

**Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

---

**Medidas de ahorro verticales en la  
industria cervecera**

---

**Autor: José M. Vázquez Cuadra**

**Sevilla, Junio de 2006**

# Índice de contenidos

<b>1 Marco general. Importancia del ahorro energético.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Panorámica energética mundial. ....</b>	<b>8</b>
1.1.1 La demanda energética mundial. ....	8
1.1.2 Energía y desarrollo económico.....	10
<b>1.2 Situación actual y política energética de la Unión Europea. ....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Consumo de energía en la UE.....	11
1.2.2 Tendencias futuras. ....	15
<b>1.3 Situación actual y política energética nacional. ....</b>	<b>15</b>
1.3.1 Consumo de energía primaria. ....	15
1.3.2 Consumo de energía final. ....	18
<b>1.4 Consumo energético de Andalucía. ....</b>	<b>22</b>
1.4.1 Demanda de energía primaria. ....	22
1.4.3 Demanda de energía final. ....	25
<b>1.5 Previsiones de consumo: Escenarios nacional y andaluz. ....</b>	<b>26</b>
1.5.1 Escenario nacional. ....	27
1.5.3 Escenario Andaluz. ....	27
<b>1.6 Evolución del consumo energético en el escenario Tendencial. ....</b>	<b>29</b>
1.6.1 Evolución de la demanda de energía primaria. ....	29
1.6.2 Evolución de la demanda de energía final. ....	30
<b>1.7 Evolución del consumo energético en el escenario del ahorro. ....</b>	<b>33</b>
1.7.1 Evolución de la demanda de energía primaria. ....	33
1.7.2 Evolución de la demanda de energía final. ....	35
<b>1.8 Ahorro y eficiencia energética.....</b>	<b>38</b>
<b>2. Medidas de ahorro .....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Calderas y vapor.....</b>	<b>42</b>
2.1.1 Calderas de vapor.....	42
2.1.1.1 Correcto mantenimiento de la caldera. ....	42
2.1.1.2 Incorporación de un economizador. ....	46
2.1.1.3 Instalación de una compuerta de tiro. ....	50
<b>2.1.1.4 Uso de CHP.....</b>	<b>52</b>
<b>2.1.1.5 Recuperar calor de purgas. ....</b>	<b>53</b>
2.1.1.6 Sistema compensador de oxígeno.....	56
2.1.1.7 Sistema de control TDS.....	60
2.1.1.8 Precaentamiento del aire de la combustión.....	61
2.1.2 Red de distribución de vapor. ....	68
2.1.2.1 Reducción de fugas. ....	68
2.1.2.2 Eficiencia energética a través del diseño de la instalación.....	75
2.1.2.3 Aislar conductos, válvulas y demás accesorios. ....	80
2.1.2.4 Correcto mantenimiento de las trampas de vapor. ....	86
2.1.2.4 Correcta selección del tipo y tamaño de las trampas de vapor.....	91
<b>2.1.2.5 Identificar e implementar las posibles recogidas de condensado.....</b>	<b>94</b>
2.1.2.6 Depósitos Flash y otros procesos de recuperación de calor. ....	102
2.1.2.7 Medición y seguimiento del vapor. ....	106
2.1.3 Calderas de agua caliente. ....	113
2.1.3.1 Correcto mantenimiento de las calderas. ....	113
2.1.3.2 Instalación de una compuerta de tiro. ....	117

2.1.3.3	Uso de CHP.....	119
2.1.3.4	Uso de un compensador de oxígeno.....	120
2.1.3.5	Precalentamiento del aire de alimentación.....	123
<b>2.2</b>	<b>Aire comprimido .....</b>	<b>129</b>
2.2.1	Instalación e Instrumentación de aire comprimido.....	129
2.2.1.1	Desconectar compresores y secadores cuando no estén en uso.....	131
2.2.1.2	Asegurarse de que los filtros de entrada estén limpios.....	131
2.2.1.3	Asegurarse de que postenfriadores estén limpios.....	131
2.2.1.4	Establecer una política de aire comprimido, manteniendo unas pautas de trabajo y utilizando personal cualificado.....	133
2.2.1.5	Promover un programa de control de fugas, focalizado a la reducción de las mismas.....	135
2.2.1.6	Usar sistemas de control de compresores.....	140
2.2.1.7	Generar el aire a la presión mínima requerida mejor que regularla en el punto de uso.....	146
2.2.1.8	Filtrar y secar el aire al mínimo permitido.....	149
2.2.1.9	Asegurarse de que los filtros no estén excesivamente obturados.....	150
2.2.1.11	Ajustar sistemas de recuperación de calor perdido.....	152
2.2.1.12	Aumentar la capacidad de almacenamiento para reducir bajadas de presión.....	157
2.2.1.13	Usar secadores refrigerados con bombas de calor.....	158
2.2.1.14	Si es posible, evitar secadores regenerativos sin aporte de calor.....	158
2.2.1.15	Instalar sistemas de control del punto de rocío en los secadores.....	159
2.2.1.16	Considerar el vapor como regenerador del desecante.....	160
2.2.1.17	Instalar el conducto de dimensiones apropiadas para la distribución.....	160
2.2.1.18	Medir y minimizar las pérdidas de presión en toda la red.....	161
2.2.2.1	Dimensionar soplantes adecuadamente.....	162
2.2.2.2	Hacer funcionar soplantes a la mínima presión posible.....	163
2.2.2.3	Asegurarse de que las soplantes estén apagadas cuando no estén en uso.....	163
2.2.2.4	Asegurarse de que filtros y silenciadores de las soplantes estén limpios.....	164
2.2.2.5	Evitar el uso de aire a alta presión regulado a baja presión para el transporte neumático.....	164
2.2.2.6	Asegurarse que el cierre y el juego del alimentador rotativo es regularmente revisado y ajustado.....	165
2.2.2.7	Revisar el desgaste de conductos, especialmente en codos.....	166
2.2.2.8	Incorporar sensores de producto.....	166
2.2.3	Cuchillos de aire.....	168
2.2.3.1	Asegurarse de que filtros y silenciadores de soplantes están limpios.....	168
2.2.3.2	Asegurarse de que el conducto de suministro no esté agrietado o se formen cocas.....	169
2.2.3.3	Nunca usar aire comprimido de alta presión regulado a baja presión.....	169
2.2.3.4	Seleccionar la mínima soplante para cumplir la demanda.....	170
2.2.3.5	Usar cuchillos de aire correctamente diseñados y fabricados.....	171
2.2.3.6	Asegurarse de que el conducto de suministro de aire no este infradimensionado.....	171
2.2.3.7	Realizar un mantenimiento de la unidad, atendiendo a bloqueos y desgaste.....	172
2.2.3.8	Incorporar sensores al aire suministrado, de manera que solo funcione cuando sea necesario.....	172
2.2.4	Bombas operadas con aire.....	173
2.2.4.1	Asegurarse de que en el conducto de aire no se formen cocas.....	173
2.2.4.2	Asegurarse de no haya fugas en juntas.....	174
2.2.4.3	Considerar el uso de bombas de diafragma operadas eléctricamente.....	174
2.2.4.4	Seleccionar la mínima bomba para cumplir la demanda.....	175
2.2.4.5	Asegurarse de que el conducto de aire no este infradimensionado.....	176
2.2.4.6	Realizar un mantenimiento de los conmutadores de válvulas, así como del diafragma.....	176
2.2.4.7	Asegurarse de que los silenciadores de descarga no estén bloqueados.....	177
2.2.4.8	Incorpore sensores al aire suministrado, de manera que solo funcione cuando sea necesario.....	177
2.2.5	Toberas.....	178
2.2.5.1	Asegurarse de que los tubos de nylon no estén desgastados ni agrietados.....	179
2.2.5.2	Nunca doblar tubos de nylon, al ovalarse causan fugas en juntas.....	179
2.2.5.3	Revisar el estado de toberas y conductos regularmente.....	180
2.2.5.4	Evitar el uso de toberas para suministrar aire frío.....	180
2.2.5.5	Evitar el uso de toberas para centralización o producción directa en líneas de transporte.....	181
2.2.5.6	Si una tobera va a ser usada, instalar toberas amplificadoras o de ahorro de aire.....	181
2.2.5.7	Instalar interruptores de suministro con el fin de aislar el aire de suministro cuando el equipo no este en funcionamiento.....	182
<b>2.3</b>	<b>Soplantes.....</b>	<b>184</b>
2.3.1	Transporte de grano.....	184
2.3.1.1	Sólo utilizar cuando sea necesario.....	184
2.3.1.2	Reducir la resistencia del sistema.....	185
2.3.1.3	Elegir correctamente el tamaño de la soplante.....	187
2.3.1.4	Revisar el equipo para detectar acumulaciones de polvo.....	187

<b>2.4 Edificios industriales.</b>	<b>188</b>
2.4.1 Aire acondicionado.	188
2.4.1.1 Revisar los controles de tiempo, temperatura y humedad.	188
2.4.1.2 Reducir los aportes de calor (solar, de luces, superficies calientes, etc)	190
2.4.1.3 Controles que evitan el funcionamiento del aire acondicionado y de la calefacción.	192
2.4.1.4 Maximizar el uso del "frío gratuito"	193
2.4.1.5 Usar humidificadotas de alta eficiencia.	196
2.4.2 Agua caliente.	200
2.4.2.1 Revisar los controles de tiempo, temperatura.	200
2.4.2.2 Aislar depósitos y tuberías.	201
2.4.2.3 Tratar el agua.	203
2.4.2.4 Minimizar el almacenamiento de agua o usar agua recién calentada.	207
2.4.2.5 Descentralizar la producción a puntos de consumo.	208
2.4.3 Ventilación.	210
2.4.3.1 Revisar los ajustes de control.	210
2.4.3.2 Renovar los controles (interruptores, compuertas).	211
2.4.3.3 Equilibrar los ratios de aporte y extracción de aire.	213
2.4.3.4 Control de velocidad de los motores de los ventiladores.	214
2.4.3.5 Utilizar el calor recuperado.	219
2.4.4 Iluminación.	226
2.4.4.1 Reducir u nivel de iluminación excesivo (incluido en la iluminación de tareas).	226
2.4.4.2 Maximizar el uso de iluminación natural.	228
2.4.4.3 Instalar interruptores manuales.	232
2.4.4.4 Instalar controles automáticos (detectores de presencia y de luz solar).	233
2.4.4.5 Usar luces fluorescentes de alta eficiencia (T8, HF, etc).	236
2.4.4.6 Usar lámparas de descarga de alta densidad.	237
2.4.5 Calefacción.	239
2.4.5.1 Revisar los ajustes de control.	239
2.4.5.2 Renovar los controles.	241
2.4.5.3 Seleccionar el combustible apropiado.	247
2.4.5.4 Ventiladores destratificadores.	249
2.4.5.5 Utilizar calor recuperado para la calefacción (p.ej: de compresores).	250
2.4.5.6 Calefacción radiante frente a convectiva.	255
2.4.5.7 Aislamiento del edificio.	258
<b>2.5 Instalación de enfriamiento de agua.</b>	<b>261</b>
2.5.1 Proceso de Refrigeración.	261
2.5.1.1 Seleccionar correctamente la temperatura de enfriamiento y el aumento de temperatura admisible.	261
2.5.1.2 Control de los puntos de uso (tiempo y temperatura).	263
2.5.1.3 Dimensionar correctamente las bombas.	264
2.5.1.4 Establecer un controlador termostático de los ventiladores de las torres de refrigeración.	265
2.5.1.5 Control del sumidero de la torre de refrigeración y de cables calefactores.	267
2.5.1.6 Tratar el agua.	268
2.5.1.7 Correcta elección del sistema de refrigeración.	269
2.5.1.8 Capacidad de control de las bombas (secuencia, VSD, etc)	270
2.5.1.9 Diseño de tuberías.	272
2.5.1.10 Especificaciones de la torre y ubicación.	273
2.5.1.11 Aplicar lubricantes antifricción en bombas.	275
2.5.1.12 Recuperación de calor e integración en el proceso.	276
<b>2.6 Bombas.</b>	<b>278</b>
2.6.1 Bombeo de Slurry.	278
2.6.1.1 Trabajar a la máxima densidad posible del producto.	278
2.6.1.2 Optimizar la capacidad del sistema para minimizar las paradas y los reajustes de producto.	279
2.6.1.3 Utilizar tuberías de baja fricción.	279
2.6.1.4 Solo estar en funcionamiento cuando sea necesario.	280
2.6.1.5 Proporcionar el mínimo caudal y presión.	281
2.6.1.6 Seleccionar la bomba más adecuada en cada caso.	281
2.6.1.7 Realizar un seguimiento del funcionamiento de las bombas y reparar los daños de corrosión.	282
2.6.1.8 Usar lubricantes de baja fricción en las bombas.	283
2.6.2 Bombas de cerveza.	284
2.6.2.1 Funcionar únicamente cuando sea necesario.	284
2.6.2.2 Seleccionar la bomba con máxima eficiencia para las condiciones de operación.	285

2.6.2.3 Asegurarse de que los filtros están limpios.....	287
2.6.2.4 Operar las bombas adecuadamente.....	288
2.6.2.5 Instalar control de bombas (secuencia, variadores de velocidad).....	289
2.6.2.6 Eliminar atascos en el sistema de tuberías.....	294
2.6.2.7 Realizar un seguimiento del funcionamiento de las bombas y reparar los daños de corrosión.....	294
<b>2.6.3 Bombeo de agua recogida en procesos.....</b>	<b>295</b>
2.6.3.1 Minimizar el consumo de agua y por tanto el excedente de agua.....	296
2.6.3.2 Solo estar en funcionamiento cuando sea necesario.....	296
2.6.3.3 Seleccionar la bomba con máxima eficiencia para las condiciones de operación.....	297
2.6.3.4 Asegurarse de que los filtros están limpios.....	298
2.6.3.5 Operar las bombas adecuadamente.....	300
2.6.3.6 Instalar control de bombas (secuencia, variadores de velocidad).....	300
2.6.3.7 Eliminar atascos en el sistema de tuberías.....	305
2.6.3.8 Reparar o reemplazar el material defectuoso.....	306
<b>2.6.4 Bombas de agua de refrigeración.....</b>	<b>307</b>
2.6.4.1 Seleccionar la bomba con máxima eficiencia para las condiciones de operación.....	307
2.6.4.2 Instalar varias bombas pequeñas en vez de un más grande.....	309
2.6.4.3 Asegurarse de que esté en funcionamiento sólo si es necesario.....	310
2.6.4.4 Desconectar del sistema los enfriadores que no se usen.....	311
2.6.4.5 Asegurarse de que los filtros estén limpios.....	311
2.6.4.6 Eliminar atascos en el sistema de tuberías.....	313
2.6.4.7 Reparar o reemplazar el material defectuoso.....	313
2.6.4.8 Controlar el caudal de agua en cada punto de uso (p. ej. en cada intercambiador).....	314
2.6.4.9 Operar las bombas eficientemente.....	314
2.6.4.10 Instalar control de bombas (secuencia, variadores de velocidad).....	323
<b>2.7 Refrigeración.....</b>	<b>328</b>
2.7.1 Proceso de enfriamiento usando un refrigerante secundario (agua fría).....	328
2.7.1.1 Optimizar condensadores.....	328
2.7.1.2 Mantener condensadores y evaporadores limpios.....	337
2.7.1.3 Optimizar la temperatura del refrigerante secundario.....	338
2.7.1.4 Reducir la absorción de calor del refrigerante secundario.....	339
2.7.1.5 Estar seguro de que hay suficiente refrigerante primario.....	339
2.7.1.6 Aislar el evaporador y la línea de succión.....	340
2.7.1.7 Usar “frío gratuito” cuando sea posible.....	340
2.7.1.8 Optimizar el caudal en el circuito de distribución.....	343
2.7.1.9 Asegurarse de que los compresores están correctamente operados.....	343
<b>2.7.2 Cámaras frigoríficas.....</b>	<b>350</b>
2.7.2.1 Asegurarse de que las puertas están cerradas en la medida de lo posible.....	350
2.7.2.2 Mantener cargas caloríficas CIP al mínimo.....	351
2.7.2.3 Apagar las luces y otros equipos cuando no sean necesarios.....	352
2.7.2.4 Optimizar el funcionamiento de evaporador.....	352
2.7.2.5 Optimizar los ciclos de descongelado y los tiempos.....	353
2.7.2.6 Optimizar el funcionamiento de los condensadores.....	355
2.7.2.7 Estar seguro de que hay suficiente refrigerante.....	363
2.7.2.8 Aislar el evaporador y la línea de succión.....	363
2.7.2.9 Asegurarse de que los compresores están correctamente operados.....	364
<b>2.7.3 Proceso de refrigeración utilizando una unidad de frío.....</b>	<b>371</b>
2.7.3.1 Optimizar el funcionamiento de los condensadores.....	371
2.7.3.2 Estar seguro de que hay suficiente refrigerante.....	380
2.7.3.3 Optimizar los ciclos de descongelado y los tiempos.....	380
2.7.3.4 Utilizar el “frío gratuito” cuando sea posible.....	382
2.7.3.5 Asegurarse de que los compresores están correctamente operados.....	385
2.7.3.6 Aislar las tuberías de refrigerante y las líneas de succión.....	392
<b>2.8 Removedoras y Mezcladoras.....</b>	<b>393</b>
2.8.1 Tanques de mezclado.....	393
2.8.1.1 Trabajar en condiciones óptimas.....	393
2.8.1.2 Elegir el apropiado equipo de mezclado para el proceso.....	397
2.8.1.3 Elegir el apropiado equipo de mezclado para el producto.....	399
2.8.1.4 Una ampliación exitosa.....	400
2.8.1.5 Hacer un diseño flexible.....	401
2.8.1.6 Maximizar la eficiencia mecánica del mezclador.....	403
2.8.1.7 Optimizar el proceso mediante el seguimiento de variables.....	404
<b>2.9 Control de procesos.....</b>	<b>407</b>

2.9.1 Medidas de ahorro vía Control de procesos.....	407
2.9.1.1 Eliminar los controles manuales.....	407
2.9.1.2 Ajustar los controles.....	408
2.9.1.3 Modificar las funciones de los controles.....	411
2.9.1.4 Mejorar la información recibida.....	413
2.9.1.5 Mejorar la estructura de control existente.....	414
2.9.1.6 Tomar medidas eficazmente.....	419
2.9.1.7 Corregir los fallos de la instrumentación.....	419
2.9.1.8 Implementar optimización On-Line.....	422
<b>3 Casos Prácticos.....</b>	<b>425</b>
3.1 Calderas y vapor.....	425
<b>Caso práctico 1:</b> Disminución del gasto de combustible en una caldera de carbón usando una bandeja transportadora perforada.....	425
<b>Caso práctico 2:</b> Ahorro energético en calderas de agua caliente mediante la instalación de unas compuertas de tiro.....	432
<b>Caso práctico 3:</b> Ahorro energético a través de un efectivo control del tratamiento del agua de calderas.....	440
<b>Caso Práctico 4:</b> Aislamiento de válvulas y accesorios del sistema de distribución de vapor.....	444
<b>Caso práctico 5:</b> Ahorro obtenido en una red de distribución de vapor mediante la utilización del vapor flash y el mantenimiento de las trampas de vapor.....	449
3.2 Aire comprimido.....	456
<b>Caso práctico 6:</b> Reducción de perdidas mediante la instalación de trampas de condensado drenadas electrónicamente.....	456
3.3 Soplantes.....	461
<b>Caso práctico 7:</b> Motores de alta eficiencia en soplantes y bombas.....	461
<b>Caso práctico 8:</b> Controladores de velocidad variable en extractoras de serrín.....	466
3.3 Edificios industriales.....	471
<b>Caso práctico 9:</b> Renovación eficientemente energética de edificios industriales.....	471
3.4 Refrigeración Industrial.....	479
<b>Caso práctico 10:</b> Variador de velocidad en los ventiladores de una torre de refrigeración.....	479
<b>Caso práctico 11:</b> El uso de la tecnología Pinch en una industria de procesado de alimentos.....	485
3.5 Bombas.....	491
<b>Caso de estudio 12:</b> Instalación de variadores de velocidad en una planta química.....	491
<b>Caso práctico 13:</b> Ahorro energético mediante la reducción del rodete de 496_bomba.....	496
<b>Caso práctico 14:</b> Instalación de un controladores de velocidad variable y dePequeñas bombas sumergibles.....	501
<b>Caso de estudio 15:</b> Purga automática de aire en una cámara de refrigeración.....	512
3.9 Removedoras y mezcladoras.....	518
<b>Caso de estudio 16:</b> Modelado de un reactor de tres fases.....	518
<b>Caso de estudio 17:</b> Eliminación de problemas de un mezclador en línea.....	519
<b>Caso de estudio 18:</b> Mezclado intenso en un proceso duro.....	520
<b>Caso de estudio 19:</b> Optimización de un reactor gas-líquido.....	521
<b>Caso de estudio 20:</b> Mejora de un proceso de polimerización.....	523
<b>Caso práctico 21:</b> Análisis de la estrategia de una reacción compleja.....	524

**Caso práctico 22:** Selección de las palas adecuadas para la fabricación de gel. ....525

## 1 Marco general. Importancia del ahorro energético.

El mundo se encuentra inmerso, desde hace ya varios años, en una crisis energética fruto de un consumo irracional, desproporcionado e ineficiente de la energía. Como consecuencia de este consumo aparecen gran variedad de efectos que se hacen patentes a diferentes niveles: calentamiento del planeta, incendios, condiciones insalubres en las ciudades, enfermedades provocadas por la contaminación, alteraciones de los ecosistemas; y en las relaciones políticas entre los países.

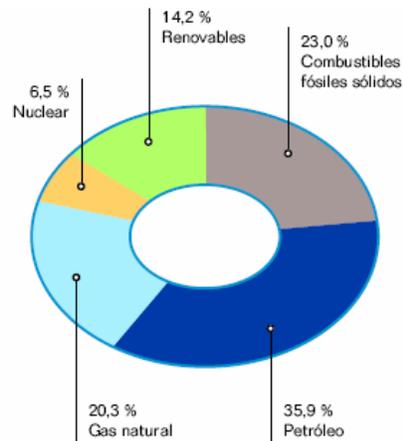
La transformación, transporte y uso de las distintas fuentes energéticas ocasionan un gran número de implicaciones en el medio ambiente, que han originado una creciente preocupación por los impactos sobre el entorno, dando lugar a la puesta en marcha de medidas de choque y compromisos internacionales con el objetivo de reducir los niveles de contaminación actuales.

La Unión Europea se ha constituido en uno de los más firmes defensores de estas políticas de reducción de emisiones, apostando por el aprovechamiento de recursos renovables e impulsando las actuaciones a favor del ahorro y la eficiencia energética.

### 1.1 Panorámica energética mundial.

#### 1.1.1 La demanda energética mundial.

El consumo total de energía primaria en nuestro planeta durante 1998 fue de 9.621,3 Mtep.



Total: 9.516,2 Mtep (estimaciones). No incluye consumo de bunkers (105,1 Ktep)  
Fuente: Dirección General de Energía de la Comisión Europea. Annual Energy Review 2000. Metodología EUROSTAT

Fig. 1.1. Consumo final de energía primaria por fuentes en 1998.

Exceptuando los consumos de bunkers (105,1 Mtep), la energía primaria demandada ascendió a 9.516,2 Mtep, de los que el 35,9% correspondieron al consumo de petróleo. Le siguen los combustibles sólidos, que aportaron el 23% y el gas natural con el 20,3%. Las energías renovables aportaron el 14,2% y el 6,5% restantes correspondieron a los combustibles nucleares.

En la siguiente figura se muestra el consumo de energía primaria por zonas geográficas.

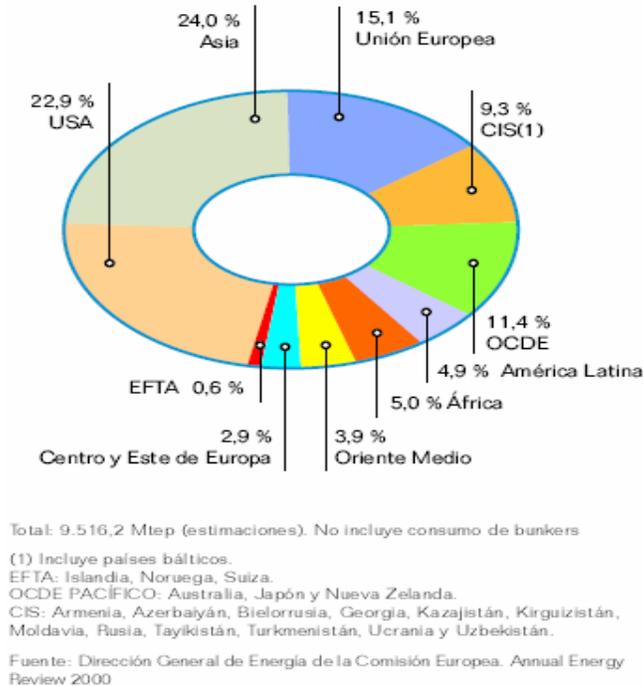


Fig. 1.2. Demanda mundial de energía primaria en 1998.

Por áreas destaca la demanda asiática con el 24% de la demanda mundial. A continuación se sitúan los Estados Unidos y la Unión Europea, que suponen el 22,9% y el 15,1% respectivamente.

El incremento medio anual de la demanda de energía primaria desde 1980 hasta 1998 ha sido del 1,5%, bajando hasta el 1,3% anual hasta el periodo 1990-1998. En este último año se ha producido un descenso de la demanda energética respecto al año anterior, circunstancia que no ocurría desde 1982.

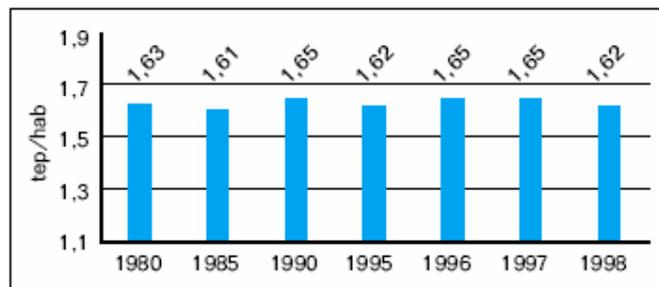
La evolución del consumo de energía primaria desde 1980 se ha caracterizado por un fuerte crecimiento en el área de los países no-OCDE hasta finales de 1989 (2,7% anual frente al 0,9% anual en los países de la OCDE), encabezados por Oriente Medio (6,0% anual) y seguido por Asia (4,2% anual) y África (3,3% anual). No obstante, mientras el área de la OCDE ha continuado incrementando sus necesidades energéticas a razón de un 1,5% desde 1990, el consumo del área no-OCDE ha crecido a un ritmo anual menor del 1%. Este cambio de tendencia se ha debido al significativo descenso de los países que

conformaban la antigua Unión Soviética (-5,1% anual) y del Centro y Este de Europa (-2.3% anual), que por otra parte se ha visto compensado por el fuerte aumento de la demanda en oriente medio (5,5% anual), América Latina (3,9% anual) y Asia (3,5% anual).

### 1.1.2 Energía y desarrollo económico

El crecimiento económico es el principal factor de activación de la demanda de energía de una región. A la hora de relacionar el desarrollo y dicha demanda, se usan fundamentalmente dos indicadores: El consumo de energía per cápita y la intensidad energética.

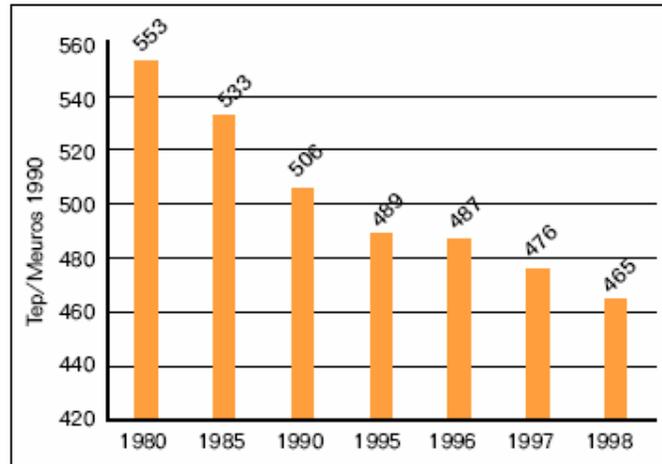
La evolución del consumo de energía per cápita en el mundo en el periodo 1980-1998, presenta una tendencia estable en la franja de 1,6 y 1,67 tep/habitante, como se puede observar en la siguiente figura.



Fuente: Dirección General de Energía de la Comisión Europea. Annual Energy Review 2000

Fig. 1.3. Consumo de energía per cápita en el mundo.

El llamado índice de intensidad energética primaria es el cociente entre el consumo de energía primaria y el PIB, y representa la “eficiencia en el uso”, es decir, el mayor o menor empleo de energía por unidad de producto o servicio. La intensidad energética mundial en 1998 alcanzó la cifra de 465 tep/Meuros de 1990. LA evolución de este indicador en el periodo de 1980-1998 ha seguido una línea descendente, disminuyendo en esos años un 15,9%.



Fuente: Dirección General de Energía de la Comisión Europea. Annual Energy Review 2000

Fig.1. 4. Evolución de la intensidad energética mundial.

## 1.2 Situación actual y política energética de la Unión Europea.

### 1.2.1 Consumo de energía en la UE.

La Unión Europea es una de las regiones del mundo con mayor consumo energético. En 1998, la demanda de energía primaria fue de 1.435,7 Mtep. Esta cifra representa el 15,1% del consumo mundial y el 31% del de los países integrantes de la OCDE, mientras que su población representa tan solo el 6,4% del total de habitante del planeta.

#### Consumo por fuentes.

Por fuentes de energía sigue predominando el consumo de petróleo, que durante 1998 portó 601,5 Mtep, un 41,9% de la estructura de energía primaria comunitaria. Le siguen el gas natural, con 315,5 Mtep (22,0%) y el carbón, con 222,7 Mtep (15,5%).

La energía nuclear, producida mayoritariamente en Francia y Alemania, aporta 209,7 Mtep, lo que representa un 14,6% de la energía primaria demandada en la Unión Europea. Las energías renovables tienen un peso del orden del 5,9% (85,1 Mtep).

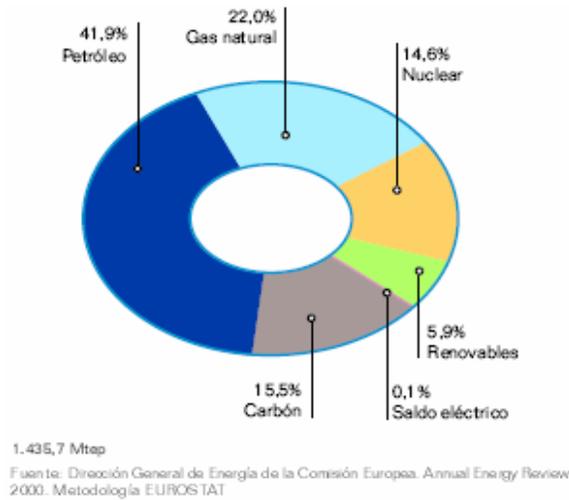


Fig. 1.5. Consumo de energía primaria en la Unión Europea.

### Análisis por fuentes.

Analizando la evolución del consumo de energía primaria en la Unión Europea se observa un crecimiento medio anual del 1,1% en el periodo 1990-1998. En dicho periodo se ha producido un cambio significativo en la estructura del consumo de energía primaria de la Unión Europea. Así, el carbón ha perdido cuota de participación, pasando del 22,9% en 1990 al 15,5% en 1998. El motivo principal de este hecho ha sido el fuerte incremento de gas natural, un 42,1% en dicho periodo, pasando a ser la segunda fuente de energía detrás del petróleo. Del mismo modo, aunque en menor medida, se ha producido un aumento de energía renovable, pasando de 65,8 Mtep en 1990 a 85,1 Mtep en 1998 (28,9%).

La energía nuclear ha seguido ganando peso en la estructura de consumo Comunitaria, alcanzando el 14,6% en 1998 frente al 13,8 de 1990, lo que supone un incremento en este periodo del 15,6%. Por último, aunque el consumo de petróleo se ha incrementado en 56,4 Mtep, el porcentaje en la estructura de energía primaria ha permanecido prácticamente constante, en torno al 41%.

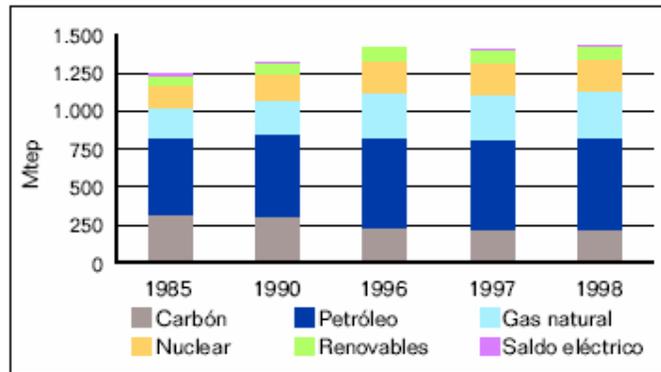


Fig. 1.6. Evolución del consumo de energía primaria por fuentes en la UE.

**Consumo por países.**

Alemania, con el 23,9%, y Francia, con el 17,5%, son los países de la Unión Europea que han presentado mayores consumos de energía primaria en 1998. En el otro extremo se encuentran Luxemburgo e Irlanda, con el 0,2% y 0,9% de la demanda total de energía respectivamente.

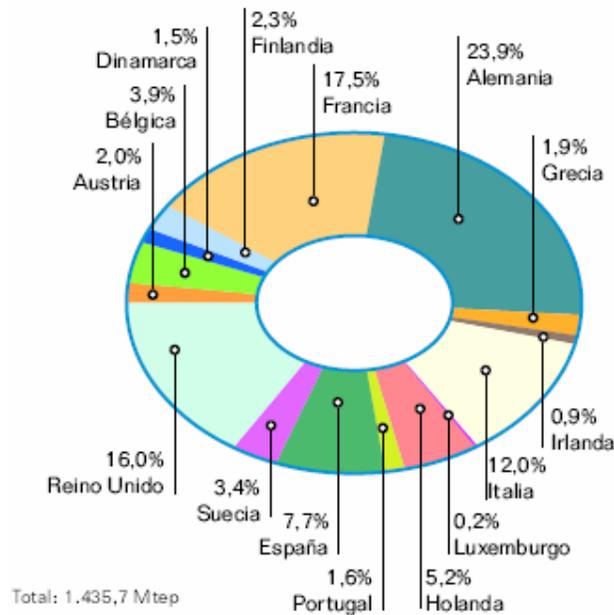
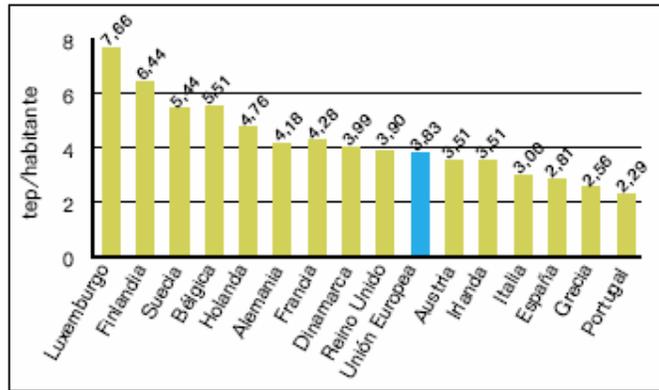


Fig. 1.7. Consumo de energía primaria por países en 1998.

Desde 1990, el consumo per cápita de energía primaria en la Unión Europea ha crecido a una media de un 0,7% anual, alcanzando 3,83 tep/hab en 1998. Luxemburgo y Finlandia son los que presentan los mayores índices, mientras que los habitantes de los países mediterráneos son los que menor cantidad de energía per cápita demandan.



Fuente: Dirección General de Energía de la Comisión Europea. Annual Energy Review 2000

Fig.1.8. Consumo per cápita de energía primaria en 1998.

La intensidad energética en la Unión Europea ha descendido en los últimos trece años un 13,3%, pasando de 271,5 tep/1990 MEUR en 1985 a 235,3 tep/1990 MEUR en 1998.

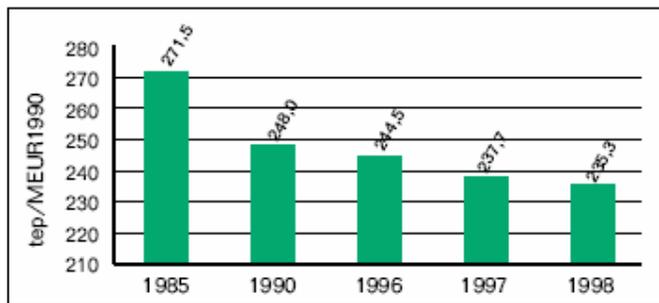


Fig.1.9 . Evolución de la intensidad energética en la UE.

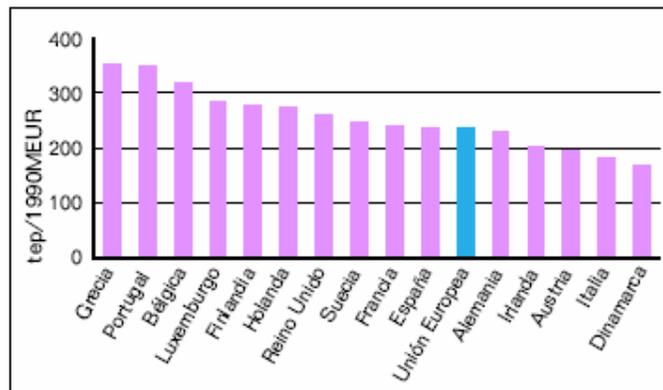


Fig.1.10 . Intensidad energética en la UE en 1998.

### **1.2.2 Tendencias futuras.**

En la Unión Europea se calcula que la demanda energética bruta en el año 2030 será un 11% superior que en 1998. Se considera que la demanda energética aumentará mucho más lentamente que el PIB. Se observa, pues, una marcada desconexión entre el crecimiento de la demanda energética y el crecimiento económico.

Se produce además un notable cambio estructural en el consumo de energía: la fuente de energía que registra el crecimiento más rápido es el gas natural: +45% entre 1998 y 2030. El petróleo seguirá siendo el combustible más importante, a pesar del modesto crecimiento proyectado hasta el 2030; su parte en el año 2030 estará en el 38%. El consumo de carbón será en 2030 un tercio mas elevado que en 1998.

### **1.3 Situación actual y política energética nacional.**

#### **1.3.1 Consumo de energía primaria.**

El consumo de energía primaria en España en el año 2000 ascendió a 125,2 Mtep, lo que supone un incremento del 4,9% respecto al año 1999.

Por fuentes destaca el consumo del petróleo, con 64,7 Mtep, un 51,6% del total. Le sigue a una distancia considerable el carbón, con una demanda de 21,6 Mtep lo que representa el 17,3% de la estructura del consumo de energía primaria. Las demandas de energía nuclear y de gas natural son del mismo orde, aportando el 13,0% (16,2 Mtep) y el 12,2% (15,2 Mtep) respectivamente. Las energías renovables, con 7,1 Mtep (5,6%) y el saldo eléctrico con 382 ktep (0,3%), cierran el balance de consumo de energía primaria en España durante el año 2000.

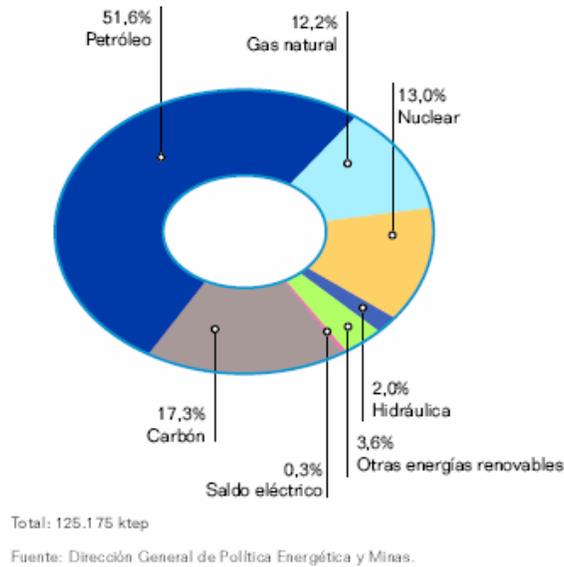
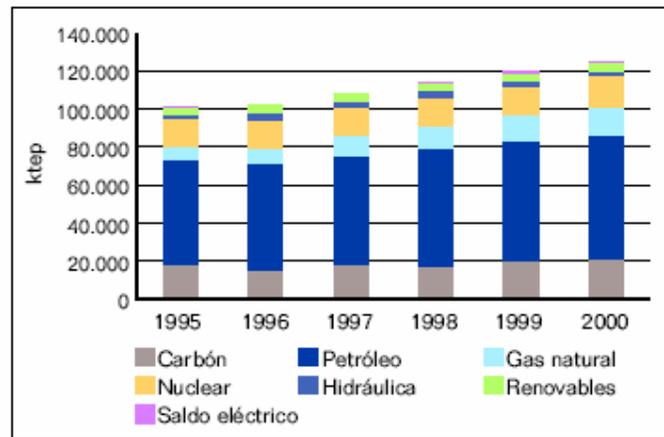


Fig.1.11 . Consumo de energía primaria en España durante el año 2000.

En el periodo 1995-2000, el consumo de energía primaria aumentó en más de un 23,7%, con un incremento brusco del 6,2% en 1998.

El consumo de petróleo se incrementó en un 18,4%, el del carbón en un 15,6% y la energía nuclear en un 12,2%. Con diferencia, las energías renovables y sobre todo, el gas natural han mostrado las pendientes de crecimiento más elevadas.

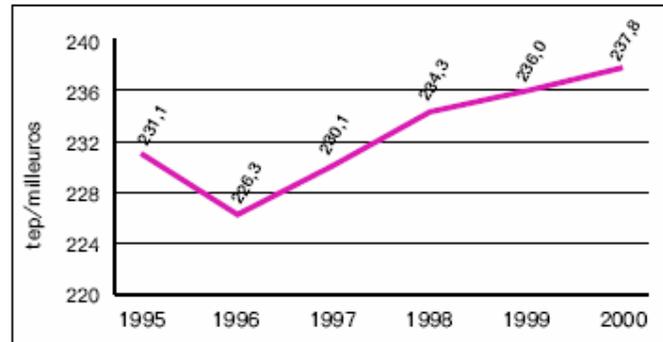


Fuente: Dirección General de Política Energética y Minas.

Fig.1.12 . Evolución de la demanda de energía primaria en España.

### Intensidad energética.

La intensidad energética en España en el año 2000 fue de 273,8 tep/millones de euros. Desde el año 1996 se viene produciendo un incremento continuado de este parámetro, lo que indica un crecimiento mayor en estos años de los consumos energéticos que del PIB nacional. La evolución de la intensidad energética se muestra en la siguiente figura.

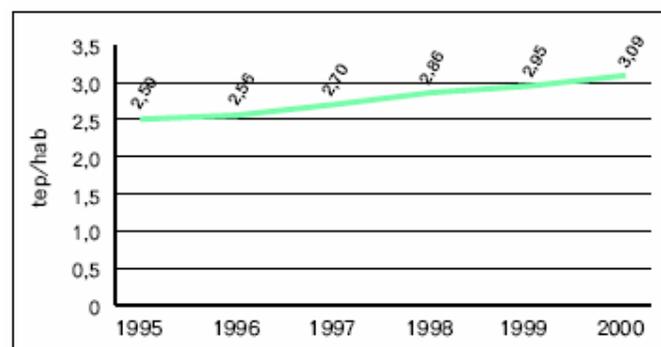


Fuentes: Dirección General de Política Energética y Minas e Instituto de Estadística de España

Fig.1.13 . Evolución de la intensidad energética en España.

### Consumo per cápita de energía primaria.

El consumo de energía primaria per cápita viene aumentando en los últimos años, pasando de 2,5 tep/habitante en 1995 a 3,09 tep/habitante en 2000, lo que supone un incremento medio anual de un 4,7%.



Fuentes: Dirección General de Política Energética y Minas e Instituto de Estadística de España

Fig.1.14 . Evolución del consumo de energía primaria per cápita en España.

### 1.3.2 Consumo de energía final.

El consumo de energía final durante el año 2000 fue de 90.266 ktep, de los que el 61,6% correspondieron a productos petrolíferos. La electricidad aportó un 17,9% del consumo total, alcanzando la cifra de 16.207 ktep y el gas natural, con 12.319 ktep, supuso el 13,7% del consumo final de energía en España. Añadir a esto el consumo final de energías renovables con un 4% y el carbón con un 2,8%.

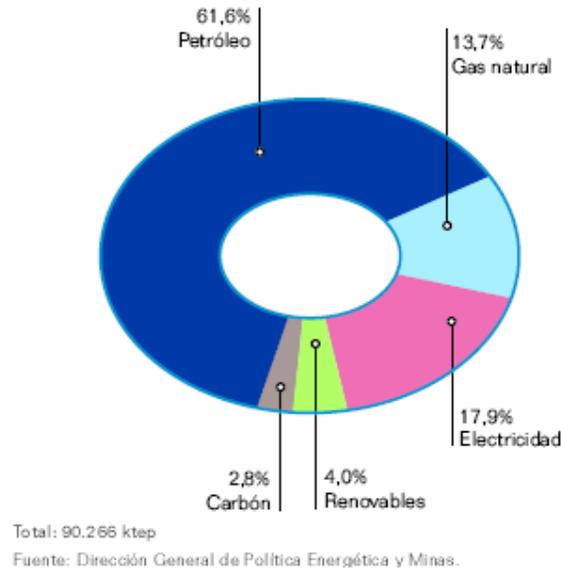
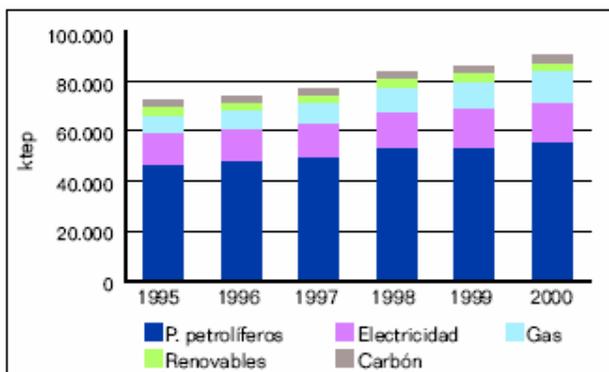


Fig.1.15 . Consumo de energía final en España.

El consumo de energía final creció un 25,1% en el periodo 1995-2000, con un crecimiento destacable en 1998 de un 8% respecto a 1997, mientras que en los años restantes el crecimiento no fue superior al 5%.

En el crecimiento del consumo total de energía final destacó la evolución del consumo de gas, que supuso un crecimiento del 88,1%, es decir, de 6550 ktep en 1995, pasó a consumirse 12.319 ktep en el 2000, debido principalmente a la incorporación del gas natural en los sectores industriales; también es destacable la subida del 30,1% en el consumo de electricidad y del 18,4 en el consumo de productos petrolíferos entre los años 1995-2000.



Fuente: Dirección General de Política Energética y Minas.

Fig.1.16 . Evolución del consumo de energía final en España.

En la siguiente figura se muestra la evolución del consumo energético en el sector industrial en el periodo 1995-2003.

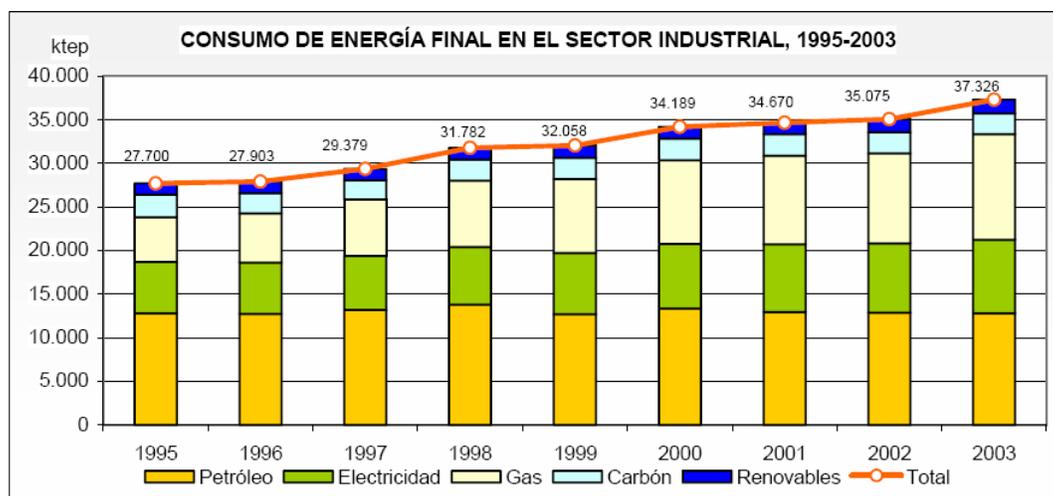


Fig.1.17 . Evolución del consumo de energía final en el sector industrial.

En relación con las fuentes de energía, y en los 9 años del periodo considerado (1995-2003) el sector industrial ha estado abasteciéndose principalmente de petróleo, con un consumo muy estable, de gas natural, con un incremento en su uso del 136 %. También se aprecia un incremento en el uso de la electricidad (43 %) y en el de las energías renovables (incremento del 25 %). Por el contrario, el uso del carbón ha disminuido casi un 8 % durante el mismo periodo. Globalmente se obtiene un incremento del 34.75 % en el consumo de energía final.

En las siguientes figuras se muestra la tendencia de los precios del petróleo y del gas natural durante el año 2005.

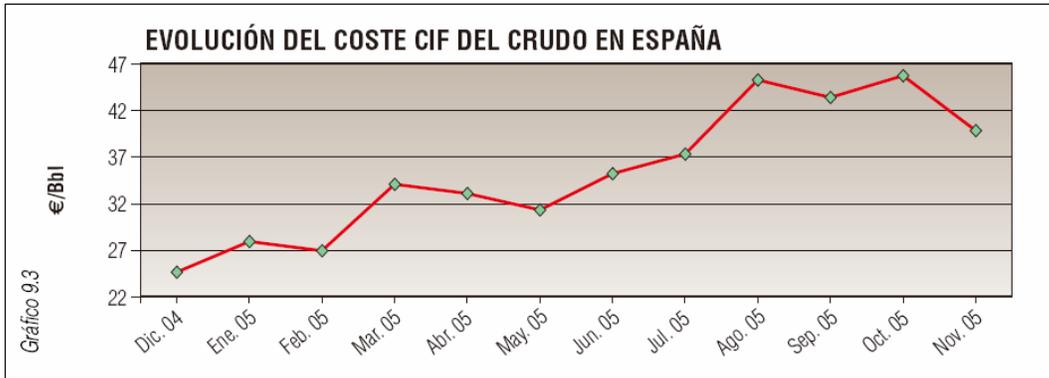


Fig.1.18 . Evolución del precio del crudo en España durante el año 2005.

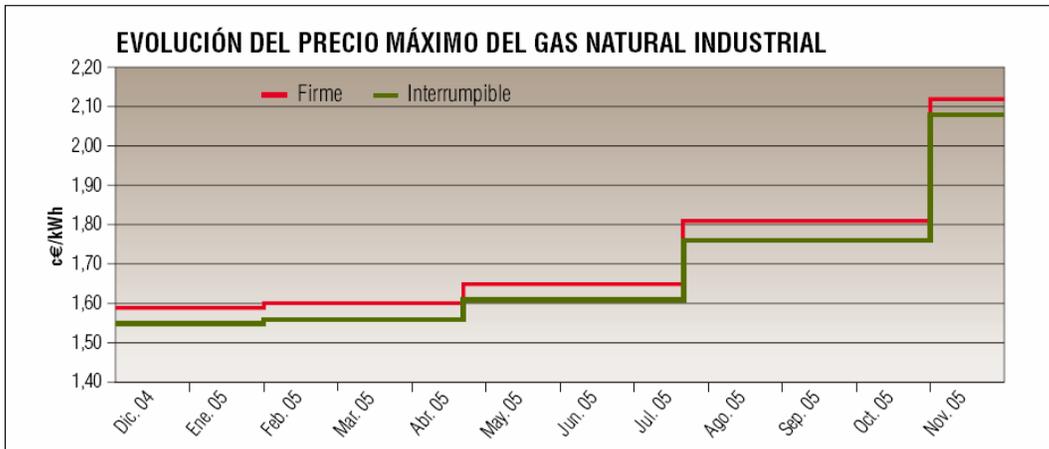
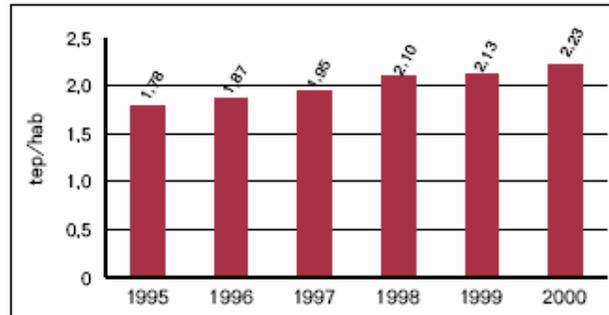


Fig.1.19 . Evolución del precio del gas natural en España durante el año 2005.

Este aumento del consumo unido al aumento del precio de la energía hacen que la estrategia energética a seguir para cualquier industria, debe primar el aumento de la eficacia energética, dada su incidencia sobre el medio ambiente, la economía del país y la economía del usuario final.

### Consumo per cápita de energía final.

El consumo de energía final per cápita ha crecido en un 25,3% en el periodo 1995-2000. Destaca el incremento presentado en 1998, en un 7,8% respecto a 1997.

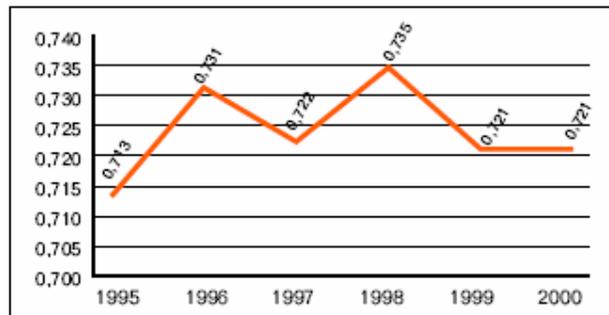


Fuentes: Dirección General de Política Energética y Minas e Instituto de Estadística de España

Fig.1.20 . Evolución del consumo per cápita de energía final.

### Eficiencia energética.

El ratio E. final/E. primaria en el año 2000 fue de 0.721, igual al presentado en 1999 y muy similar a las cifras observadas desde el año 1995. En la siguiente gráfica se muestra su evolución.



Fuente: Dirección General de Política Energética y Minas

Fig.1.21 .Evolución de la eficiencia energética en España.

## 1.4 Consumo energético de Andalucía.

### 1.4.1 Demanda de energía primaria.

El consumo de energía primaria en Andalucía durante el año 2000 fue de 15.425,2 ktep.

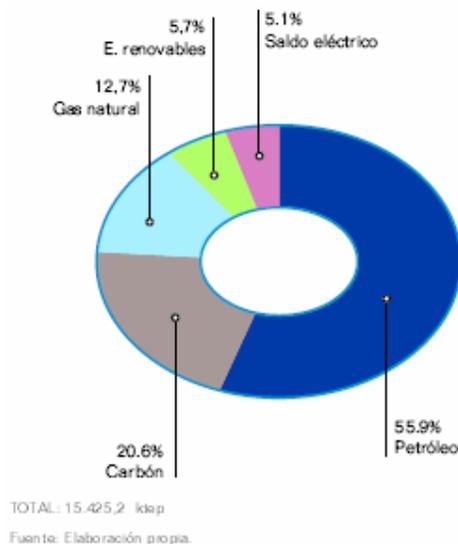


Fig.1.22. Demanda de energía primaria en Andalucía.

Por fuentes de energía, destaca el consumo de petróleo, con 8.618,7 ktep, un 55,9% del total de la energía primaria demandada, fundamentalmente correspondiente a usos finales, ya que su peso en la estructura de generación eléctrica es poco significativo. En la siguiente tabla viene desglosada la demanda por tipos de productos.

	Ktep
Gasolinas	1.396,4
Gasóleos	3.416,5
Querosenos	317,5
Fuelóleos	468,6
Pérdidas en refino	72,8
GLP	532,4
Autoconsumos de refinería	1.090
Otros (*)	1.324,5
<b>TOTAL</b>	<b>8.618,7</b>

Tabla 1.1. Demanda de petróleo por tipo de producto.

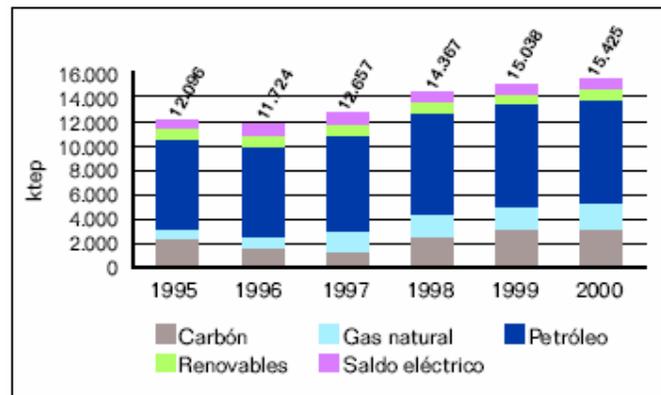
La demanda de carbón ascendió a 3.183,0 ktep, lo que representa el 20,6% del total. De esta demanda, el 97,8% fue consumido por las centrales térmicas de carbón ubicadas en nuestra comunidad autónoma. El 2,2% restante

correspondió a los consumos en cementeras y otros usos que cada año van teniendo un menor peso por la sustitución por otros combustibles.

El aporte del gas natural a la estructura de consumo de energía primaria fue de 1.961,8 ktep, lo que supone un 12,7% del total. El consumo industrial de este combustible fue de 1.672,8 ktep (85,3%), de los cuales 1297,9 ktep tuvieron fines energéticos, utilizándose el resto como materia prima en la síntesis de amoníaco.

A pesar del aumento de la producción bruta de energía eléctrica en Andalucía, el saldo eléctrico ha sido importador, suponiendo un consumo de energía primaria de 785,4 ktep, un 5,1% del total.

La evolución del consumo de energía primaria en el periodo comprendido entre los años 1995 a 2000 el que se indica a continuación.



Metodología: EUROSTAT

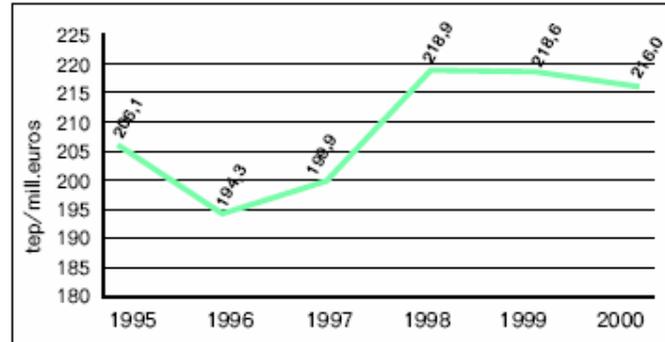
Fig.1.23. Evolución de la demanda de energía primaria en Andalucía.

El incremento del consumo de energía primaria desde 1995, con las correcciones metodológicas pertinentes, ascendió a 3.329 ktep. Esto ha supuesto un crecimiento global de 27,5%, correspondiente a un crecimiento medio anual del 5,5%. En este periodo se produjo un crecimiento muy importante en el consumo de gas natural (un 127,5%), debido fundamentalmente al aumento del consumo de sector industrial y a la generación eléctrica (tanto en centrales termoeléctricas convencionales como en cogeneración) con este combustible. Las aportaciones de las energías renovables y del petróleo se han visto incrementadas en este periodo en un 0,6% y un 17,9% respectivamente. Las importaciones crecieron en un 23,7% respecto al año 1995.

### Intensidad energética primaria y eficiencia energética.

La intensidad energética primaria en Andalucía en el año 2000 fue de 216,0 tep/millones de euros. El periodo comprendido entre los años 1996 y 1998 se

caracteriza por unas tasas de crecimiento de consumo energético en la Comunidad Autónoma andaluza superiores a las presentadas por el PIB, y por tanto por una evolución ascendente de la intensidad energética primaria. Esta tendencia se estabiliza e incluso, durante el año 2000 pasa a ser decreciente como consecuencia de un menor crecimiento del consumo energético frente al PIB. La evolución de la intensidad energética se muestra en la siguiente gráfica.



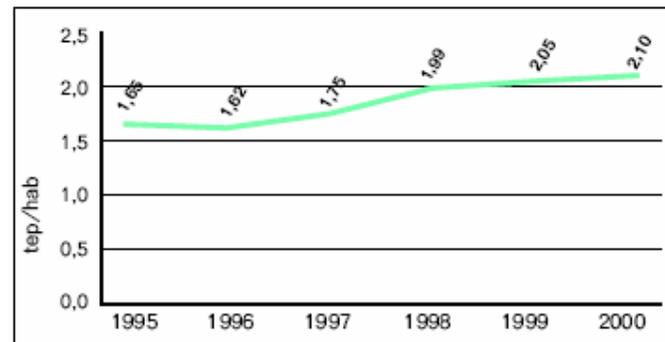
Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Fig.1.24. Evolución de la intensidad energética en Andalucía.

La eficiencia energética, cociente entre la energía final consumida y la demanda de energía primaria, alcanzó 75,0% durante el año 2000.

### Consumo per cápita de energía.

El consumo de energía primaria per cápita en Andalucía viene aumentando en los últimos años, pasando de 1,65 tep/hab en 1995 a 2,10 tep/hab en 2000, lo que supone un incremento anual de un 5,45%. La demanda per cápita de energía final durante el año 2000 fue de 1,6 tep/hab.

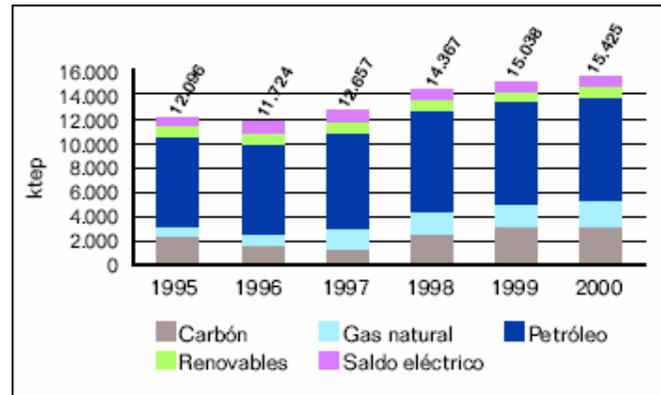


Nota: El último dato de población corresponde al publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en la revisión del padrón de habitantes de 1998. Según la legislación vigente, el próximo censo de población se llevará a cabo en el año 2001. La población andaluza en el año 2000 se ha supuesto igual a la del año 1999.

Fig.1.25. Evolución del consumo per cápita de energía primaria en Andalucía.

### 1.4.3 Demanda de energía final.

El consumo de energía final en Andalucía en el año 2000 ascendió a 15.425,3 ktep.



Metodología: EUROSTAT

Fig.1.26.. Evolución de la demanda de la energía final en Andalucía.

La demanda final de productos petrolíferos alcanzó los 7.136,2 ktep, lo que representa el 7% del total de la energía final demandada. En esta cantidad se incluyen aquellos derivados del petróleo consumidos con fines no energéticos.

En orden de magnitud, le sigue el consumo de energía eléctrica, que en el año 2000 fue de 2.244,5 ktep, el 19,4% del total. La distribución eléctrica a abonados supuso el 96,8% de esta cifra, correspondiendo el resto al autoconsumo de las centrales correspondientes al régimen especial.

El consumo final de carbón es cada vez menor, concentrándose fundamentalmente en las fábricas de cemento existentes en la Comunidad Autónoma Andaluza, si bien, en los últimos años se está produciendo en dichas industrias la sustitución del carbón por otros combustibles, principalmente coque de petróleo, igualmente, y por el mismo motivo, continúa descendiendo la demanda de carbón en el sector doméstico. El consumo final ascendió a 71,4 ktep, un 0,6% del total.

Durante el año 2000 el consumo final de gas natural se situó en 1.468,3 ktep, lo que representa un 12,7% de la energía final demandada. Se incluye en esta cantidad aquellas partidas destinadas a usos finales no energéticos (materia prima para síntesis de amoníaco).

El porcentaje correspondiente a las energías renovables en el total de energía final consumida durante el año 2000 fue del 5,6%, alcanzando la cifra de 648,9 ktep, proviniendo el resto de la energía solar térmica.

El transporte es el sector con mayor demanda energética, con el 38,0% (4.401,3 ktep) del total de la energía final consumida en Andalucía, seguido muy de cerca por la industria, que aglutina el 36,5% del total con 4.225,6 ktep.

A una distancia considerable se encuentran el resto de sectores, encabezados por el residencial con una demanda de 1.467,7 ktep (12,18%). Cierran la clasificación sectorial los servicios de agricultura y pesca, con cuotas respectivas de consumo del 6,5% (747,1 ktep) y 6,2% (712,2 ktep).

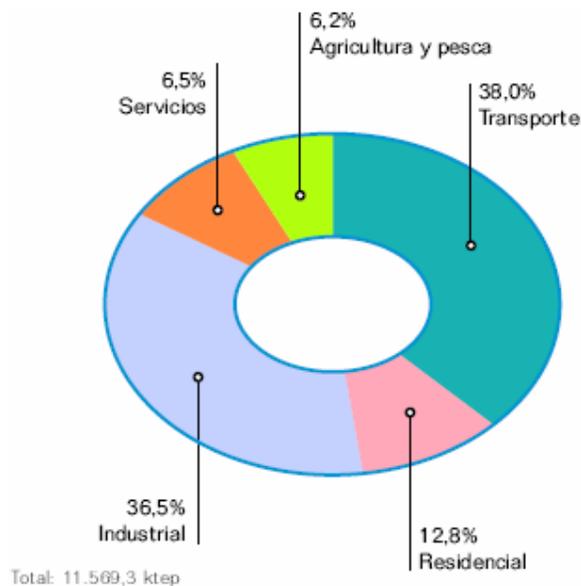


Fig.1.27. Demanda de energía final por sectores en el año 2000.

## 1.5 Previsiones de consumo: Escenarios nacional y andaluz.

En este capítulo se aborda la compleja tarea de hacer una prospección de la demanda energética en Andalucía con una proyección hasta 2010. La incertidumbre actual en algunos de los parámetros que afectan directamente a las pautas de consumo, tales como los precios internacionales de productos energéticos, la liberalización de los mercados, la mayor o menor acogida de políticas del lado de la demanda, conjuntamente con el riesgo habitual que conlleva una proyección a futuro, hacen que los resultados de este análisis deban tomarse con cierta reserva.

Las hipótesis adoptadas se sustentan fundamentalmente en el análisis detallado de la tendencia de la estructura energética andaluza en los últimos años, así como de informes de fuentes diversas sobre situaciones futuras de demanda y precios, y de las simulaciones llevadas a cabo a los niveles nacional y europeo.

A continuación se analizan los escenarios de referencia junto a los propuestos para Andalucía.

### **1.5.1 Escenario nacional.**

El IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía), en el Plan de Fomento de las Energías Renovables, analiza dos escenarios denominados: Tendencial y Ahorro Base.

Ambos comparten Proyecciones de población y de crecimiento económico, tanto en el nivel agregado como en el desglose sectorial mientras que presentan diferencias en las hipótesis de evolución de los precios internacionales de la energía y en las actuaciones encaminadas a una mayor eficiencia energética y protección ambiental.

El escenario Tendencial proyecta hacia el futuro las pautas de consumo que se han venido registrando durante los últimos años, adaptándolas en función de variables básicas de escenario, como los precios energéticos, la población o el crecimiento económico, así como de los cambios que se estima se producirán de forma autónoma, sin modificaciones significativas de las políticas de eficiencia energética o medioambiental. Este escenario no supone, por tanto, una extrapolación a futuro de los consumos del pasado, sino una continuidad en el tipo de actuaciones y apoyos públicos a la eficiencia energética, el medio ambiente y la innovación tecnológica.

El Escenario Ahorro Base, manteniendo el crecimiento económico y la población del Tendencial, contempla, sin embargo, una intensificación con respecto al pasado de las actuaciones en materia de eficiencia energética, no sólo por los mayores precios del petróleo y de las principales materias primas energéticas, sino también por la necesidad de inducir políticas más activas de eficiencia energética, protección medioambiental y desarrollo tecnológico desde las Administraciones Públicas, así como de un mayor compromiso social en estas materias.

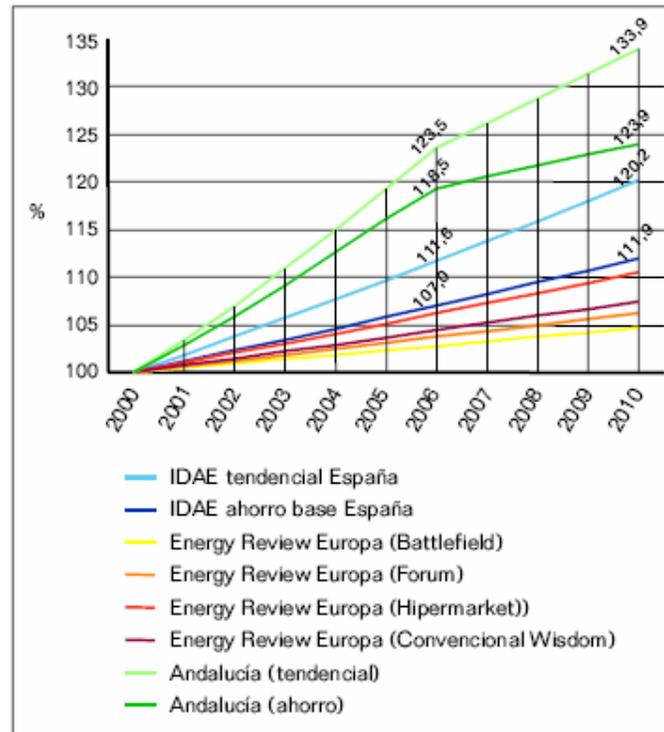
### **1.5.3 Escenario Andaluz.**

La realidad energética andaluza es distinta a la nacional y a la europea. En la Unión Europea, los estándares de consumo energético han alcanzado ya cotas elevadas. España se está aproximando paulatinamente a estos valores, encontrándose en la actualidad en unos niveles cercanos a la media Comunitaria.

Andalucía se sitúa por debajo de los estándares nacionales y, por tanto, de los europeos. Esta diferencia, junto al importante desarrollo de nuestra Comunidad Autónoma en los últimos años, hace que se produzcan crecimientos anuales de la demanda energética más acusados que en las dos zonas geográficas de referencia.

Teniendo en cuenta estas circunstancias y al análisis de la situación energética actual, se han propuesto para Andalucía dos escenarios para los próximos años: uno tendencial y otro de ahorro sobre el consumo tendencial. La filosofía es muy parecida a la propuesta realizada para el conjunto español por el IDAE, diseñando un escenario que contempla una continuidad de las actuaciones en materia de ahorro y eficiencia llevadas a cabo hasta la fecha y otro en el que estas acciones se intensifican.

Evolucionar según la senda marcada por el escenario de ahorro sobre la demanda tendencial constituye un reto de primera magnitud, imprescindible para la consecución del objetivo de alcanzar el 15% de la cobertura de energía primaria con fuentes renovables. Los resultados obtenidos para Andalucía, que posteriormente se comentarán en detalle, se comparan con los escenarios proyectados para España y la Unión Europea en el siguiente gráfico.



Nota: Elaboración propia.

Fuentes: «Plan de fomento de las Energías Renovables de España» Ministerio de Industria y Energía y «European Energy to 2020: a scenario approach» Comisión Europea

Fig.1.28. Escenarios de referencia.

Se observa como el escenario tendencial y el de ahorro previstos para Andalucía son superiores a los previstos para España y la Unión Europea.

Esta diferencia se debe, en primer lugar, al mayor crecimiento energético de nuestra región como consecuencia del mayor esfuerzo que debe realizar para

converger con el resto de España y Europa, dada su situación de partida de menor desarrollo económico.

En segundo lugar, y a tenor de la experiencia obtenida hasta el presente, las hipótesis de crecimiento contenidas en el PLEAN han ajustado las previsiones de la demanda a escenarios más realistas, evitando los desfases y desviaciones observadas en la planificación de otras instituciones.

## 1.6 Evolución del consumo energético en el escenario Tendencial.

Como se ha comentado anteriormente, el escenario tendencial refleja una evolución continuista, al que se llega manteniendo las acciones de ahorro y eficiencia energética actual en los próximos años.

### 1.6.1 Evolución de la demanda de energía primaria.

El incremento previsto en el consumo de energía primaria en Andalucía en el período 2001-2006 se cifra en un 23,5% (3.629,1 ktep), alcanzado un aumento del 33,9% si se proyecta hasta el año 2010, lo que supone pasar de los 15.425,2 ktep actuales a 20.661,4 ktep en diez años.

En la siguiente gráfica se muestra la estructura de demanda de energía por combustibles.

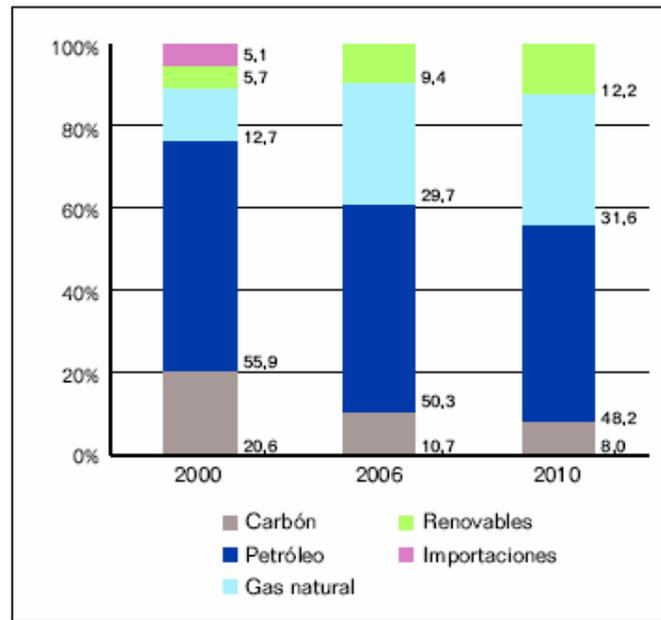


Fig.1.29. Estructura de participación por fuentes de energía primaria en los años 2000, 2006 y 2010.

Como se observa en los gráficos, las cuotas del gas natural sobre la demanda total de energía primaria son las que presentan un mayor crecimiento (un 195,4% en el período 2001-2006 y un 249,8% en el período 2001-2010). El incremento de las redes de distribución en la Comunidad Autónoma Andaluza y sobre todo, la entrada en operación de las centrales de ciclo combinado proyectadas en nuestra región, son las dos causas principales del brusco cambio de pendiente que sufrirá la evolución del consumo del gas natural, que pasará del 12,7% del total de la energía primaria demandada en el año 2000, al 29,7% en 2006 y 31,6% en 2010.

En crecimiento le siguen las energías renovables, que, respecto a los valores actuales, se incrementarán en un 108,8% en 2006 y en un 202,4% en 2010. La participación de estas fuentes de energía en la estructura de la demanda de energía primaria según la evolución del escenario tendencial, se prevé alcance el 9,4% en 2006 y el 12,2% en 2010.

El consumo de petróleo seguirá creciendo en valor absoluto en los próximos diez años, aunque su porcentaje respecto al total de energía demandada disminuirá hasta el año 2006, pasando del 55,9% actual al 50,3%, llegándose al 48,2% en el año 2010. El incremento en este escenario del consumo se prevé sea del 13,9% hasta el año 2006 y del 21,4% hasta 2010, pasando de 8.618,7 ktep en el año 2000, a 9.816,8 ktep y 10.461,7 ktep en 2006 y 2010 respectivamente.

El único combustible que ve disminuida su demanda en valor absoluto es el carbón, que se estima descienda un 34,3% hasta el año 2006 y un 45,5% hasta el año 2010. A pesar del incremento del uso de este combustible en las Centrales Térmicas ubicadas en Andalucía en los últimos años, la previsible sustitución de Puentenuevo, la entrada en carga de las nuevas centrales a gas natural y el aumento de la generación correspondiente de los autoprodutores, harán bajar considerablemente la cuota del carbón en la estructura de producción de energía eléctrica andaluza, que en la actualidad se sitúa en el 67,5%. El porcentaje respecto al total de energía primaria se prevé pase del 20,6% en el año 2000 al 8,0% en el año 2010. No obstante, el carbón debe seguir constituyendo una fuente insustituible para la generación eléctrica en aras de establecer un sistema de producción diversificado.

Según las proyecciones del escenario tendencial, Andalucía pasará en los próximos años de realizar unas importaciones de energía eléctrica de 785,4 ktep, a exportar 478,1 ktep y 1.046,0 ktep en 2006 y 2010 respectivamente. El fuerte incremento previsto en la potencia del parque de generación eléctrica es la causa de este cambio en el signo de la tendencia histórica andaluza.

### **1.6.2 Evolución de la demanda de energía final.**

El escenario tendencial apunta hacia un incremento del consumo final de energía del 21,8% hasta el año 2006 y del 32,1% hasta el año 2010, pasando

de los 11.569,3 ktep actuales, a 14.086,4 ktep y 15.283,6 ktep en 2006 y 2010 respectivamente.

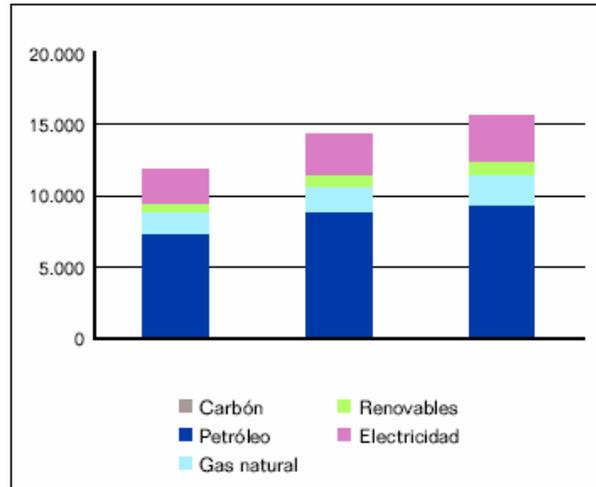


Fig.1.30. Evolución de la demanda de energía final en el escenario tendencial.

Por fuentes, y en el período 2001-2006, destacan los incrementos del gas natural y la electricidad, 34,5% y 27,7% seguidos por los productos petrolíferos con un 17,9%. Las energías renovables, en su mayor parte la biomasa para usos finales térmicos, suben un 17,4%, mientras el consumo final de carbón permanece prácticamente invariable.

Considerando el período 2001-2010 la situación de los aumentos porcentuales de cada una de las fuentes cambia significativamente. Así, el incremento del consumo de gas natural y las energías renovables presentan alzas relativas del 48,3% y 43,5% respectivamente respecto a los valores del año 2000. Les siguen las subidas del consumo eléctrico (37,1%) y de los productos petrolíferos (26,5%). El carbón sigue siendo el combustible con menor crecimiento en su consumo con el 3,3%.

Las estructuras de la demanda de energía final en el escenario tendencial quedan como siguen.

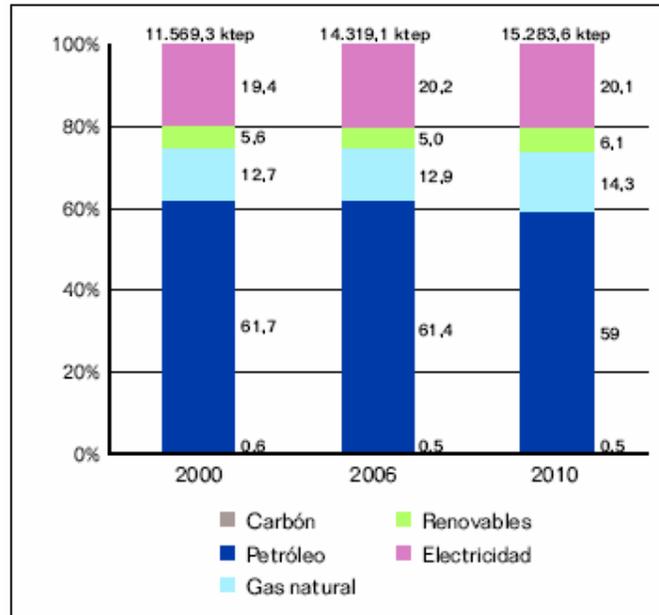


Fig.1.31. Demanda de energía final en los años 2000, 2006 y 2010.

Por sectores de actividad, el sector servicios presenta un incremento de la demanda en el período 2001-2006 del 28,2% y del 35,0% entre los años 2001 y 2010. Estos mismos porcentajes para el sector residencial alcanzan el 13,0% y el 20,5% respectivamente.

El sector industrial, impulsado por la mayor accesibilidad al gas natural, verá incrementada su demanda energética en un 25,0% en los próximos seis años, alcanzando un aumento del 37,4% hasta el año 2010.

Por debajo de las tasas de incremento del sector industrial se encuentran las del sector transporte, que se verá afectado por un crecimiento menos acusado del parque de turismos y por los precios de los carburantes. El sector de agricultura y pesca presenta la evolución más moderada, con un incremento de la demanda de tan solo el 18,0% en los próximos diez años.

En el gráfico adjunto aparecen reflejadas las estructuras de consumo de energía final en Andalucía por sectores según el escenario tendencial.

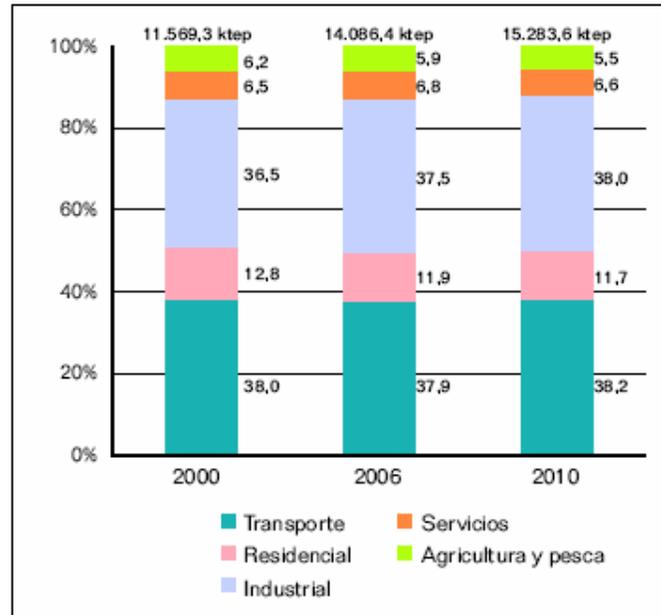


Fig.1.32. Distribución sectorial de la demanda de energía final en los años 2000, 2006 y 2010.

## 1.7 Evolución del consumo energético en el escenario del ahorro.

Una vez analizado el escenario que proyecta las tendencias actuales, este apartado se centra en la hipótesis de intensificación de las actuaciones a favor del ahorro y la eficiencia energética que configuran el escenario de ahorro.

### 1.7.1 Evolución de la demanda de energía primaria.

Una vez tenida en cuenta la previsión de ahorro energético, la evolución de la demanda andaluza varía considerablemente. Así, el incremento del consumo de energía primaria en el período 2001-2006 se cifra en un 18,5% (23,5% en el escenario tendencial), alcanzando 18.279,4 ktep. Este valor para el año 2010 se sitúa en 19.111,8 ktep, lo que supone un aumento del 23,9% (33,9% en el escenario tendencial) respecto al valor en el año 2000. En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la energía primaria en los dos escenarios propuestos.

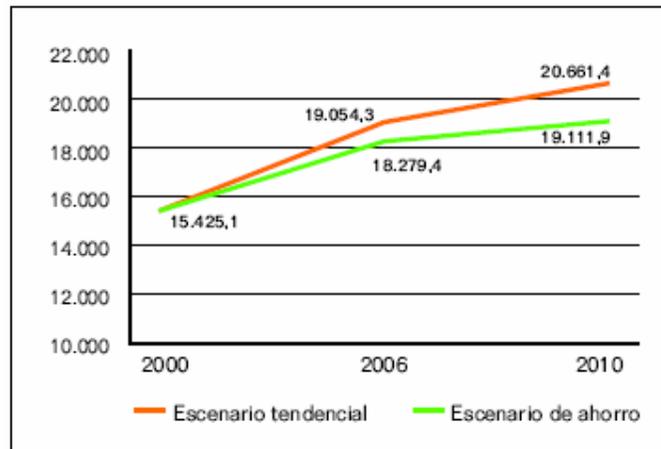


Fig.1.33. Evolución de la energía primaria en los escenarios propuestos.

En la siguiente gráfica se muestra la estructura de demanda de energía por combustibles.

La fuente energética que presenta un mayor descenso frente al escenario tendencial es el petróleo, debido a la sustitución por gas natural y al uso más racional en el sector transporte. En el escenario de ahorro, el petróleo incrementa su demanda en un 9,0% en el año 2006 respecto al año 2000 y un 10,8% en el período 2001-2010.

Comparando los dos escenarios, el gas natural no modifica significativamente su tasa de crecimiento debido al peso de los consumos correspondientes a las centrales de ciclo combinado proyectadas, incrementándose su demanda un 183,4% y un 224,6% en 2006 y 2010 respectivamente.

Como consecuencia de un descenso en el consumo de energía eléctrica de los andaluces en el escenario de ahorro, las exportaciones de energía eléctrica aumentan respecto al escenario tendencial, alcanzando 599,4 ktep en 2006 y 1.193,5 ktep en 2010.

El resto de fuentes mantienen sus porcentajes de crecimiento con lo que se obtienen las estructuras de demanda que se muestran a continuación.

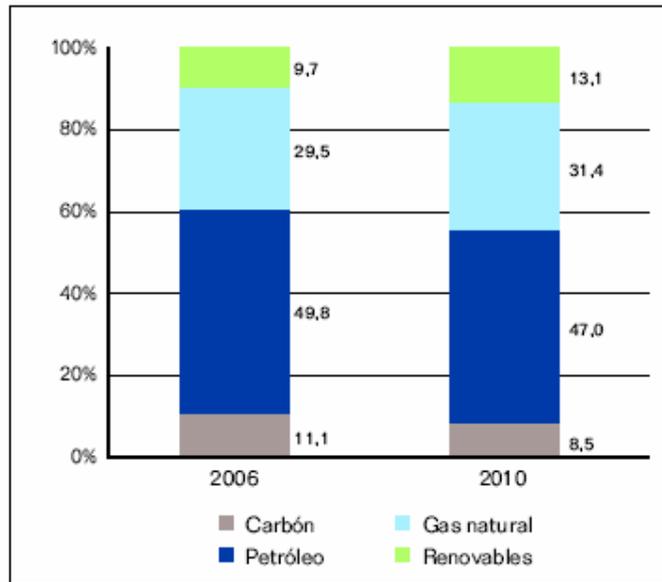


Fig.1.34. Estructura de participación por fuentes de energía primaria en los años 2000, 2006 y 2010.

### 1.7.2 Evolución de la demanda de energía final.

Las actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética en los distintos sectores consumidores hacen que la evolución tendencial reduzca sus tasas de crecimiento en 4 puntos para el año 2006 y en 8 puntos para el año 2010. Así, en el escenario de ahorro, la demanda de energía final crece un 17,7% en los próximos seis años y un 24,1% en el período 2001-2010.

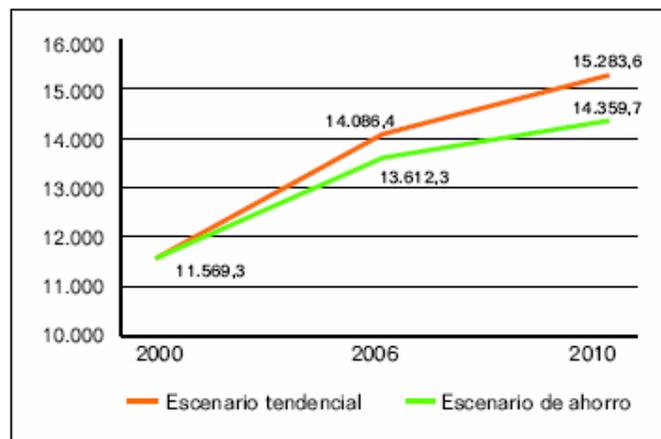


Fig.1.35. Evolución de la demanda de energía final en los dos escenarios.

Por fuentes, el carbón mantiene una cuota de participación en la estructura de energía final muy reducida, el 0,53% en 2006 y 0,51% en 2010. La elección de

otros combustibles más eficientes es la causa de este descenso, si bien su consumo crece un 1,3% hasta el año 2006 y un 3,3% en el período 2001-2010.

La demanda de productos petrolíferos aumenta en este mismo período, sobre todo en los primeros seis años del mismo, en los que se ve incrementada en un 13,7%. A pesar de esta evolución al alza, el porcentaje respecto al total de energía final consumida decrece desde el 61,7% actual, al 59,6% en 2006 y el 57,9% en 2010. Este descenso, que en primera instancia pudiera parecer poco significativo, tiene una gran relevancia si pensamos que, a pesar del incremento del 24,1% de consumo de energía final en los próximos diez años, se reduce en 3,8 puntos la cuota de participación de la fuente energética de la que históricamente nuestra Comunidad Autónoma ha dependido en mayor medida.

La pérdida de participación de los productos petrolíferos es absorbida en su mayor parte por el gas natural, que pasa del 12,7% en el año 2000 al 14,1% en 2006 y 14,7% en 2010. El incremento de la red de distribución, tanto industrial como doméstico/comercial, es la base de que el gas natural se consolide como la fuente con mayor incremento de consumo en los próximos diez años.

Las energías renovables mantienen su tasa de participación entre el 5,6% y el 6,5% en el período 2001-2010, si bien muestra un descenso en los primeros años debido al crecimiento más acusado de otras fuentes, volviendo a recuperar su posición al final del período. La biomasa para usos finales térmicos es el combustible que cubre casi en su totalidad esta partida.

Como viene siendo habitual en los últimos años, el consumo eléctrico mantendrá una tasa de crecimiento elevado, aunque más moderado, tan solo superado por los correspondientes al gas natural y al final del período por las energías renovables. La energía eléctrica conservará el segundo lugar en la estructura de energía final con el 20,2% en 2006 y el 20,4% en 2010.

En la siguiente figura se muestra dicha estructura para los años de estudio.

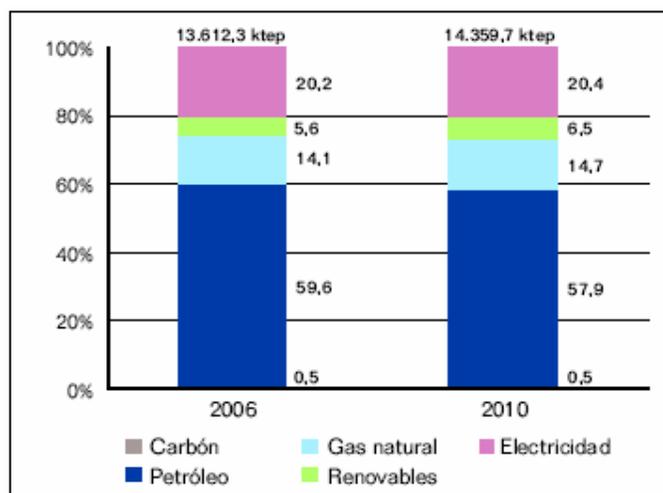


Fig.1.36. Estructura de la demanda de energía final en los años 2006 y 2010.

Las hipótesis adoptadas en el escenario de ahorro afectan considerablemente a los consumos correspondientes al sector transporte, que ve reducidos sus incrementos anuales en más de cuatro y diez puntos porcentuales en los años 2006 y 2010 respectivamente. Así, el porcentaje de este sector respecto al total de energía final demandada se sitúa en el 37,7% en 2006 y en el 37,1% en 2010.

La demanda industrial, con reducciones en su evolución menos acusadas, participa con el 37,7% en el año 2006 y con el 38,8% en el año 2010.

Tanto el sector residencial como el sector servicios decremantan ligeramente al final del período 2001-2010 su porcentaje frente al total respecto al escenario tendencial, debido a unos ahorros relativos menores que los sectores comentados anteriormente. El sector residencial aglutina el 11,9% y el 11,8% de la demanda energética total en los años 2006 y 2010 respectivamente. Estas cuotas para el sector servicios son del 6,6% y del 6,5%.

La penetración de las medidas de ahorro y eficiencia energética en el sector agricultura y pesca es prácticamente nula. La participación de este sector en la estructura de consumo final se sitúa en el 6,1% en 2006 y 5,9% en 2010.

En los gráficos que se muestran a continuación aparecen reflejados los consumos energéticos sectoriales en el escenario de ahorro para los años 2006 y 2010.

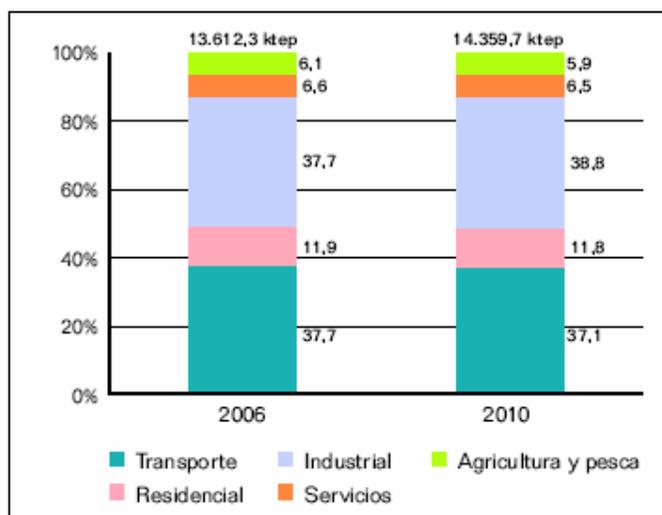


Fig.1.37. Distribución de la demanda de energía final en los años 2006 y 2010.

## 1.8 Ahorro y eficiencia energética.

En un contexto a escala regional, las actuaciones en ahorro y eficiencia energética se constituyen como una de las herramientas de trabajo más válidas para cumplir los objetivos marcados. Esto es así porque este estudio debe realizarse preferentemente desde la demanda, pues las posibilidades de actuación en la oferta están más ligadas a otras administraciones que cuentan con competencias para ello, como son el Estado Español y la Unión Europea, los cuales pueden legislar en materia de combustibles y otros vectores energéticos (energía eléctrica).

Antes de seguir con el desarrollo de este apartado, es conveniente introducir adecuadamente los conceptos de ahorro y eficiencia energética, así como otra cuestión previa a la que podemos asociar con un consumo energético excesivo o más bien innecesario.

Empezando por el final, se debe reflexionar, previamente a otra consideración, con el hecho de que la sociedad actual lleva a cabo, en muchos casos, un verdadero derroche de energía, entendiendo con ello, no solo que gasta más energía de la que sería necesaria para obtener un determinado beneficio, sino que utiliza ésta incluso en supuestos en los que ni siquiera le hace falta. Ese uso de la energía sin necesidad de ella, está desgraciadamente muy extendido en las sociedades de alto nivel adquisitivo, no siendo conscientes de lo escaso que es este bien y de lo importante que es por tanto su adecuada utilización.

El ahorro se produce cuando se es capaz de utilizar menos energía para satisfacer una demanda. Para ello se debe emplear un sistema más eficiente (de mayor eficiencia o rendimiento energético) que el que se ha venido utilizando, para obtener un determinado efecto útil.

El espectacular crecimiento de la demanda de energía a escala nacional y regional en los últimos años, es consecuencia, no sólo del período de crecimiento económico vivido, sino también de la relajación en el mantenimiento de políticas efectivas de ahorro y eficiencia energética.

Las consecuencias de este importante crecimiento de la demanda supone que los valores relativos de autoabastecimiento energético, consumo per cápita, intensidad energética, etc., han empeorado, incluso con importantes esfuerzos de mejora en los valores absolutos, como por ejemplo en el aporte de las energías renovables.

Si a este hecho unimos la reducción de la generación de electricidad mediante sistemas de cogeneración como consecuencia, no sólo temporal de subida de los precios del gas, sino estructurales, debido a una legislación poco favorable a la misma en el actual régimen especial (primas reducidas, limitación temporal a la percepción de la misma, necesidad de cumplimiento de un autoconsumo mínimo), esto está suponiendo una reducción significativa en los parámetros de ahorro de energía primaria por este concepto en nuestro país.

Los argumentos antes expuestos son los que fundamentalmente han originado un aumento significativo de los valores de la intensidad energética, (tanto en energía primaria como en energía final), sobre todo a partir del año 1996, por lo que el capítulo que se aborda a continuación debe sentar las bases para conseguir una reducción importante de este parámetro, situando el mismo en cotas más acordes con pautas de consumo más racionales y sostenibles.

Tanto o más importante que diversificar un tep en forma de energía renovable es ahorrar el mismo. La mejor energía es aquella que no se consume, pues ello es síntoma de que no se necesita. Dada la escasez de los recursos energéticos convencionales que sufre el Planeta, dado el impacto ambiental que soportamos como consecuencia del uso de energías fósiles, y teniendo en cuenta que Andalucía es una región que carece de este tipo de energía, la adopción en este Plan de medidas que supongan actuaciones en ahorro y eficiencia energética, serán de primera magnitud en el mismo.

El sector industrial es en el que, por sus circunstancias específicas, más se ha trabajado en el marco del ahorro y la eficiencia energética. El elevado consumo energético de las industrias, el número relativamente reducido de las mismas, la concienciación de los responsables técnicos y empresariales y el importante coste de la energía en estos centros, aunque sus costes específicos son mucho más reducidos que los del resto de consumidores, como ocurre por ejemplo con los clientes cualificados del sector eléctrico, son factores que han contribuido a las actuaciones realizadas en las dos últimas décadas.

El sector industrial andaluz cuenta con importantes concentraciones en torno a los Polos industriales de Huelva y Bahía de Algeciras, Sevilla y su cinturón industrial y la bahía de Cádiz, así como el entorno de otras capitales andaluzas.

En este sentido, el sector agroalimentario es sin duda el más importante, destacando en este caso el subsector oleícola, el azucarero, el de sacrificio y despiece de ganado, el lácteo y el de bebidas. Otros sectores como el cementero, el ladrillero, el papeler y el mecánico, están también presentes como importantes consumidores de energía.

El campo de actuación en medidas de ahorro y eficiencia energética en el sector industrial debe seguir avanzando, de tal manera que actuaciones tales como las siguientes puedan seguir realizándose para mejorar la eficiencia energética de los procesos, aumentando así la competitividad de nuestras industrias.

- La sustitución de equipos de generación de calor (hornos, calderas y secaderos) por otros más eficientes (excluyendo las sustituciones por equipos que utilicen el efecto Joule).
- La instalación de sistemas de cogeneración.
- El aprovechamiento de calores residuales.
- El empleo de tecnologías y procesos más eficientes
- La sustitución de derivados del petróleo por gas natural.

El ahorro esperado en este sector se cifra en 157,3 ktep en el año 2006 y 239,2 ktep en el año 2010, lo que supone el 3,7% y el 5,7% respecto a la demanda actual de la industria andaluza.