleb management services, prepared for the Euroace – building energy efficiency alliance.
- Austin, TC, Dulla, RG and Carlson, TR, (1999). 'Alternative and Future Technologies for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Road Vehicles', Canadian National Climate Change Process, Transportation Table Subgroup on Road Vehicle Technology and Fuels.
- Bates, J., Brand, C., Davidson, P., Hill, N., (2001). AEA Technology Environment. Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change. Economic Evaluation of Emissions Reductions in the Transport Sector of the EU. Bottom-up Analysis. Final Report.
- Bernstein, L., J. Roy, K. C. Delhotal, J. Harnisch, R. Matsushashi, L. Price, K. Tanaka, E. Worrell, F. Yamba, Z. Fengqi, (2007): Industry. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007
- Blok, K. (2005). Improving energy efficiency by five percent and more per year? Journal of Industrial Ecology. Volume 8, Number 4. Massachusetts Institute of Technology and Yale University.
- Brand et al. (1997). “Forecast of New Technologies with Major Impacts”. FANTASIE Deliverable 9, AEA Technology plc, Culham, Oxon, UK. 1997
- Comisión Europea (CE 2008): Dos veces 20 para 2020
El cambio climático, una oportunidad para Europa. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. 23 de enero de 2008. Bruselas: CE.
- P6_TC1-COD(2008)0014, de 17 de Diciembre de 2007, DECISIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre el esfuerzo que habrán de desplegar los Estados miembros para reducir sus emisiones de GEI a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020
- Nucete, E. (WWF 2008) “Vehículos más eficientes ¿para cuándo?”. Grupo de Trabajo de Transporte, Conama9

- DLR (2005). WP 3: Renewable Energy Resources in EU-MENA . Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region. Disponible en:
http://www.solarpaces.org/Library/MED-CSP_05/MED-CSP.HTM
- (GECS-Research Project, 2002). DG Research Fifth Framework Programme. Greenhouse Gas Emission Control Strategies. GECS-Research Project N° EVK2-CT-1999-00010; November 2002.
- Eberhard, Martin & Tarpening, Marc. Tesla Motors Inc. The 21st Century Electric Car. 2006
- Ecofys (2006). GENESIS database V2. Utrecht, Netherlands. 2006
- Ecofys (2007). Update GENESIS database for power and industry for EU25 in 2020. Utrecht, Netherlands. 2007
- Ecofys (2008) Global Low Energy Scenarios-Update.
- Ecofys (2008b). A low carbon vision for Greece in 2050. Utrecht, Netherlands. 2008
- (SERPEC-CC 2008) Sectoral Emission Reduction Potentials and Economic Costs for Climate Change, in order of the European Commission's Sixth Framework Programme, 2006-2008 (to be published). Ecofys Netherlands, Institute of Communication and Computer Systems (ICCS) of National Technical University of Athens (NTUA) (E3M-Lab), and Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) - EC Joint Research Centre (2008).
- Econcern (2008): Proyecto "Living++". Disponible en:
http://www.ecostream.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=717&Itemid=2700&lang=en
- EURIMA (European Insulation Manufacturers Association), Ecofys (2005). Cost-Effective Climate Protection in the EU Building Stock.
- European Commission (2005b). Views. Shift Gear to Biofuels. Results and recommendations from the VIEWLS project. November 2005.
- European Environmental Agency (EEA, 2008): Annual European Community greenhouse gas: inventory 1990–2006 and inventory report 2008.
- FKA 2002. Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (FKA), Body Department, "Final Report: Lightweight Potential of an Aluminum Intensive Vehicle".
- Fulton (2005). Biofuels for transport – a viable alternative? OECD Observer, May 2005..http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/1647/Biofuels_for_transport.html And assuming an exchange rate of 1 euro to 1.2447 dollar (<http://www.x-rates.com/d/USD/EUR/hist2005.html>)
- Graßl, H., J. Kokott, M. Kulessa, J. Luther, F. Nuscheler, R. Sauerborn, H.-J. Schellnhuber, R. Schubert, E.-D. Schulze. 2003 Climate Protection Strategies for the 21st Century: Kioto and beyond. WBGU (German Advisory Council on Global Change).
http://www.wbgu.de/wbgu_sn2003_engl.pdf
- Graus, W. y Blomen, E. (2008): A low carbon vision for Greece in 2050. Ecofys: Utrecht

- Graus, W., M. Harmelink and C. Hendriks (2004). Marginal GHG-abatement curves for agriculture. Ecofys, Utrecht, the Netherlands.
- Hare, W. (2003) Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change – Contribution to the Specification of Art. 2 of the UNFCCC. WBGU (German Advisory Council on Global Change). http://www.wbgu.de/wbgu_sn2003_ex01.pdf
- Harnisch, J. and C. Hendriks (2000). Economic Evaluation of Reductions of HFCs, PFCs and SF6 in Europe. Assignment for European Commission. Ecofys, Utrecht, The Netherlands.
http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/climate_change/emission_reductions.pdf
- Hendriksen et al., TNO-report (2003). Evaluation of the environment performance of modern passenger cars running on petrol, diesel, automotive LPG and CNG.
- International Energy Agency (IEA 2008). Energy Technology Perspectives – Scenarios & Strategies to 2050. OECD/IEA.
- IEA/SMP (2004). IEA/SMP Model Documentation and Reference Case Projection. L. Fulton (IEA) and G. Eads (CRA) for WBCSD's Sustainable Mobility Project (SMP), July 2004.
- Inventario de emisiones del año 1990 y 2005
- IPAI 2000. "Aluminum Applications and Society: Life Cycle Inventory of the Worldwide Aluminum Industry With Regard to Energy Consumption and Emissions of Greenhouse Gases, Paper 1 – Automotive," May 2000.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2001. R. T. Watson, ed. Third Assessment Report: Climate Change 2001. <http://www.ipcc.ch/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. R. T. Watson, ed. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. <http://www.ipcc.ch/>
- IPM&ET (1996). Op weg naar schoner transport: eindrapport, Integratieproject Milieu en Economie in de Transportsector, CE, KNV and TLN, Delft, The Netherlands.
- Joosen, Suzanne and Blok, Kornelis. Ecofys (2001). Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change. Economic Evaluation of Carbon Dioxide Emission Reduction in the Household and Services Sectors in the EU. Bottom-up Analysis. Final Report.
- Kumana, J. (2000). The Pinch Analysis. Disponible en:
<http://www.oilandgasnewsworldwide.com/bkArticlesF.asp?Article=17610&Section=2463&IssueID=382>
- Levine et al, 1995. Efficient Use of Energy Utilizing High Technology, An Assessment of Energy
- McGowan, F. S. (2008): The Potential Impact of Electric Vehicles on BCHydro's Load
- Mallon, K.; Bourne, G. y Mott, R. (2007): Climate solutions: WWF Vision for 2050. WWF Global Energy Task Force. WWF International. 2007
- Meinhausen, M. (2004). EU's 2°C Target and Implications for Global Emission Reduction. Swiss Federal Institute of Technology presentation.

- Ministerio de Economía. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 (E4).
- Ministerio de Economía. Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) 2004-2012
- Ministerio de Medio Ambiente (2008a). Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Inventario de Emisiones de GEI de España. Años 1990-2006.
- Ministerio de Medio Ambiente Español (MMAE 2006/2007): Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión 2008-2012. Aprobado mediante el Real Decreto 1370/2006 del 24 de noviembre y modificado por el Real Decreto 1030/2007 del 20 de julio.
- Ministerio de Medio Ambiente Español (MMAE 2007a). Estrategia española de cambio climático y energía limpia (EECCCEL): Horizonte 2007-2012-2020, aprobado por Consejo de Ministros el 2 de Noviembre del 2007
- Ministerio de Medio Ambiente Español (MMAE 2007b). Estrategia española de cambio climático y energía limpia (EECCCEL): Plan de Medidas Urgentes
- Ministerio de Medio Ambiente Español (MMAE 2007c) Comunicación de España a la Comisión Europea. Artículo 3.2(a), (b), (c) y (d) de la decisión 280/2004/CE. Marzo 2007
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008b). Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015. 2008b.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM 2008a). Actuaciones Públicas en Materia de Medio Ambiente. Políticas contra el cambio climático.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM 2008b). Actuaciones Públicas en Materia de Medio Ambiente. Gasto público y medidas de fomento o compensatorias para la protección del medio ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente Español (MMAE 2006). Cuarta Comunicación Nacional de España (CNDE). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2006.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC). Miguel Sebastián presenta 31 medidas, en 4 ámbitos, para reducir el consumo energético de España. Nota de prensa 29 de julio de 2008.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC). Plan VIVE 2008/2010: Vehículo Innovador-Vehículo Ecológico.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 18 Jan 2005. NOAA News Online (Story 2371): NOAA reports December warmer than average, global temperature warmer than average. <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/s2371.htm>
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Mauna Loa CO₂ annual mean data. (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends)
- Odysee (2008). Database on energy efficiency indicators. <http://services.enerdata.eu/commerce/site/templateServices.php>

- OECD/IEA (2006). Energy Technology Perspectives – Scenarios and strategies to 2050. OECD/IEA, 2006.
- OECD/IEA (2007). Energy use in the New Millennium – Trends in IEA Countries. OECD/International Energy Agency.
- Oficina española de cambio climático y Universidad de Castilla-La Mancha (OECC-UCLM 2005): Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.
- ORDEN PRE/11672008, de 21 de enero, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Verde de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, y las Entidades Gestoras de la Seguridad Social
- Pacala, S. and R. Socolow (2004). Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies. Toward a hydrogen economy. Review. 13 August 2004 VOL 305. SCIENCE.
- Phylipsen, G.J.M, K. Blok, E. Worrell (1998). Handbook on International Comparison of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry. Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, The Netherlands.
- Rockwool (2007). CTE Plus. El potencial de ahorro de energía y reducción de Emisiones de CO₂ en viviendas mediante incremento en el aislamiento.
- Sarafidis, Y, S. Mirasgedis, E. Georgopoulou. (2002) Economic evaluation of CO₂ emission abatement measures in the Greek energy sector. *Journal of Environmental Planning and Management* **45**, no. 2, pp. 181-198
- TNO Science and Industry, Institute European Environmental Policy and Laboratory of Applied Thermodynamics (2006). Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emission from passenger cars. Final report.
- TREMOVE (2008). TREMOVE EU-wide transport model. Disponible en: www.tremove.org
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) (2008). Human Settlement Database. <http://w3.unece.org/stat/HumanSettlements.asp>
- UNFCCC (2008a). Common Reporting Format (CRF). Inventory 2005. Submission 2008 v1.4. Spain.
- UNFCCC (2008b) Datos de emisiones de GEI. Consultado en Julio de 2008. http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/items/4146.php
- Use in Industry and Buildings, WEC, London, UK.
- WBCSD (World Business Council on Sustainable Development) (2005). Pathways to 2050 – Energy and Climate Change.
- World Business Council for Sustainable Development. Mobility 2030 (2004): Meeting the challenges to sustainability”. The sustainability Mobility Project. Full Report.

- Worrel, E and C. Galitsky (2005). Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities For Petroleum Refineries. An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers. USDOE.

http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=8

Apéndice VII: Información bibliográfica adicional

Base de datos utilizadas, propiedad de Ecofys

En parte este estudio es posible gracias a la información de base que proporciona GENESIS y SERPEC-CC, bases de datos oficiales con los potenciales de mitigación de Europa y del mundo (sólo en la actualización SERPEC-CC), que ha desarrollado Ecofys junto con otras organizaciones para la Comisión Europea y algunos Estados Miembros. El acceso a esta información es restringido. En el caso de GENESIS, los datos se utilizaron como base para el reparto de esfuerzos del Protocolo de Kioto entre los Estados Miembros (véase http://ec.europa.eu/environment/enveco/climate_change/sectoral_objectives.htm). SERPEC-CC contiene potenciales de reducción por medida y costes asociados. A continuación puede ampliar información sobre ésta, en inglés.

Sectoral Emission Reduction Potentials and Economic Costs for Climate Change

The objective of the Sectoral Emission Reduction Potentials and Economic Costs for Climate Change (SERPEC-CC) project is to identify the least-cost contribution of different sectors and gases for meeting post-2012 EU-25+ (EU25, Romania, Bulgaria and if possible, Croatia and Turkey) quantitative reduction objectives for all greenhouse gases, and to determine a package of cost-effective policies and measures for all sectors and gases towards meeting these goals. The project aims for a comprehensive update of a 2002 exercise undertaken by DG Environment on 'Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change'.

The project will cover (i) techno-economical research on greenhouse gas emission reduction options, and assessment of least-cost policies and measures using the GENESIS database; and (ii) runs of the PRIMES model (an energy system partial equilibrium model) with inclusion of reduction options for non-CO₂ greenhouse gases and options that are not (or not fully) included in the PRIMES model, which will identify the least-cost allocation of objectives for different sectors and greenhouse gases.

Key deliverables of the project will be (i) sector reports, with descriptions of sectors and baseline developments, and fact sheet information on emission reduction technologies (including costs, reduction potentials and implementation assumptions); a summary report of the (ii) 'bottom-up' analysis and (iii) the model-based 'top-down' analysis of the least-cost allocation of objectives; and (iv) a summary report, comprising an executive summary of the report, description of the results of the study and a synthesis/recommendation for policy purposes.