

# ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA 2004-2012 1. SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA

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.- Química Básica .....	2
1.2.- Agroquímica.....	2
1.3.- Farmaquímica. ....	2
1.4.- Química transformadora. ....	2
2.-Objetivos de la Estrategia.....	6
3.-Obstáculos para conseguir los Objetivos.....	10
4. - MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....	11
<b>4.1.-Medidas en Tecnologías Horizontales.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.-Medidas en Proceso.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3.-Medidas en Nuevos Procesos.....</b>	<b>19</b>
5.-Cuantificación de los Instrumentos.....	20
6.-Experiencias Relevantes.....	21
7.-Conclusiones.....	23
ANEXO.....	24

## SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA

### 1. - Caracterización del Subsector

La industria química española es la segunda mayor de la Unión Europea, que mantiene el liderazgo mundial de esta actividad, por delante de EEUU y Japón. Las cerca de 40.000 compañías del subsector químico europeo facturaron el pasado año 518.000 millones de euros, casi un tercio del valor mundial (en torno a 1,7 billones).

El subsector químico español está constituido por unas 3.500 empresas, que dan empleo a unas 130.000 personas. Predominan las empresas pequeñas; el 90% tienen menos de 50 trabajadores y sólo el 1% tiene más de 500. Cataluña concentra el 47,3% de esta actividad y Madrid, con el 15,9%, ocupa el segundo lugar.

En general, las perspectivas de crecimiento del subsector se basan en la propia utilidad de sus productos en sus diferentes áreas de aplicación, Algunos ramas Industriales están progresivamente incrementando la demanda y sustituyendo a los materiales tradicionales en sectores tan esenciales como la construcción o la automoción.

Así mismo, sectores como telecomunicaciones, informática o aeronáutica, deben la mayor parte de sus avances a la continua innovación y desarrollo de productos químicos que permiten la aparición de nuevas tecnologías. También la industria química contempla unas importantes previsiones de crecimiento en el área farmacéutica, cifradas por el IMS Health en el incremento de un 6% anual de su cifra de negocio hasta el año 2010.

Este Subsector, con una componente tecnológica en continua evolución, ha realizado planes para promover la inversión y la aplicación de tecnologías para mejorar la eficiencia energética. Las inversiones del subsector químico español rozaron los 2.000 millones de euros en el año 2000.

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 31,1%, año 2000 el 27,6%, año 2006 el 29,4% y año 2012 el 30,2%. En el subsector químico hay dos pautas diferenciadas, la química básica, que es intensiva energía y la química de productos especiales y farmacéuticos, que no lo es.

En el año 2000, tuvo una participación de un 27,57% respecto al total en el consumo final disponible del total de la industria, de esta cantidad se utiliza como materia prima en procesos un 60,32% y el 39,7% restante en uso energético. Este subsector abarca todo un abanico de variadas producciones, algunas de las cuales son de las más intensivas en energía de la industria.

Con respecto a los consumos de energía por unidad de producto se prevé que éstos evolucionen hasta alcanzar los consumos teóricos como consecuencia de una mayor utilización de la capacidad productiva.

Las tendencias observadas en el subsector químico que marcarán la evolución en los próximos años se pueden agrupar en las siguientes:

- Desarrollo industrial: se engloban en esta tendencia las actividades de desarrollo o mejora y/o adaptación de procesos convencionales ya existentes, que supongan un

incremento en la calidad de los productos y que permitan aumentar los rendimientos y la eficiencia energética, con menores costes de producción e impacto ambiental; desarrollo de nuevos productos acordes con las exigencias de salud y medioambientales, y desarrollo de nuevos productos formulados más eficaces y eficientes.

- Mejora Medioambiental: incluyendo innovación y desarrollo dentro de un contexto sostenible; evolución en el subsector, inducida por directivas, normativas y regulaciones medioambientales, que exigen una mayor protección del medio ambiente, mayor eficiencia en el uso de materias primas, minimización y reutilización de residuos, menores emisiones contaminantes y nuevas alternativas en procesos productivos de menor riesgo.

- Globalización: se incluyen todas aquellas acciones que son consecuencia de la implantación de un mercado único mundial. Ello implica la desaparición de obstáculos económicos y la libre competencia mundial.

- Recursos humanos: la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, el uso de herramientas informáticas para la optimización, automatización, simulación y control de procesos, requiere la incorporación de mano de obra con mayor cualificación.

Las principales ramas de actividad incluidas dentro la industria química española, se describen a continuación:

### **1.1. – Química Básica**

Comprende la fabricación de gases industriales, productos básicos de química Orgánica e Inorgánica, materias primas plásticas y caucho sintético, Fibras Químicas. Desde el punto de vista energético, dentro de esta actividad pueden distinguirse tres productos básicos especialmente intensivos en energía: olefinas, materias primeras plásticas y cloro.

### **1.2. - Agroquímica.**

Este apartado comprende la fabricación de fertilizantes y fitosanitarios, siendo los primeros intensivos en consumo de energía

### **1.3. - Farmaquímica.**

La farmaquímica comprende la fabricación de productos de base, especialidades farmacéuticas, especialidades zoonosanitarias, elaboración de productos de alto valor añadido, poco intensivos en energía, destinados principalmente a los consumidores finales.

#### 1.4. - Química transformadora.

Este Subsector Comprende detergentes, perfumería, pinturas y tintas de imprentas, adhesivos, colorantes, pigmentos, y otros productos químicos (aceites básicos, explosivos, etc.).

#### RESUMEN DE SITUACIÓN DEL SUBSECTOR

La producción del subsector químico por actividad en el año 2000 fue la siguiente:

SUBSECTOR y ACTIVIDAD	Producción (Millones €)	Consumo final (Ktep)
QUÍMICA BÁSICA	13.775	2.628
AGROQUÍMICA	3.675	332
FARMAQUÍMICA	7.879	233
QUÍMICA TRANSFORMADORA	9.173	562
TOTAL	34.502	3.756 *

#### *Consumo de energía final*

Se detallan a continuación los consumos energéticos en España, por actividades y fuentes de energía. Cabe reseñar que en el subsector de la industria química, el empleo de combustibles como materia prima es muy importante (un 60%), sobre todo productos petrolíferos.

Para definir el consumo de energía final en el Subsector de la Industria Química 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 amoníaco se utiliza, 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.

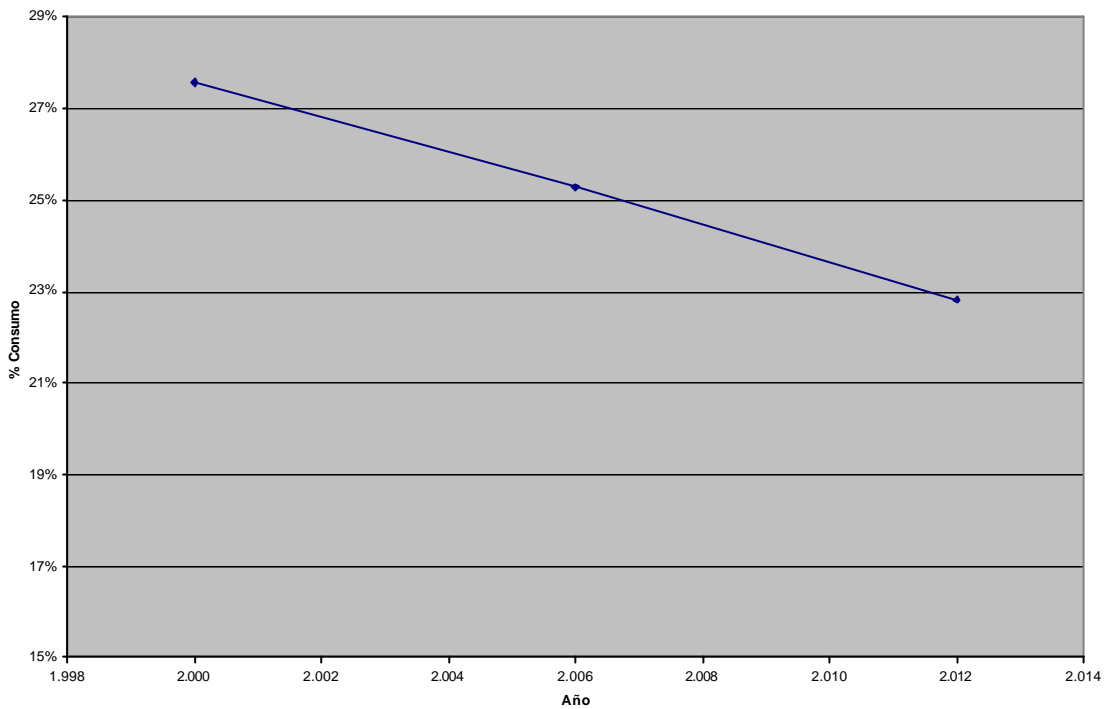
Los ahorros estimados para las medidas propuestas se referirán al total del consumo de energía final (**9.467 ktep**), incluyendo consumos energéticos (**3.756 ktep**) y no energéticos (combustibles como materia prima).

El peso del consumo de Energía Final de la Industria Química respecto al balance total de consumos finales en los diferentes subsectores, expresada en Ktep, y desglosada por fuentes energéticas en el año 2000, puede apreciarse en la siguiente tabla:

	CONSUMO FINAL ENERGÉTICO					CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO			DISPONIBLE PARA EL CONSUMO FINAL	
	Carbón	Petróleo	Gas	Energías renovables	Electricidad	Total energético	Petróleo	Gas		Total no energético
<b>INDUSTRIA</b>	<b>2.466</b>	<b>5.144</b>	<b>9.154</b>	<b>1.363</b>	<b>7.365</b>	<b>25.492</b>	<b>8.373</b>	<b>475</b>	<b>8.848</b>	<b>34.340</b>
Extractivas (no energéticas)	0	104	95	0	111	310	0	0	0	310
Alimentación y Tabaco	7	458	930	279	772	2.446	0	0	0	2.446
Textil, Cuero y Calzado	0	139	655	6	362	1.161	0	0	0	1.161
Pasta, Papel e Impresión	0	254	1.029	450	324	<b>2.057</b>	0	0	0	2.057
Química	121	702	1.816	15	1.101	<b>3.756</b>	5.236	475	<b>5.711</b>	<b>9.467</b>
Minerales No Metálicos	190	2.202	2.838	135	827	<b>6.191</b>	0	0	0	6.191
Siderurgia y Fundición	1.690	427	839	1	1.267	<b>4.224</b>	0	0	0	4.224
Metalurgia no férrea	108	125	162	0	799	<b>1.194</b>	508	0	<b>508</b>	1.702
Transformados Metálicos	41	236	265	1	486	<b>1.029</b>	0	0	0	1.029
Equipo Transporte	0	115	430	0	345	<b>890</b>	0	0	0	890
Construcción	0	88	3	0	130	<b>221</b>	2.021	0	<b>2.021</b>	2.241
Resto Industria	309	295	92	476	842	<b>2.014</b>	608	0	<b>608</b>	2.622
<i>Madera, Corcho y Muebles</i>	0	36	83	475	130	<b>723</b>	0	0	0	723
<i>Otras</i>	309	259	9	1	712	<b>1.290</b>	608	0	<b>608</b>	1.899
<b>TRANSPORTES</b>	<b>0</b>	<b>31.544</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>358</b>	<b>31.953</b>	<b>319</b>	<b>0</b>	<b>319</b>	<b>32.272</b>
<b>USOS DIVERSOS</b>	<b>80</b>	<b>10.188</b>	<b>2.690</b>	<b>2.192</b>	<b>8.484</b>	<b>23.635</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>23.654</b>
<b>CONSUMO FINAL</b>	<b>2.546</b>	<b>46.875</b>	<b>11.844</b>	<b>3.607</b>	<b>16.207</b>	<b>81.079</b>	<b>8.712</b>	<b>475</b>	<b>9.187</b>	<b>90.266</b>

Respecto a las previsiones de consumo para el periodo analizado en la Estrategia de Eficiencia Energética en España 2004 - 2012, el siguiente gráfico recoge las estimaciones para el subsector Químico en el escenario de referencia (Escenario Base).

**% Consumo Energía Final vs Total sector Industria**



La distribución de consumos de energía final, tanto Energética como No Energética, en el año 2000, para el subsector Industria Química se presenta en la tabla siguiente:

**Participación por Subsectores en el Consumo Final año 2000**

Sector Industria	Total Ktep	%	Energético Ktep	%	No Energético Ktep	%
Química	9.467	27,6%	3.756	14,7%	5.711	64,5%
TOTAL SECTOR INDUSTRIA	34.340	100%	25.492	100%	8.848	100%

Fuente :MINECO- Subdirección General de Planificación Energética/ IDAE Metodología AIE  
 1ktep = 10<sup>3</sup> tep = 10<sup>10</sup> kcal

Según se puede observar de los 9.467 ktep consumidos en el año 2000 por la Industria Química, el 39,67% del consumo se realiza en usos Energéticos y el 60,33% en usos "No Energéticos" como materias primas en procesos de producción.

## 2. - Objetivos de la Estrategia

Como consecuencia de los análisis realizados conjuntamente con FEIQUE, Consultoría HEYMO e IDAE, se han identificado para el Subsector 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 FEIQUE, cuyo resultado fue el remitir los datos siguientes:

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

### 2. Contratación de Consultorías

Se contrató con la consultoría HEYMO. Dicha consultoría, con la documentación remitida por la Asociación Empresarial y con el conocimiento de los procesos productivos analizó este 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 aquél 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) Existencia de medidas con diferentes grados de desarrollo tecnológico.

La falta de desarrollo en algunas tecnologías impide que la aplicación de una medida pueda llevarse a cabo en su totalidad.

En el periodo de tiempo en el que se desarrolla la Estrategia, cabe esperar que algunas tecnologías experimenten un importante desarrollo, de forma que puedan facilitarse la implantación progresiva de determinadas Medidas en el subsector y, en consecuencia, lograr el ahorro energético asociado a las mismas.

Los potenciales de ahorro detectados para este tipo de medidas son significativamente elevados frente a otras en las que las tecnologías ya se encuentra plenamente desarrolladas, de forma que su evolución lógica en el tiempo será de notable reducción de la energía específica y con ello de incrementos significativos en los ahorros asociados.

C) 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 800 - 900 ktep y de acuerdo con las anteriores consideraciones, se llega a estimar un potencial global de ahorro realizable del orden de 400 - 500 Ktep que representa un valor cercano al 48% .

Teniendo en cuenta las previsiones tendenciales de consumo final en el escenario Base para 2012, cifradas en 11.078 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 422 ktep, lo que disminuiría el consumo final del sector hasta los 10.656 ktep y supondría una reducción neta del 3,8% sobre el valor tendencial. Referido al Consumo de energía Final energética del Escenario tendencial el ahorro de energía supondría una reducción neta del 7,9 %

La siguiente tabla recoge los ahorros estimados como resultado de la aplicación de las medidas consideradas para el subsector.

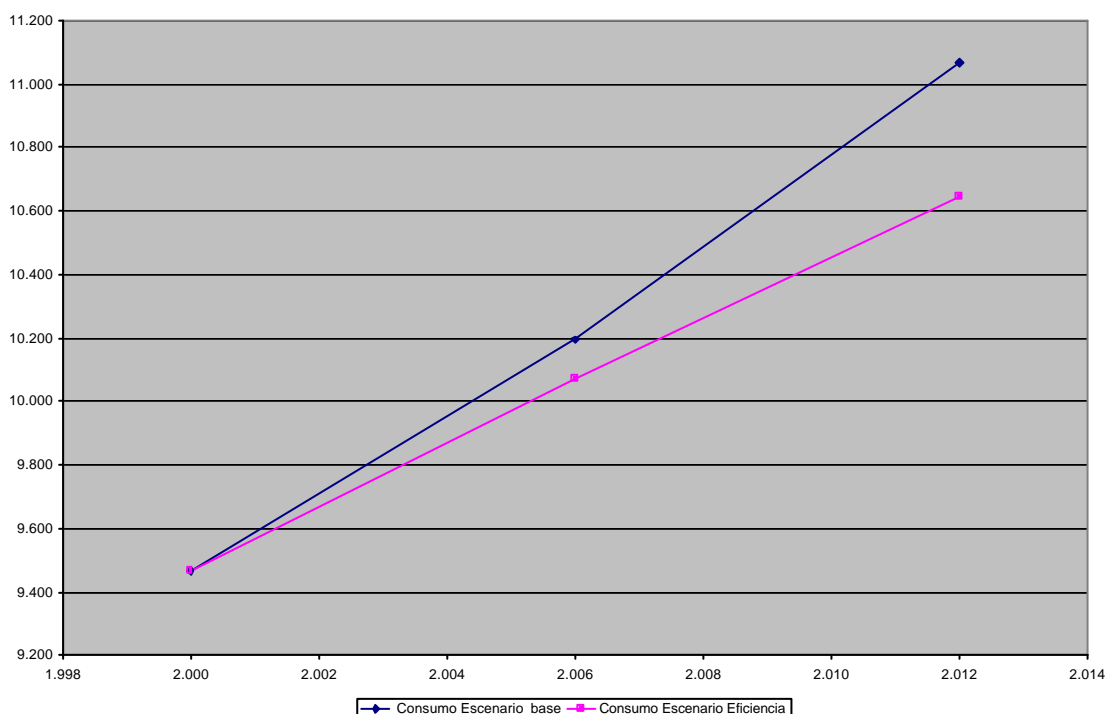
Como Escenario Base para el periodo 2000 - 2012 se ha asumido el que se deduce del documento de Planificación Energética de Electricidad y Gas. Teniendo en cuenta las limitaciones anteriormente comentadas en torno al abanico de medidas propuestas, se establece un Escenario de Eficiencia (EE) alternativo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

**ESCENARIO BASE Y ESCENARIO EFICIENCIA ENERGÉTICA. AHORROS GENERADOS**

TOTAL SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA								
	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	
Industria Química	10.196	124	10.072	1.24%	11.066	422	10.644	3.8%

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 Escenario Base y escenario eficiencia**



<b>Consumos de Energía Final y Ahorros de los Escenarios Base y Eficiencia</b>			
	2000	2006	2012
ESCENARIO BASE ktep	9.467	10.196	11.066
ESCENARIO EFICIENCIA ktep	9.467	10.072	10.644
<b>AHORRO ANUAL ktep</b>	0	124	422
<b>AHORRO ANUAL (%)</b>	0,00%	1.24	3.8
<b>AHORRO ACUMULADO 2004-2012 ktep</b>			2.000
<b>CO<sub>2</sub> EVITADO ACUMULADO 2004-2012 (Mt)</b>			9

De acuerdo con la tabla anterior, el ahorro de Energía Final en la Industria Química en el año 2012 sería de 422 ktep y, considerando el total del período de ejecución de la Estrategia 2004-2012 se alcanzaría un ahorro acumulado superior a los 2.000 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 realizable sería la que recoge la tabla siguiente:

<b>AHORROS FINALES – 2012</b>					
	Escenario base		Escenario Eficiencia		Ahorro Energía
	Consumo Final Energético	Consumo Final No Energético	Consumo Final Energético	Consumo Final No Energético	
	Ktep	Ktep	Ktep	Ktep	
Industria Química	5.355	5.711	4.933	5711	422

Como puede observarse los ahorros de energía en este Subsector se realizan sobre el consumo de Energía Final Energética ya que la Energía Final "No Energética" se utiliza como materia prima de determinados procesos y no es objetivo de la presente estrategia.

### **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 pudiera 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 Industria Química, como en el resto de los subsectores, realizan inversiones cuya rentabilidad es la mayor que se puede obtener. Por ello, aunque se han deducido una serie de medidas que el Subsector 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 Industria Química, 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 aplicará de la forma mas consuada con todas las empresas y atendiendo a las necesidades específicas de cada subsector, con el objetivo de mejorar la información de las nuevas técnicas a implantar. Dicha información será canalizada a través de los centros especializados correspondientes.

B/ Instrumentos de Promocion

Se aplicarán a través de jornadas técnicas, para el intercambio del conocimiento sobre el estado actual de las Mejores Técnicas disponibles desde la Unión Europea, Administración General del Estado, 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 determinarán 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.

Para el Subsector Industria Química se puede observar en el cuadro siguiente, que existen 8 familias de medidas en Tecnologías Horizontales, 1 familia de medidas en Tecnologías de Proceso y ninguna familia de medidas en Tecnologías en Nuevos Procesos.

**FAMILIA DE TECNOLOGIAS APLICABLES**

	FAMILIA	QUÍMICA		
		H	P	NP
1	Gestión de Líneas de vapor y condensados	X		
2	Integración energética	X		
3	Sustitución por gas natural	X		
4	Mejoras en alumbrado y electricidad	X		
5	Mejoras en calderas	X		
6	Recuperación de calor de fluidos de proceso	X		
7	Aislamiento térmico	X		
9	Mejoras en proceso		X	
	<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

**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 (5) "Mejoras en calderas", existen, al menos, dos medidas:

Mejoras en la combustión

Reducción de la presión de vapor

Para cada uno de los subsectores de la industria se tienen en cuenta, como se ha visto anteriormente, las siguientes agrupaciones con su correspondiente caracterización en términos de energía, inversión y Apoyo Público:

#### A/ Medidas Prioritarias

- 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. 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 el sumatorio de la Inversión Total de las Medidas Prioritarias y las Medidas Complementarias.
- 3/ Apoyo Público. Es el sumatorio del apoyo público de las Medidas Prioritarias y las Medidas Complementarias. El Apoyo Público es el coste total de superación de obstáculos.

A continuación se desarrolla con mayor detalle la tipología de medidas contempladas de acuerdo con la anterior clasificación.

#### **4.1. - Medidas en Tecnologías Horizontales**

Se entienden por Tecnologías Horizontales las referentes a los servicios auxiliares del proceso, entre los que se incluyen la generación de vapor, aire comprimido, calefacción y refrigeración, iluminación, mantenimiento, etc.

A continuación se describen algunas de las medidas de ahorro energético más usuales y de mayor repercusión aplicables a estos sistemas.

Por último, se hará un recuento de los potenciales de ahorro que supondrían este conjunto de medidas respecto del sector químico global.

##### **4.1.1. Mejoras en calderas**

###### **4.1.1.1. Mejoras en la combustión**

Una de las actuaciones presentes en todo programa de mejora energética tenga entre sus objetivos el aumento de la eficiencia de los equipos de combustión tanto en lo relativo a la reducción de la temperatura de la salida de humos como a la reducción del exceso de aire.

###### **4.1.1.2 Reducción de la presión de vapor**

A cada presión de vapor corresponde una determinada temperatura de vapor saturado o húmedo. Cuanto mayor es la presión mayor será la temperatura. Los cambiadores de calor suelen diseñarse de manera que sólo se transmite el calor latente del vapor. Para calcular la superficie de caldeo es preciso que exista un gradiente de temperaturas entre el vapor y el producto. Si el gradiente de temperaturas es alto, la superficie de caldeo puede ser reducida. A menudo se parte de este planteamiento, pero en otros casos la presión de vapor viene prefijada, y toda reducción supone un gasto.

También el calor latente (calor de evaporación o de condensación) del vapor depende de la presión. Cuanto menor sea ésta, tanto mayor será el calor. Por tanto, si se utiliza vapor a baja presión se aprovecha más energía en el intercambiador que con vapor a alta presión. Por supuesto, que esto tiene sus límites: por ejemplo, es preciso que la presión alcance siempre un nivel mínimo para asegurar el retorno del condensado sin problemas; o la superficie de caldeo ha de ser pequeña porque no hay más espacio disponible.



## **4.1.2. Gestión de Líneas de Vapor y Condensados**

### **4.1.2.1. Mejoras por recuperación de condensados de vapor**

Aún existen instalaciones en que se evacúa sin aprovechar la totalidad de la mezcla de condensado y vapor de expansión, simplemente por miedo al coste de la reforma de la instalación o por el hecho de que el condensado esté sucio y, por tanto, no sirva para alimentar la caldera.

En general, sólo se suele aprovechar un máximo del 75% de la energía contenida en el vapor, mientras el 25% restante está contenido en el condensado evacuado.

Por consiguiente, el objetivo es evitar las pérdidas de energía.

Otro parámetro básico para minimizar las pérdidas por condensados es reducir su caudal en origen: los purgadores son elementos mecánicos que pueden fallar y dejar pasar vapor que se pierde en el circuito de condensados. Un correcto diseño, elección de tipo, inventariado y revisión periódica de los purgadores ayudará enormemente a reducir el consumo de vapor notablemente; asimismo, dispositivos como estaciones de comprobación y colectores de retorno de condensados facilitan la labor de revisión y/o modificación.

La consideración de la red de purgadores como equipos de instrumentación de la planta, en lugar de parte de la red de tuberías, permite aplicar criterios más estrictos para evaluar su operación. Cabe indicar también que la tecnología de fabricación de estos dispositivos ha evolucionado notablemente en los últimos años.

Toda mejora que se introduzca supone de entrada un gasto, pero si se cuantifica y se compara con el coste de las pérdidas de energía, se comprueba que este gasto se amortiza en un plazo sorprendentemente corto.

### **4.1.3. Aislamiento térmico**

Las tuberías de vapor, valvulería y cambiadores de calor deben tener el mas correcto aislamiento posible para evitar pérdidas de calor por radiación y convección, máxime cuando el aislamiento figura entre los métodos más eficaces de ahorro energético.

### **4.1.4. Integración energética**

Se refiere esta medida de ahorro a una filosofía de integración energética relacionada con consumos energéticos muy dispersos y que podrían ser suministrados mediante un único suministro a las industrias ubicadas en polígonos.

#### **4.1.5. Mejoras en Alumbrado y Electricidad**

##### 4.1.5.1 Mejoras eléctricas

Se incluyen en este apartado las recomendaciones hechas por la Comisión Europea en cuanto a ahorros eléctricos:

- Motores de alta eficiencia: diseñados con un alto rendimiento para la mayoría de aplicaciones
- Arrancadores: controladores que permiten una rápida respuesta ante variaciones de carga, recomendados en bombas, ventiladores, compresores, etc.
- Variadores de velocidad: para motores medios y grandes de alterna como transportadores, bombas, ventiladores, compresores, refrigeración, etc.

#### **4.1.6. Recuperación de calor de fluidos de Proceso**

##### 4.1.6.1. Intercambiadores de calor

Recuperación del calor sensible del agua y productos calientes.

##### 4.1.6.2 Precalentadores

Recuperación del calor sensible de gases de proceso y aire de secado.

#### **4.1.7. Sustitución por gas natural**

##### 4.1.7.1. Sustitución de combustibles

La sustitución de productos petrolíferos (fuelóleo, coke) por gas natural supone, además de una notable reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes, una mejora significativa del rendimiento de combustión.

Los gases producidos por este tipo de combustibles no pueden enfriarse por debajo de 175-200 °C, en función de su contenido en azufre. Sin embargo, en la combustión del gas natural puede bajarse sin riesgo esta temperatura hasta los 120-130 °C, lo que supone un mayor aprovechamiento del poder calorífico contenido.

Además, combustibles como el fuelóleo requieren una importante cantidad de energía para su trasvase y precalentamiento hasta las condiciones de utilización.

En base a la información disponible, se ha estimado para los próximos diez años un potencial de sustitución de combustibles por gas natural del orden del 50% en productos petrolíferos.

A modo de resumen en el cuadro siguiente se muestran los ahorros potenciales que se podrían alcanzar así como los Apoyos Públicos y la inversión Total Asociada.

## TECNOLOGIAS HORIZONTALES

SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA									
Medida	Ahorro Térmico	Ahorro Eléctrico	Ahorro E.Final.	Inversión Total	Apoyo Público	INSTRUMENTOS			
	(tep)	(MWh)	(tep)	(€)	(€)	Información	Promoción	Coste oportunidad	Económico
Calderas	21.265	0	21.265	4.510.033	0	X	X	X	
Purgas y recirculación de condensados	7.300	0	7.300	1.693.097	0	X	X	X	
Intercambiadores de calor	16.633	0	16.633	6.291.882	0	X	X	X	
Precalentadores	15.531	0	15.531	4.628.573	0	X	X	X	
Aislamiento	6.990	0	6.990	901.286	0	X	X	X	
Equipos eléctricos	0	620.581	53.370	114.509.404	530.605	X	X		X
Integración energética	119.800		119.800	117.607.660	23.693.003				
Sustitución de combustibles	72.430	0	72.430	68.817.164	12.037.000	X	X		X
<b>TOTAL</b>	<b>368.160</b>	<b>620.581</b>	<b>421.530</b>	<b>318.527.833</b>	<b>12.567.605</b>				

De acuerdo a los criterios anteriormente mencionados, se ha elaborado la tabla resumen siguiente:

MEDIDAS TECNOLOGÍA HORIZONTAL									
	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€
<b>TOTAL</b>	<b>245,6</b>	<b>300,9</b>	<b>36,3</b>	<b>67,7</b>	<b>18,0</b>	<b>0</b>	<b>313,3</b>	<b>318,9</b>	<b>36,3</b>

Como puede observarse el ahorro de energía para las medidas prioritarias que podría abordar el Subsector representa el 22% 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 36,3 M€, que representa el 11% del total de la inversión asociada para estas medidas.

## 4.2. - Medidas en Proceso

Al tratarse de un sector en constante evolución, las medidas potenciales de ahorro en procesos productivos son de difícil cuantificación

### 4.2.1. Mejoras en Proceso

En este caso se considera importante profundizar en el análisis de la optimización de las destilaciones, los procesos de catálisis y la producción de benceno.

A lo largo del periodo (2004-2012) se espera que se obtengan diversos ahorros en los procesos anteriormente citados.

A modo de resumen en el cuadro siguiente se muestran los ahorros potenciales que se podrían alcanzar así como los Apoyos Públicos y la inversión Total Asociada, así como los instrumentos que serían necesarios para la superación de los obstáculos:

#### MEDIDAS EN PROCESO

SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA									
Medida	Ahorro Térmico (tep)	Ahorro Eléctrico (MWh)	Ahorro E.Final. (tep)	Inversión Total (€)	Apoyo Público (€)	INSTRUMENTOS			
						Información	Promoción	Coste oportu- nidad	Econó- mico
Optimización destilaciones, Procesos de catálisis, Producción de benceno	108.620	0	108.620	92.908.523	7.758.189	X	X		X
<b>TOTAL</b>	<b>108.620</b>	<b>0</b>	<b>108.620</b>	<b>92.908.523</b>	<b>7.758.189</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>

Análogamente al punto anterior, se ha realizado una tabla resumen para las medidas en proceso:

MEDIDAS EN PROCESO									
	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€
<b>TOTAL</b>	<b>108,6</b>	<b>92,9</b>	<b>7,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>108,6</b>	<b>92,9</b>	<b>7,8</b>

Como puede observarse, el potencial de ahorro de energía se presenta para las medidas complementarias, que además de las Inversiones del sector necesitan Apoyo

Público, con un 100% sobre el total del potencial de ahorro en las Medidas en Proceso. Para conseguir el 100% del ahorro estimado para este tipo de medidas sería necesario un Apoyo Público de 7,8 M€, que representa el 8,3% del total de la inversión asociada para las medidas en Proceso.

#### 4.3. - Medidas en Nuevos Procesos

No hay ninguna medida que sea significativa.

#### **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:

<b>TOTAL SUBSECTOR INDUSTRIA QUÍMICA</b>									
	<b>Medidas Complementarias</b>			<b>Medidas Prioritarias</b>			<b>Total Medidas</b>		
	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	245,6	300,9	36,3	67,7	18,0	0	313,3	318,9	36,3
Medidas en Proceso	108,6	92,9	7,8	0	0	0	108,6	92,9	7,8
Medidas en Nuevos Procesos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>354,2</b>	<b>393,8</b>	<b>44,1</b>	<b>67,7</b>	<b>18,0</b>	<b>0</b>	<b>421,9</b>	<b>411,8</b>	<b>44,1</b>

La aplicación de las medidas propuestas en el período 2004-2012 generaría un ahorro total de Energía Final de 422 ktep/año en 2012, con una inversión total de 412 M€, de los cuales los Apoyos Públicos serían de 44 M€.

## 5. - Cuantificación de los Instrumentos

El objetivo de ahorro energético en el año 2012 es de 422 ktep, con un ahorro total acumulado, a lo largo del período 2004-2012, del orden de 2000 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 corresponden el 74%, equivalente a 313,3 ktep en 2012. De estas, el 78% son Medidas Complementarias, que no necesitan Apoyo Público, y el resto son Medidas Prioritarias.
- A las Medidas en Proceso, le corresponden el 26%, equivalente a 108,6 ktep en 2012. El 100% son Medidas Complementarias que llevan asociado Apoyo Público para su implantación.

El total de las medidas propuestas lleva 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						
Tipo de medida Industria Química	Coste superación obstáculos M€	Inversión Asociada M€	Inversión Total M€	Ahorro total ktep	Ahorro 2012 ktep	Ahorro 2006 ktep
Medidas en Tecnología Horizontal	36,3	282,6	318,9	1.497	313,9	92
Medidas en Proceso	7,8	85,1	92,9	502	108,6	32
Medidas en Nuevos Procesos						
<b>TOTAL</b>	<b>44,1</b>	<b>367,9</b>	<b>411,5</b>	<b>2000</b>	<b>421,9</b>	<b>124</b>

Dentro del bloque de Medidas en Tecnologías Horizontales, se observan unos costes de superación de obstáculos o Apoyo Público de 36 M€ y una inversión asociada de 283 M€ que representa el 77% de la inversión total.

Para las Medidas en Proceso, se observan unos costes de superación de obstáculos cercanos a 8 M€ y una inversión asociada de 85 M€, que representa el 23% aproximadamente de la inversión total.

## 6. - Experiencias Relevantes

Las **auditorías energéticas** en el sector están bien desarrolladas y han mostrado, en líneas generales, buenos resultados. 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).

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, videos, 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 en el Subsector Industria Química se estima en 11.066 ktep y el potencial de ahorro realizable, se ha estimado una reducción global del Consumo de Energía Final total, de 422 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 período de ejecución de la Estrategia, el ahorro acumulado de Energía Final supera los 2.000 ktep., tal y como se ha comentado el apartado 2

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 CO<sub>2</sub> 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** para el Subsector Industria Química estudiado, requiriéndose un volumen total de apoyos públicos de 44 millones de euros.

TOTAL SECTOR INDUSTRIA					
	Consumo E final 2012 E Base	Ahorro Energía	Consumo E Final 2012 E Eficiencia	% Ahorro	Inversión Total
	ktep	ktep	Ktep	%	M€
Química	11.066	422	10.644	3,8%	411,9

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*

FEIQUE, Federación Empresarial de la Industria Química Española

#### *Consultorías*

HEYMO Ingeniería

#### *Bibliografía*

- Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002 - 2011. Octubre 2002. Ministerio de Economía. Secretaría 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. Secretaría 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. Secretaría 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
- La Industria Química en España 2000. Ministerio de Ciencia y Tecnología
- 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
- Indicadores energéticos. IDAE. Madrid, 1997.
- Eficiencia Energética y Energías Renovables. Boletín del IDAE N° 4. IDAE. Madrid, 2002.