

ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA 2004-2012

5.6 SUBSECTOR MADERA, CORCHO Y MUEBLES

Propuesta

5 de Noviembre 2003



SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA,
DESARROLLO INDUSTRIAL Y DE LA
PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA

INDICE

1.- CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR	1
1.1.- ASERRADO Y CEPILLADO DE LA MADERA PREPARACIÓN INDUSTRIAL DE LA MADERA (CNAE- 20.1)	1
1.2.- FABRICACIÓN DE CHAPAS, TABLEROS CONTRACHAPADOS, ALISTONADOS, DE PARTÍCULAS AGLOMERADAS, DE FIBRAS, Y OTROS TABLEROS Y PANELES (CNAE- 20.2)	1
1.3.- FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA Y PIEZAS DE CARPINTERÍA Y EBANISTERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN (CNAE- 20.3)	2
1.4.- FABRICACIÓN DE ENVASES Y EMBALAJES DE MADERA (CNAE-20.4)	2
1.5.- FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS DE MADERA, FABRICACIÓN DE PRODUCTOS CORCHO, CESTERÍA Y ESPARTERÍA(CNAE-20.5)	2
1.6.- FABRICACIÓN DE MUEBLES CNAE 36.1	2
2. - OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA	7
3.- OBSTÁCULOS PARA CONSEGUIR LOS OBJETIVOS	11
4. - MEDIDAS E INSTRUMENTOS	12
4A. MEDIDAS EN TECNOLOGÍAS HORIZONTALES	15
4B. MEDIDAS EN TECNOLOGÍA DE PROCESOS	16
4C. MEDIDAS EN NUEVOS PROCESOS.....	18
5. - CUANTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS	21
6. - EXPERIENCIAS RELEVANTES	22
7. - CONCLUSIONES	24
ANEXO	25

SUBSECTOR INDUSTRIA DE LA MADERA, CORCHO Y MUEBLE

1.- CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR

Industria de la Madera, Corcho y Muebles CNAE - 93/ 20 y 36

La industria de la madera y corcho, esta ligada a la actividad constructora, principalmente edificación de viviendas, y la fabricación de tableros de aglomerado y de fibras a la fabricación de puertas y muebles. El número de empresas es de 40.776 con 239.235 empleados.

El subsector de las industrias de la madera está formado generalmente por empresas pequeñas y medianas. Su localización geográfica está distribuida por todo el territorio nacional, sin embargo, las industrias que elaboran productos semiacabados, aserraderos y fábrica de tableros se localizan en zonas rurales próximas a fuentes de suministro de materias primas.

Así en Galicia están el 33% de los aserraderos, el 37% de la capacidad de tableros de partículas y el 61% de fibras. Sin embargo, las industrias que elaboran productos finales están localizadas en las zonas cercanas a las grandes poblaciones, con especial concentración en Cataluña, Comunidad Valenciana, Andalucía, Comunidad de Madrid y Castilla la Mancha.

El subsector del corcho está formado por 285 establecimientos (según datos de AECORK) siendo la distribución mayoritaria: Cataluña - 138, Extremadura – 68 y Andalucía – 55.

El porcentaje de consumo de energía final de este subsector respecto al consumo de energía final Total del Sector Industria tiene la siguiente evolución: año 1995 el 1,8%; año 2000 el 2,11%; año 2006 el 2,36% y para el año 2012, el 2,57%.

1.1.- Aserrado y cepillado de la madera preparación industrial de la madera (CNAE-20.1)

Corresponde a la preparación industrial de la madera, fabricación de traviesas para vías férreas, postes, madera sin ensamblar para entarimados y el secado de la madera. Se tiende a sustituir como materia prima la madera de importación, madera en rollo tropical para aserrio o chapa, por madera nacional.

El empleo ha experimentado en este subsector desde el año 1993 y hasta el año 2001 un crecimiento del 19%.

1.2.- Fabricación de chapas, tableros contrachapados, alistonados, de partículas aglomeradas, de fibras, y otros tableros y paneles (CNAE-20.2)

Comprende la fabricación de tableros contrachapados destinados al envase y a la industria de la carpintería y muebles, la producción se ha mantenido prácticamente igual en los últimos años.

En este subsector se ha producido un aumento en el número de trabajadores de un 44% desde el año 1993 al 2001.

1.3.- Fabricación de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción (CNAE-20.3)

Una parte muy importante de los productos de la madera se incorpora directamente a las obras, como es el caso de la carpintería. Se ha producido un aumento del 15% del empleo en este subsector desde el año 93.

1.4.- Fabricación de envases y embalajes de madera (CNAE-20.4)

Incluye todo tipo de recipientes, Cilindros para cables y paletas para carga. Se ha producido un leve descenso del empleo de un 4% entre los años 1993 y 2001.

1.5.- Fabricación de otros productos de madera, Fabricación de productos corcho, cestería y espartería (CNAE-20.5)

Los productos correspondientes al CNAE 20.5 se definen como utensilios diversos de madera, artículos de corcho y alfombras de materiales trenzables, cestería y espartería.

En la fabricación de productos corcho, cestería y espartería ha disminuido el empleo en los últimos años; dentro de este actividad es la cestería y espartería donde más disminución ha existido al quedar en España muy pocas industrias de estos materiales.

En fabricación de otros productos de madera, se ha producido una variación en el número de personas ocupadas en los años 1993 a 2001 de un 16%.

1.6.- Fabricación de muebles CNAE 36.1

Este subsector es el que tiene un crecimiento más constante a lo largos de los años, 22% en el periodo 1993 - 2001 y siendo el número de empleados en el año 2001 de 134.130.

Situación socioeconómica del subsector

El subsector presenta una gran variedad en cuanto a las empresas que lo componen, siendo fundamentalmente PYMES. El 94.6% de las industrias tienen menos de veinte empleados y 26.585 empresas tienen dos o menos de dos, lo que equivale al 65% del total de empresas.

Existen distintas asociaciones empresariales e instituciones, ligadas a la industria del corcho como son:

- AECORK - Asociación de Empresarios del Corcho de la Madera
- ASECOR - Agrupación Sanvicenteña de Empresarios del Corcho
- IPROCOR - Instituto del Corcho, Madera y Carbón Vegetal de Extremadura.

En el caso de la madera y los muebles las asociaciones implicadas son:

- CONFEMADERA - Confederación Española de Empresarios de la Madera
- FEDERMUEBLE - Fed. Española de Empresarios e Industriales del Mueble
- FEIM - Fed. Española de las Industrias de la Madera
- ANFTA - Aso. Nacional de Fabricantes de Tablero
- FAPROMA - Aso. de Fabricantes de Paletas y Productos de Madera para la Manutención
- ASEMAD - Aso. Valenciana de Empresarios de carpintería y afines
- PIMB - Aso. Patronal de industrias de elaboración de la Madera de Baleares
- UNEMAC - Unión de Empresarios de la Madera de Córdoba
- FEMAMM - Fed. Madrileña de la Industria y el Comercio de la Madera y el Mueble
- CAEMA - Confed. Aragonesa de Empresarios de la Madera
- FEDEMCO - Fed. Española del Envase de Madera y sus Componentes
- AEPYTRAM - Aso. Española de Postes y Tratamiento de Maderas
- SAVIASTUR - Empresas de 2ª Transformación de la Madera y Afines
- FECEG - Fed. Gallega de Empresas de Carpintería y Ebanistería
- FEARMAGA - Fed. Empresarial de Aserradores y Rematantes de Maderas de Galicia
- AREMA - Aso. Regional de Empresarios de la Madera de la Región de Murcia
- AEMCM - Aso. de Empresarios de la Madera de Castilla la Mancha
- FEVAMA - Fed. Empresarial de la Madera y Mueble de la Comunidad Valenciana
- Asociación Patronal de Carpinteros de Guipúzcoa
- AEIM - Aso. Española de Importadores de Madera
- ACEMM - Aso. Cantábrica de Empresarios de la Madera y del Mueble
- Confederación Catalana de la Fusta
- ASIMAC - Aso. Provincial de Industriales de la Madera y su comercio de Jaén
- CEMCAL - Confed. de Empresarios de la Madera de Castilla y León
- ADEMAN - Aso. de Empresarios de la Madera de Navarra
- ANEPROMA - Aso. Nacional de Empresas para la Protección de la Madera
- ASERMA - Aso. Española de Recuperadores de Madera
- ASMADERA - Aso. Empresarial de Aprovechamiento Forestal, Aserraderos y Almacenistas de Madera de Asturias
- FEMA - Federación de Empresarios de la Madera de la Provincia de Cadiz
- ANREPA - Aso. Nacional de Recicladores de Palets
- FEDEXMADERA - Fed. Extremeña de Empresarios del Mueble y de la Madera
- AITIM - Asociación de la Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y corcho

El subsector de la madera y el mueble cuenta con un gran peso dentro de la industria del país por su número de empresas 40.776 (Datos DIRCE 2001) y por el empleo que genera, ya que ocupa a 239.235 trabajadores, de los que 134.130 son del subsector del mueble, que representa un 56% del total del empleo del subsector de la madera y el mueble.

Volumen de negocio: El importe neto de la cifra de negocios del subsector alcanzó durante 2001 los 18.658,55 millones de euros siendo la cifra de exportaciones superior a la de importaciones, excluyendo madera en rollo y aserrada, en gran medida gracias al subsector del mueble, que además es el que cuenta con mayor número de empresas, empleados y volumen de negocio: 9.653,18 millones de euros, lo que supone el 51.7% de la cifra total del subsector.

Cifra de negocio por actividad.	Importe neto cifra negocios (unidades en millones)		
	2000	2001	Variación %
	€	€	
Aserrado, cepillado y preparación industrial de la madera.	1.134	1.186,99	4.72
Fabricación de chapas, tableros, alistonados de partículas, y paneles de madera	2.000	1986,94	-0.66
Fabricación de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para construcción	3.532	3.664,29	3.76
Fabricación de envases y embalajes de madera	932	910,13	-2.32
Fabricación de otros productos de madera	574	676,73	17.86
Fabricación de productos de corcho, cestería y espartería	515	580,29	12.78
Fabricación muebles	9.427	9.653,18	2.4
Total subsector madera, corcho y mueble	18.113	18.658,55	3.01
TOTAL INDUSTRIA ESPAÑA	420.012,03	440.574,11	4.9

Fuente: INE Instituto Nacional de Estadística (España)

Tipo de actividad y Numero de empresas	Numero de Empresas	Empresas %
Aserrado, cepillado y preparación industrial de la madera	1.809	4.4
Fabricación de chapas, tableros, alistonados de partículas, aglomerado de fibra y otros tableros	522	1.3
Fabricación de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción	12.422	30.5
Fabricación de envases y embalajes de madera	1.148	2.8
Fabricación de muebles	21.260	52.1
Fabricación de otros productos de madera, productos de corcho, cestería y espartería	3.615	8.9
Total	40.776	100

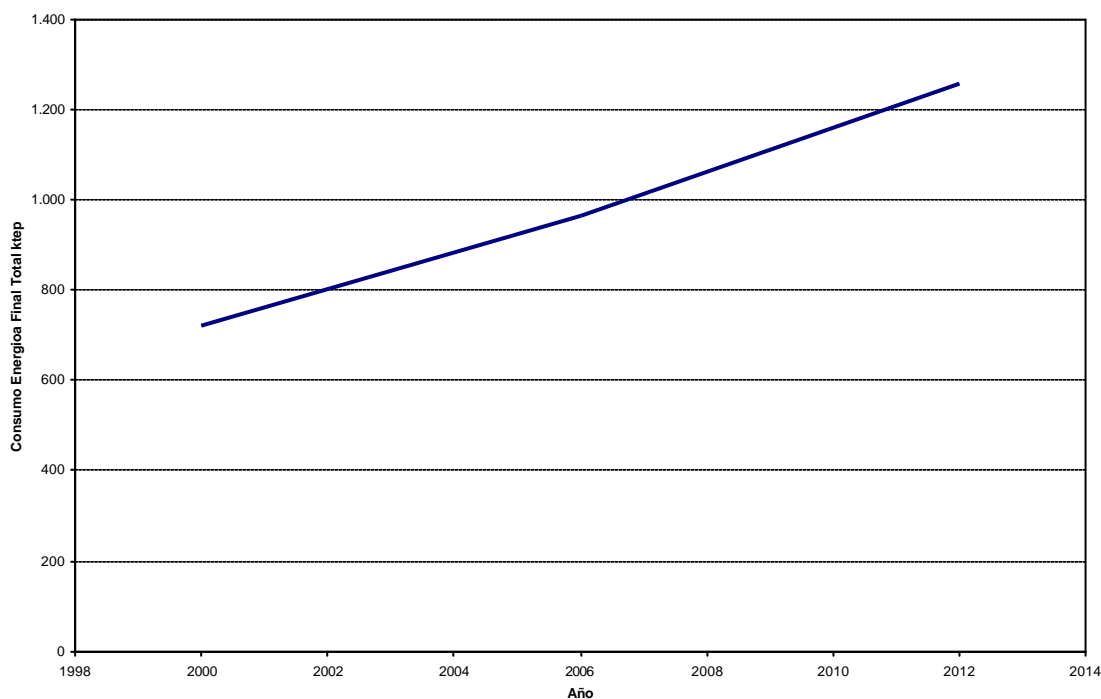
Fuente: Directorio General de empresas DIRCE 2001

Evolución del empleo

	Evolución del Empleo							
	20.1 ASERRADO	20.2 CHAPAS/ TABLEROS	20.3 PIEZAS CARPINTERIA	20.4 ENVASES EMBALAJES	OTROS	20.5 CORCHO	36. MUEBLES	TOTAL SUBSECTO R
1993	10.818	8.889	47.091	10.016	8.013	3.513	110.295	198.635
1994	10.887	8.792	46.330	8.288	8.314	3.534	105.990	192.135
1995	12.101	9.559	46.001	9.716	9.142	3.392	107.133	197.044
1996	12.057	9.225	50.947	9.451	9.164	3.176	114.857	208.877
1997	12.440	10.270	46.506	9.012	10.382	3.501	117.019	209.130
1998	12.336	10.614	50.313	9.596	10.861	3.566	126.996	224.282
1999	12.849	11.638	51.808	9.355	11.179	3.657	131.234	231.720
2000	12.292	12.555	55.031	9.937	10.033	3.334	133.008	236.190
2001	12.922	12.815	54.126	9.626	11.529	4.087	134.130	239.235

La participación del Subsector Madera, Cocho y Muebles en el Consumo de Energía Final Total se muestra en la siguiente figura.

Consumo Energía Final Total Escenario Base



Fuente :MINECO - Subdirección General de Planificación Energética Metodología AIE

Para definir el consumo de energía final en el Sector Industria se utilizan los siguientes conceptos energéticos:

Energía Final No Energética: Es la energía (fuente energética) que es utilizada como materia prima en los procesos productivos, así por ejemplo, para la fabricación de amoniaco se utiliza, entre otros, Gas Natural como materia prima.

Energía Final Energética: Es aquella que se destina para uso energético, fuente térmica y eléctrica, de los equipos y máquinas de fabricación.

Energía Final Total: Es la suma de La Energía Final No Energética y la Energía Final Energética.

La distribución de consumos de energía final, tanto Energética como No Energética, en el año 2000, para el Subsector Madera, corcho y muebles se presenta en la tabla siguiente:

Participación del Subsector Madera, corcho y muebles en el Consumo Final año 2000

Sector Industria	Total Ktep	%	Energético Ktep	%	No Energético Ktep	%
Madera, corcho y muebles	723	2,1%	723	2,8%	0	0,0%
TOTAL	34.340	100%	25.492	100%	8.848	100%

Fuente :MINECO-Subdirección General de Planificación Energética/ IDAE Metodología AIE
 $1\text{ktep} = 10^3 \text{ tep} = 10^{10} \text{ kcal}$

Según se puede observar, el total de los 890 ktep consumidos en el año 2000 en el subsector Equipos de transporte, corresponde a usos exclusivamente energéticos.

2. - OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

Como consecuencia de los análisis realizados conjuntamente con las Asociaciones Empresariales de los diferentes subsectores, Consultorías e IDAE se han identificado para el Sector unas medidas de ahorro de energía, que en ningún caso son obligatorias, y que se consideran voluntarias, ya que serían las óptimas para una mejor Eficiencia Energética en los Procesos Productivos.

La metodología de trabajo para la determinación del potencial de ahorro ha sido la siguiente:

1. Realización de reuniones con Asociaciones Empresariales

Se realizaron una serie de reuniones con las Asociaciones Empresariales siguientes:

- FEIM - Federación Española de Industrias de Madera
- ANFTA - Asociación Nacional de Fabricantes de Tablero
- FEDERMUEBLE - Federación Española de Empresarios e Industriales del Mueble.
- AITIM - Asociación de la Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y corcho
- FAPROMA - Asociación de Fabricantes de Paletas y Productos de Madera para la Manutención
- CONFEMADERA - Confederación Española de Empresarios de la Madera
- (SERCOBE) Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo española
- AECORK - Asociación de Empresarios del Corcho de la Madera
- IPROCOR - Instituto del Corcho, Madera y Carbón Vegetal, de Extremadura
- ASECOR - Agrupación Sanvicenteña de Empresarios del Corcho

cuyo resultado fue el remitir los datos siguientes:

- Situación Socioeconómica:

- Producción y productos.
 - Empleo.
 - Numero de Empresas.
 - Estructura de Costes

- Situación Energética:

- Consumo de Energía Final
 - Consumo de Energía Final por Fuentes energéticas

2. Contratación de Consultorías

Se contrató con la consultoría IDOM, de reconocida experiencia en los subsectores. Dichas consultoría, con la documentación remitida por la Asociación Empresarial y con el conocimiento de los procesos productivos

así como por el conocimiento de los estándares energéticos ratificaron los Consumo de Energía del subsector.

Paralelamente se determinaron las mejoras a aplicar en las diferentes operaciones así como la inversión asociada a dicha mejora.

Una vez determinada la mejora se estimó su implantación en el subsector y, en consecuencia, se estimó el potencial de ahorro.

Conocido el potencial de ahorro e inversión asociada al subsector se determinó el potencial de ahorro del mismo como el sumatorio del potencial de ahorro de todas las medidas propuestas, análogamente se realizó para la inversión asociada.

Para el conjunto de las medidas identificadas se ha determinado el potencial de ahorro tecnológico y el potencial de ahorro realizable. El potencial de ahorro tecnológico es el que resultaría de la implantación del 100% de las medidas, viables técnicamente, susceptibles de generar ahorros de energía. El potencial de ahorro realizable es aquel que resultaría de implantar las medidas que resulten verdaderamente viables, tanto técnica como económicamente, considerando la situación real del subsector.

Los principales elementos que explican la reducción del potencial de ahorro tecnológico son los siguientes:

- A) Existencia de Medidas con Tecnología Madura o que no necesitan desarrollo tecnológico .

En términos generales las Medidas en Tecnologías Horizontales son medidas cuyo grado de desarrollo e implantación es elevado, han sido aplicadas en numerosas ocasiones en los diferentes subsectores y su inclusión en los sistemas productivos es relativamente sencilla. Se incluyen también en este apartado aquellas medidas en Proceso que están desarrolladas tecnológicamente e implantadas en parte del subsector. Las medidas que se han considerado en éste ámbito con sus porcentajes de penetración en el subsector, han facilitado la estimación de la reducción del potencial de ahorro tecnológico .

- B) Excesivo periodo de retorno.

Tanto para las medidas asociadas a Tecnologías horizontales como las de Proceso, se ha estimado razonable la consideración de un periodo máximo de retorno de la inversión, incluyéndose dentro del Escenario de Eficiencia de la Estrategia solo aquellas medidas con un periodo inferior a 10 años.

En consecuencia y teniendo en cuenta que el potencial de ahorro tecnológico se estima entre 390 - 400 ktep y de acuerdo con las anteriores consideraciones, se llega a estimar un potencial global de ahorro realizable del orden de 20-30 Ktep que representa un valor cercano al 10% .

Teniendo en cuenta las previsiones tendenciales de consumo final en el escenario Base para 2012, cifradas en 1.256 ktep y considerando el escenario alternativo de eficiencia

energética, resultado de aplicar las medidas en su potencial de ahorro realizable, se estima un ahorro total en ese año de 22 ktep, lo que disminuiría el consumo final del sector hasta los 1.234 tep y supondría una reducción neta del 1,75% sobre el valor tendencial.

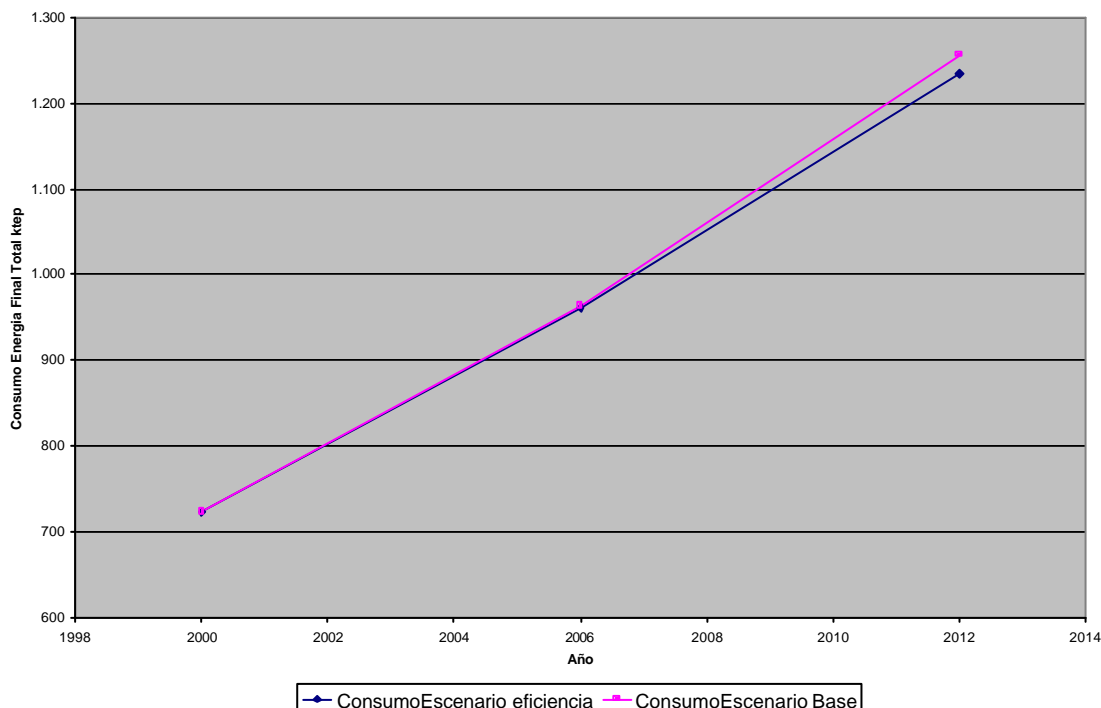
Como Escenario Base para el periodo 2000 - 2012 se ha asumido el que se deduce del documento de Planificación Energética de Electricidad y Gas. Teniendo en cuenta las limitaciones anteriormente comentadas en torno al abanico de medidas propuestas, se establece un Escenario de Eficiencia (EE) alternativo para ese mismo periodo.

ESCENARIO BASE Y ESCENARIO EFICIENCIA ENERGETICA. AHORROS GENERADOS

TOTAL SECTOR INDUSTRIA								
	2006				2012			
	Consumo E final E Base	Ahorro Energía	Consumo E final E Eficiencia	%ahorro	Consumo E final E Base	Ahorro Energía	Consumo E final E Eficiencia	%ahorro
	ktep	ktep	ktep		ktep	ktep	ktep	
Madera, Corcho y Muebles	964	3	961	0,30%	1.256	22	1.234	1,75%

Teniendo en cuenta los consumos de energía final total del Escenario Base y del Escenario Eficiencia en los años 2000, 2006 y 2012, se ha elaborado la gráfica y la tabla que se presentan a continuación.

Evolucion Consumo Energia Final Total en el Escenario base y Escenario Eficiencia



Consumos de Energía Final y Ahorros de los Escenarios Base y Eficiencia			
	2000	2006	2012
CONSUMO ESCENARIO BASE ktep	723	964	1.256
CONSUMO ESCENARIO EFICIENCIA ktep	723	961	1.234
AHORRO ANUAL ktep (%)	0 (0,00%)	3 (0,30%)	22 (1,75%)
AHORRO ACUMULADO 2003-2012 ktep			73
CO₂ EVITADO ACUMULADO 2003-2012 (Mt)			0,3

De acuerdo con la tabla anterior, el ahorro de Energía Final en la Industria en el año 2012 es de 22 ktep. Ahora bien, el ahorro acumulado del sector a lo largo del periodo de ejecución de la Estrategia 2004-2012 supera los 70 ktep.

La distribución de consumos de Energía Final, teniendo en cuenta la Energía Final Energética y la No Energética, así como el potencial de ahorro detectado dan como resultado la tabla siguiente:

AHORROS FINALES - 2012					
	Escenario base		Escenario Eficiencia		Ahorro Energía
	Consumo Final Energético	Consumo Final No Energético	Consumo Final Energético	Consumo Final No Energético	
	Ktep	Ktep	Ktep	ktep	
Madera, Corcho y Muebles	1.256	0	1.234	0	22

Como puede observarse los ahorros de energía en este Sector se realizan sobre el consumo de Energía Final Energética dado que la Energía Final No Energética se utiliza como materia prima de determinados procesos.

3.- OBSTÁCULOS PARA CONSEGUIR LOS OBJETIVOS

Según el marco que se considere, los obstáculos para la implantación de las diferentes medidas son distintos.

En el caso de que el Subsector pueda abordar las medidas, los obstáculos que normalmente se encuentran son de Información y Promoción y rentabilidad de la inversión.

La falta de Información y Promoción de tecnologías implantadas en las diferentes ramas de actividad incide directamente sobre la decisión de realizar inversiones, dado que aparentemente existe una percepción de riesgo mayor que el que en realidad se produce.

Las Empresas del Subsector, como en el resto de los subsectores realizan inversiones cuya rentabilidad es la mayor que puede obtener. Por ello, aunque se han deducido una serie de medidas que el Sector podría realizar, estas medidas las realizará siempre que su rentabilidad sea mayor que realizando otra Inversión. Es necesario destacar que este obstáculo, el Subsector no lo considera cuando tiene que realizar inversiones por obsolescencia de las instalaciones, por mejora del producto a fabricar y posibilidad de introducirse en nuevos mercados o por necesidades de producción de nuevos productos. Todo lo mencionado anteriormente es lo que define el coste de oportunidad para que las empresas decidan abordar la inversión correspondiente.

Por otra parte, cuando el Subsector, necesita abordar una determinada medida, existe un obstáculo económico relacionado con la baja rentabilidad, que hace que dicha medida no tenga el consenso necesario para poder abordarla dentro de las decisiones de las empresas.

4. - MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Las tecnologías energéticas pueden mejorar el resultado de la industria consumidora de energía, en términos generales estas tecnologías se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Medidas en Tecnologías Horizontales - (Tecnologías de Aplicación Multi-Sectorial)
- Medidas en Procesos Productivos - (Tecnologías Sectoriales)
- Nuevos Procesos Productivos - (Tecnologías Sectoriales)

De acuerdo con Los principales elementos que explican la reducción del potencial de ahorro tecnológico comentados en el punto 2, se determina el conjunto de medidas que conforman el Escenario de Eficiencia y que se agrupan en los dos siguientes apartados

A/ **Medidas Prioritarias.** Medidas cuya Tasa Interna de Retorno, con recursos propios, medida en euros constantes, con una vida media útil de cinco años y antes de impuestos, sea de al menos el 8%. Las inversiones necesarias para poner en marcha estas medidas serían realizadas por el Subsector sin Apoyos Públicos. Con todo ello se estima que este grupo de medidas , tendrán un período de retorno máximo de cuatro años.

B/ **Medidas Complementarias.** En este grupo se incluyen aquellas medidas cuya Tasa Interna de Retorno sea menor del 8% y necesiten, por tanto, un Apoyo Público para su Ejecución. Las medidas complementarias tendrán un período de retorno comprendido entre 4 y 10 años.

La realización total de estos dos grupos de medidas permite alcanzar el potencial de ahorro realizable y, con ello, el objetivo de la Estrategia.

Instrumentos

Los Instrumentos necesarios para la superación de los obstáculos son los siguientes:

- A/ de Información
- B/ de Promoción
- C/ de valoración coste de oportunidad
- D/ Económico

A/ Instrumentos de Información

Se aplicara de la forma mas consensuada con todas las empresas y atendiendo a las necesidades específicas de cada subsector; con el objetivo de mejorar la información de las nuevas técnicas implantadas. Dicha información será canalizada a través de los centros especializados correspondientes.

B/ Instrumentos de Promocion

Se aplicaran a través de jornadas técnicas, para el intercambio del conocimiento sobre el estado actual de las Mejores Técnicas disponibles desde la Unión Europea, Administración Central, Autonómica y Local hasta llegar a las Asociaciones Empresariales y al propio Industrial.

C/ Valoración del coste de oportunidad

Así mismo y como consecuencia de las jornadas técnicas se intentara demostrar al industrial que la inversión a futuro en Ahorro Energético es rentable frente a otras inversiones que pudiera realizar así como que tiene asociados otros ahorros que reducen el coste de producción.

Este será uno de los puntos mas relevantes a la hora de consensuar con todos los subsectores la viabilidad técnica y económica de todas las medidas propuestas con objeto de alcanzar el cumplimiento del objetivo energético para cada uno de ellos.

D/ Económico

En este caso y siguiendo las directrices indicadas anteriormente sobre los criterios económicos se determinara los Apoyos Públicos para superar los obstáculos y alcanzar el objetivo energético de reducción de Consumo de Energía Final.

Medidas

Como consecuencia de la heterogeneidad del Sector Industria y del análisis realizado conjuntamente por las Asociaciones Empresariales, Consultorías e IDAE, se ha contemplado la necesidad de agrupar las medidas propuestas en 30 familias de medidas.

En el cuadro siguiente se resume para el subsector estudiado las medidas en tecnologías horizontales, tecnologías de proceso y de nuevos procesos que se podrían aplicar teniendo en cuenta las 30 familias de medidas propuestas.

FAMILIA DE TECNOLOGIAS APLICABLES

FAMILIA	MCM		
	H	P	NP
Gestión de Líneas de vapor y condensados	X		
Mejoras en alumbrado y electricidad	X		
Mejoras en secaderos		X	X
Mejoras en Sistemas de Preparación y Transporte		X	
Valoración, reciclado y recirculado			X
TOTAL	2	2	2

H: Tecnologías Horizontales

P: Tecnologías en Proceso

NP: Tecnologías en Nuevos Procesos

Es necesario señalar que para cada familia existe una serie de medidas tecnológicas que la integran. Así por ejemplo para la familia "Gestión de líneas de vapor y condensados", existe, al menos, una medida:

Diagnóstico de los sistemas de aire comprimido

A/ Medidas Prioritarias

- 1/ Objetivo energético: Es la suma de las posibles medidas que cumplen las condiciones citadas anteriormente y determinan el potencial de ahorro de energía alcanzado en el periodo considerado.
- 2/ Inversión Total. Es la Inversión total necesaria para la compra de equipos y/o instalaciones.
- 3/ Apoyo Público. Tal y como se ha indicado estas medidas no requerirían Apoyo Público.

B/ Medidas Complementarias

- 1/ Objetivo energético: Es el sumatorio de las posibles medidas que cumplen las condiciones citadas anteriormente y determinan el potencial de ahorro de energía alcanzado en el periodo considerado.
- 2/ Inversión Total. Es la Inversión total necesaria para la compra de equipos y/o instalaciones.
- 3/ Apoyo Público. Se ha calculado para que las medidas se puedan realizar con una Tasa Interna de Retorno del 8%, en euros constantes, con una vida media útil de cinco años y antes de impuestos. El apoyo público es el coste de superación de obstáculos.

C/ Total Medidas

- 1/ Objetivo energético: Es el sumatorio del Objetivo Energético de las Medidas Prioritarias y las Medidas Complementarias.
- 2/ Inversión Total. Es la suma de la Inversión Total de las Medidas Prioritarias y las Medidas Complementarias.
- 3/ Apoyo Público. Es la suma del apoyo público de las Medidas Prioritarias y las Medidas Complementarias. El apoyo público es el coste total de superación obstáculos.

4A. MEDIDAS EN TECNOLOGÍAS HORIZONTALES

A.1 GESTIÓN DE LÍNEAS DE VAPOR Y CONDENSADOS

A.1.1 Diagnóstico de los sistemas de aire comprimido

Es muy importante realizar un diagnóstico de los sistemas de aire comprimido que se utilizan en las industrias de la madera, todos los elementos deben ser analizados independientemente, para detectar posibles pérdidas por fugas y demandas excesivas. El ahorro potencial detectado alcanza los 2.353 MWh

A.2 MEJORAS EN ALUMBRADO Y ELECTRICIDAD

A.2.1 Alumbrado de bajo consumo

La medida consiste en sustituir las lámparas en todas las luminarias donde sea posible por lámparas de bajo consumo, en los distintos lugares de trabajo respetando el cumplimiento de los niveles de luz recomendados en la normativa (RD 486/1997).

MEDIDAS TECNOLOGIAS HORIZONTALES

Descripción	Ahorro Térmico	Ahorro Eléctrico	Ahorro E. Final	Inversión Total	Apoyo Público	INSTRUMENTOS			Económico
	(tep)	(MWh)	(tep)	(€)	(€)	Información	Promoción	Coste Oportunidad	
ALUMBRADO DE BAJO CONSUMO, adaptarse a los nuevos sistemas de lámparas, como las de vapor de sodio de alta presión para las grandes dimensiones, las de vapor de sodio de baja presión para exteriores.	0	16.821	1.447	773.770	0	X	X	X	
INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO utilización de compresores más pequeños ubicados cerca del punto de consumo final, en lugar de instalar un sistema centralizado de aire donde se producen mayores pérdidas	0	3.364	289	1.392.787	774.898	X	X		X

MEDIDAS TECNOLOGÍA HORIZONTAL (Madera, corcho y muebles)									
	Medidas Complementarias			Medidas Prioritarias			Total Medidas		
	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público
	ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€
TOTAL	0,29	1,39	0,77	1,45	0,77	0,00	1,74	2,17	0,77

Como puede observarse el ahorro de energía para las medidas prioritarias que podría abordar el Sector representa el 83%, aproximadamente, del total del ahorro que se puede obtener con medidas en Tecnologías Horizontales.

No obstante, si se pretendiera alcanzar el 100% del ahorro estimado, el Apoyo Público necesario sería de 770.000 €, que representa el 35% del total de la inversión asociada para estas medidas.

4B. MEDIDAS EN TECNOLOGÍA DE PROCESOS

B.1 MEJORAS EN SECADEROS

B.1.2 Renovación de secaderos

La medida consiste en la sustitución de secaderos tradicionales que han quedado obsoletos por secaderos de última tecnología que optimizan el proceso de combustión y reducen las pérdidas térmicas a través de la estructura y el cerramiento de los mismos, mejorando de esta forma la eficiencia energética.

B.1.2 Termorrecuperación de los gases de combustión de secadora de madera en industrias mecánicas forestales

El fundamento de esta técnica es la recuperación de calor mediante la instalación de un intercambiador en una corriente de gases calientes, con el objeto de absorber parte de la energía calorífica de los mismos y transmitirla a un elemento secundario.

Al intervenir altas temperaturas en el secado de partículas se hace económicamente posible la termorrecuperación.

B.2 MEJORAS EN SISTEMAS DE PREPARACIÓN Y TRANSPORTE

B.2.1 Sistemas de transporte

Parte de la energía eléctrica en este tipo de industrias se consume en el transporte. Es por ello que esta medida trata de reducir este consumo seleccionando transportadores mecánicos y de tornillo helicoidal en lugar de neumáticos, ya que son energéticamente más eficientes.

MEDIDAS TECNOLOGIAS EN PROCESO

	Ahorro Térmico	Ahorro Eléctrico	Ahorro E. Final	Inversión Total	Apoyo Público	INSTRUMENTOS			
Descripción	(tep)	(MWh)	(tep)	(€)	(€)	Información	Promoción	Coste Oportunidad	Económico
SISTEMAS DE TRANSPORTE, parte de la energía eléctrica en este tipo de industrias se consume en el transporte, SELECCIÓN DE TRANSPORTADORES MECÁNICOS y DE TORNILLO HELICOIDAL en lugar de los neumáticos	0	2.523	217	1.160.655	697.239	X	X		X
MEJORA DEL AISLAMIENTO DE HORNOS, ya que una cantidad importante de energía se pierde en la estructura del horno por lo que es fundamental para reducir las pérdidas térmicas, una buena calidad y espesor del aislante	7.220	0	7.220	8.504.933	2.845.311	X	X		X
TERMORRECUPERACIÓN mediante la circulación de los gases de combustión de la secadora transportados mediante conducción aislada pudiéndose utilizar para calentar la entrada del aire fresco en el horno mediante intercambiador térmico	1.736	0	1.736	1.704.169	343.318	X	X		X

MEDIDAS EN PROCESO (Madera, corcho y muebles)									
	Medidas Complementarias			Medidas Prioritarias			Total Medidas		
	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público
	ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€
TOTAL	9,17	11,37	3,89	0,00	0,00	0,00	9,17	11,37	3,89

El potencial total de ahorro para este tipo de medidas es de, 9,17 ktep, correspondiendo exclusivamente a medidas complementarias.

Si se pretendiera alcanzar el 100% de bs ahorros para este tipo de medidas el Apoyo Público necesario sería de 3,89 M €, que representa el 34% del total de la inversión asociada a estas medidas.

4C. MEDIDAS EN NUEVOS PROCESOS

C.1 MEJORAS EN SECADEROS

C.1.1 Construcción de centrales de biomasa

Una medida muy interesante es la construcción de centrales de biomasa teniendo en cuenta la generación de residuos en % en cada uno de los subsectores, según la tabla que se adjunta a continuación:

	%
CNAE 20.1.- ASERRADO	24
CNAE 20.2.- TABLEROS/CHAPAS	2
CNAE 20.3.- ESTRUCTURAS MADERA Y CARPINTERÍA CONSTRUCCIÓN	26
CNAE 20.4.- FABRICACIÓN ENVASES Y EMBALAJES	8
CNAE 20.5.- OTROS PRODUCTOS. CORCHO CESTERÍA	2
CNAE 36.- MUEBLES	37
TOTAL	100

Como se puede ver en la tabla, la mayor generación de residuos tiene lugar en la industria del mueble, a continuación en la industria de estructuras de madera y carpintería construcción y en la industria del aserrado.

C.2 VALORACIÓN, RECICLADO Y RECIRCULADO

C.1.2 Briquetado de residuos del corcho y restos de madera

En la industria corchera se producen pocos residuos, ya que la mayoría son reutilizables excepto el polvo de corcho, lo que hace que se genere gran cantidad de residuos de este producto con alto potencial energético

Las BRIQUETAS DE POLVO DE CORCHO" se pueden utilizar como combustible para alimentar las calderas de cocción de corcho de la propias industria corchera, obteniendo así un ahorro de energía térmica.

Igualmente, en las industrias de la madera se generan residuos de esta susceptibles de ser briquetadas con el objeto de emplearse como combustible. Con esta medida se reduciría el consumo propio de energía para calefacción de almacenes y centros de trabajo en estas industrias.

C.3. Implantación de hornos de secado continuo

La implantación de esta medida supone un ahorro energético importante ya que estos hornos no necesitan ser cargados y descargados, y consumen menos energía eléctrica y térmica que los hornos discontinuos de cargas o por tandas.

MEDIDAS TECNOLOGIAS EN NUEVOS PROCESOS

Descripción	Ahorro Térmico	Ahorro Eléctrico	Ahorro E. Final	Inversión Total	Apoyo Público	INSTRUMENTOS			Economicidad
	(tep)	(MWh)	(tep)	(€)	(€)	Información	Promoción	Coste Oportunidad	
IMPLANTACIÓN DE HORNOS DE SECADO CONTINUOS, ya que no necesitan ser cargados y descargados, consumen menos energía eléctrica y térmica que los hornos discontinuos de cargas o por tandas	1.498	0	1.498	2.941.196	1.766.861	X	X		X
CONSTRUCCIÓN DE CENTRALES DE BIOMASA	8.949	0	8.949	14.056.912	7.041.265	X	X		X

TRANSFORMACIÓN DEL RESIDUO DEL CORCHO EN BRIQUETAS para alimentar con ellas las calderas de cocción de corcho, con la gran ventaja de que se transportan las briquetas de manera sencilla y limpia y pueden ser utilizadas en cualquier tipo de calderas	579	0	579	568.056	114.439	X	X		X
--	-----	---	-----	---------	---------	---	---	--	---

MEDIDAS EN NUEVOS PROCESOS (Madera, corcho y muebles)									
	Medidas Complementarias			Medidas Prioritarias			Total Medidas		
	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público	Objetivo Energético	Inversión Total	Apoyo Público
	ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€	Ktep	M€	M€
TOTAL	11,03	17,57	8,92	0,00	0,00	0,00	11,03	17,57	8,92

El potencial total de ahorro para este tipo de medidas es de, aproximadamente, 11 ktep, correspondiendo exclusivamente a medidas complementarias.

Si se pretendiera alcanzar el 100% de los ahorros para este tipo de medidas el Apoyo Público necesario sería de 8,92 M €, que representa el 51% del total de la inversión asociada a estas medidas.

Total Escenario de Eficiencia (EE)

Para el total del Sector, es decir teniendo en cuenta todas las medidas en los diferentes escenarios, se tiene la siguiente tabla:

TOTAL SUBSECTOR MADERA, CORCHO Y MUEBLES									
	Medidas Complementarias			Medidas Prioritarias			Total Medidas		
	Objetivo Energético Ktep	Inversión Total M€	Apoyo Público M€	Objetivo Energético Ktep	Inversión Total M€	Apoyo Público M€	Objetivo Energético Ktep	Inversión Total M€	Apoyo Público M€
Medidas Tecnología Horizontal	0,29	1,39	0,77	1,45	0,77	0,00	1,74	2,17	0,77
Medidas en Proceso	9,17	11,37	3,89	0,00	0,00	0,00	9,17	11,37	3,89
Medidas en Nuevos Procesos	11,03	17,57	8,92	0,00	0,00	0,00	11,03	17,57	8,92
TOTAL	20,49	30,33	13,58	1,45	0,77	0,00	21,93	31,10	13,58

La aplicación de las medidas propuestas en el período 2.004-2.012 generaría un ahorro total de Energía Final de 21,93 Ktep/año en 2012, con una inversión total de 31,1 M€, de los cuales los Apoyos Públicos serían de 13,58 M€.

5. - CUANTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS

El objetivo de ahorro energético en el año 2012 es de 22 ktep, con un ahorro total acumulado, a lo largo del período 2004-2012, del orden de 73 ktep.

La distribución de ahorros de energía en el año 2012, se reparte de la forma siguiente para los tres bloques de medidas:

- A las Medidas en Tecnologías Horizontales, le corresponde el 7,9%, equivalente a 1,74 ktep en 2012. De este el 83% son Medidas Prioritarias, que no necesitan Apoyo Público, y el resto son Medidas Complementarias.
- A las Medidas en Proceso, le corresponde 41,8%, equivalente a 9,17 ktep en 2012. De este el 100% son Medidas Complementarias.
- A las Medidas en Nuevos Procesos Productivos, le corresponde el 50,3%, equivalente a 11,03 ktep, siendo todas Medidas Complementarias.

El total de las medidas propuestas llevan asociada una inversión total para conseguir el objetivo de ahorro energético. Esta inversión total está dividida en coste de superación de obstáculos o Apoyo Público e Inversión Asociada tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Los costes de la Estrategia están básicamente orientados a la superación de los obstáculos económicos. No obstante, cabe destacar que para la implantación de todas las medidas (tanto Prioritarias como Complementarias) será necesario conseguir el Apoyo Público estimado.

A continuación se detalla el ahorro que se alcanza con cada grupo de medidas en el Subsector.

COSTES Y AHORRO EN EL ESCENARIO EFICIENTE						
SUBSECTORES	Coste superación obstáculos M€	Inversión Asociada M€	Inversión Total M€	Ahorro total Ktep	Ahorro 2012 Ktep	Ahorro 2006 Ktep
Medidas en Tecnologías horizontales	0,77	1,39	2,17	5,78	1,74	0,23
Medidas en Proceso	3,89	7,48	11,37	30,55	9,17	1,19
Medidas en Nuevos procesos	8,92	8,64	17,57	36,72	11,03	1,43
TOTAL	13,58	17,52	31,10	73,05	21,93	2,85

6. - EXPERIENCIAS RELEVANTES

Las **auditorías energéticas** en el sector están bien desarrolladas y han mostrado, en líneas generales, buenos resultados, siendo las organizaciones empresariales las que mejor las llevan a cabo, dado el conocimiento que tienen del sector. Actualmente existen programas de auditorías energéticas en diversos países. En muchos casos cuentan con apoyos financieros (Australia, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Países Bajos, Portugal, Turquía y el Reino Unido); en otros casos, las industrias que se comprometen a reducir su consumo energético – siguiendo recomendaciones formuladas en las auditorías – son recompensadas con reducciones de impuestos (el esquema de “*green tax*” de Dinamarca es buen ejemplo de este último caso).

realizar

Muchas empresas – individualmente o a través de organizaciones sectoriales – adquieren compromisos voluntarios para emprender acciones de apoyo a objetivos globales, como la reducción de GEI, mediante una amplia variedad de instrumentos: convenios industriales, acuerdos negociados, autorregulaciones, códigos de conducta, eco-contratos, y estándares (normativa) técnicos voluntarios. Los Acuerdos Voluntarios se establecen entre los gobiernos y la industria para facilitar el cumplimiento de acciones encaminadas a lograr objetivos medioambientales o globales, y son alentados desde los gobiernos basándose en el propio interés de los participantes.

Existen dos tipos principales de **Acuerdos Voluntarios** (AV):

- AV basados en objetivos: incluyen objetivos negociados que son legalmente vinculantes y que se adelantan a futuros requerimientos normativos o que están sujetos a amenazas regulatorias más fuertes. (Los Acuerdos a Largo Plazo de los Países Bajos que incluyen a cerca de 1.200 compañías industriales contabilizando el 90% del consumo de energía primaria son el ejemplo más claro de este tipo de AV).
- AV basados en actuaciones: incluyen objetivos de actuaciones negociados pero que no son legalmente vinculantes. (*El Programa Industrial Canadiense de Conservación de la Energía – CIPEC – y la Red Noruega de Eficiencia Energética* proporcionan una visión sectorial que ayuda a las industrias a identificar las oportunidades en materia de eficiencia energética para prever y establecer objetivos de mejora de rendimiento y a implementar planes de actuación para alcanzarlos).

El control y seguimiento son componentes esenciales en los Acuerdos Voluntarios y representan la base de su credibilidad. Incluso pueden constituir programas por sí mismos; es el caso del *Anuario Industrial de Auditorías y Balances Energéticos* de Irlanda, un tipo de acuerdo voluntario que incluye el mecanismo de control y seguimiento.

En la actualidad muchos países están desarrollando acuerdos voluntarios con los sectores industriales más intensivos en consumo, o con subsectores específicos como las plantas de cogeneración (Bélgica, Francia, Noruega, e incluso España).

En el sector industrial los **programas de información** se usan tanto para motivar a los directivos como para aportar sugerencias de objetivos técnicos a los gestores de

planta y profesionales del sector. Las campañas informativas han sido ampliamente desarrolladas en el sector industrial, y suelen incluir publicaciones, seminarios, vídeos, talleres y campañas de formación. En muchos casos son las propias compañías energéticas las más involucradas en el proceso de difundir información técnica y fomentar las campañas de eficiencia y ahorro en la industria; este es el caso de Dinamarca, Suecia y el Reino Unido, donde las compañías distribuidoras de gas y electricidad tienen la responsabilidad de proveer consejos e información sobre energía a los consumidores. En otros casos son los organismos oficiales los encargados de estimular la eficiencia energética en el sector industrial a través de programas que marcan objetivos específicos (Bélgica, Irlanda, Japón, Nueva Zelanda y el Reino Unido).

7. - CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el escenario base propuesto para el año 2012, en el que el consumo de Energía Final Total se estima en 1.234 ktep y las medidas globales de ahorro de Energía que podrían ser realizadas por el Sector, nos encontramos con una reducción del Consumo de Energía Final total de 22 ktep en el mismo año. Estas medidas implican una importante reducción de los consumos específicos característicos de los procesos productivos, además de un ahorro económico que reduciría el peso de los costes energéticos en el coste de producción.

A lo largo de todo el periodo de ejecución de la Estrategia, el ahorro acumulado de Energía Final de la Industria supera los 70 ktep.

Además, el ahorro de Energía Final señalado en el subsector, como ocurre en otros, tiene un efecto añadido sobre el ahorro de Energía Primaria, porque la menor demanda energética se traduce en menores necesidades de transformación, transporte y distribución de energía, con el ahorro asociado a las mermas que se producen en esos procesos, especialmente importantes en el caso de la generación de electricidad. Estos ahorros serán contabilizados, junto a los derivados de otros sectores finales, en el documento global de la Estrategia.

Por otro lado, el ahorro de energía derivado de la aplicación de la Estrategia lleva asociada la reducción de emisiones de CO₂ que también serán cuantificados en la contabilidad global.

Se recogen en la siguiente tabla el Escenario Base propuesto, **los ahorros en Energía Final y las Inversiones Totales asociadas**, requiriéndose un volumen total de apoyos públicos de 15 millones de euros.

TOTAL SUBSECTOR MADERA, CORCHO Y MUEBLES					
	Consumo E final 2012 E Base	Ahorro Energía	Consumo E Final 2012 E Eficiencia	% Ahorro	Inversión Total
	Ktep	Ktep	Ktep	%	M€
Madera, Corcho y Muebles	1.256	22	1.234	1,75%	31

En definitiva, para conseguir el ahorro de energía propuesto, será necesario disponer de una serie de Apoyos, que animen al Subsector a realizar las inversiones asociadas necesarias para alcanzar el objetivo. Por otra parte, hay que señalar que también será necesario realizar acciones de difusión y promoción de tecnologías en diferentes niveles, con objeto de que todo el sector pueda aplicar las tecnologías más eficientes en sus procesos productivos.

ANEXO

Fuentes Consultadas:

Asociaciones Empresariales

- FEIM - Federación Española de Industrias de Madera
- ANFTA - Asociación Nacional de Fabricantes de Tablero
- FEDERMUEBLE - Federación Española de Empresarios e Industriales del Mueble.
- AITIM - Asociación de la Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y corcho
- FAPROMA - Asociación de Fabricantes de Paletas y Productos de Madera para la Manutención
- CONFEMADERA - Confederación Española de Empresarios de la Madera
- (SERCOBE) Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo española
- AECORK - Asociación de Empresarios del Corcho de la Madera
- IPROCOR - Instituto del Corcho, Madera y Carbón Vegetal, de Extremadura
- ASECOR - Agrupación Sanvicenteña de Empresarios del Corcho

Consultorías

IDOM

Bibliografía

- Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002 - 2011. Octubre 2002. Ministerio de Economía. Secretaria de Estado de Energía, desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Política Energética Y Minas.
- La Energía en España 2001. Ministerio de Economía. Secretaria de Estado de Energía, desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Política Energética Y Minas.
- La Energía en España 2000. Ministerio de Economía. Secretaria de Estado de Energía, desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Política Energética Y Minas.
- Informe del Ministerio de Ciencia y Tecnología 2000 - 2001
- Encuesta Industrial de Productos 1999. Instituto Nacional de Estadística
- Encuesta Industrial de Productos 2000. Instituto Nacional de Estadística
- Enciclopedia Nacional del Petróleo, Petroquímica y gas 2001
- Documento técnico de la bomba de calor. IDAE. Madrid, 1998.
- Combustión sumergida. Tubos sumergidos. Calentamiento de baños. IDAE. Madrid, 1998.
- Aplicaciones industriales de la bomba de calor. IDAE. Madrid, 1999.
- Eficiencia Energética y Energías Renovables. Boletín del IDAE N° 4. IDAE. Madrid, 2002.