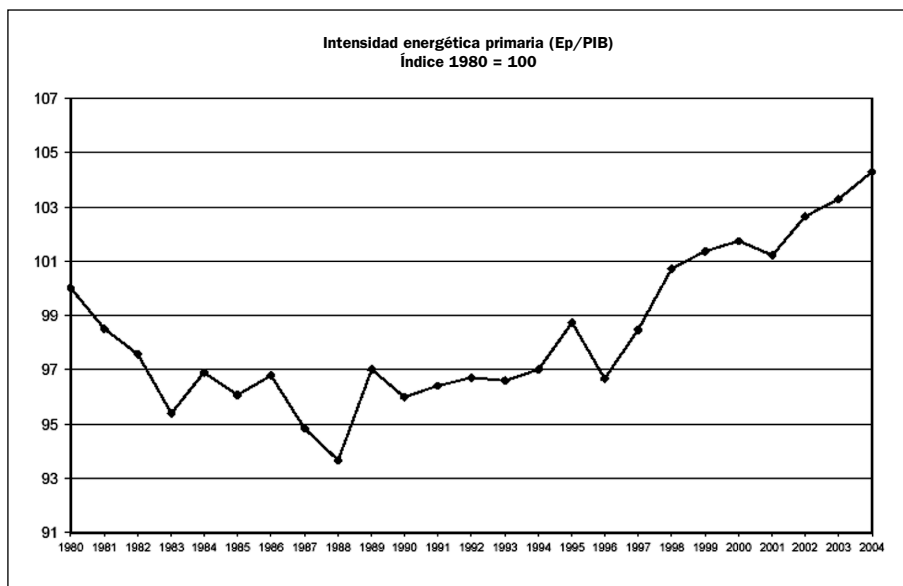


La eficiencia energética constituye, junto con las energías renovables, un potencial importante para mitigar los efectos negativos del consumo energético, inducidos tanto por el crecimiento económico, como por la transformación de las sociedades hacia modelos más intensivos en energía.

A pesar de que, al menos, durante dos décadas se ha debatido sobre la necesidad de dar a la eficiencia energética un lugar más destacado en las políticas energéticas, es ahora cuando los organismos oficiales empiezan a desarrollar acciones concretas con más intensidad, dada la preocupación creciente por controlar el consumo de energía y materias primas, la emisión de sustancias contaminantes y los residuos.

La demanda de energía primaria en España registró un aumento entre los años 1990 y 2003 de un 51 %, llegando a los 132,6 Mtep. De ellos, un 38 % pertenece al sector industrial y un 18 % al residencial, comercial y servicios.

En la siguiente figura se puede observar la evolución de la intensidad energética en España y comprobar las limitaciones españolas en términos de disminución de consumos. Así, mientras en la UE se ha reducido en un 9,6 % sobre todo en la segunda mitad de la década de los 90, en España ha aumentado un 5 % en términos acumulados, aún teniendo a favor la bonanza de la climatología.



Evolución de la intensidad energética española.  
Fuente: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

El indicador de intensidad energética es aceptado internacionalmente puesto que relaciona los consumos energéticos con la riqueza generada (Producto Interior Bruto) de un país. Este indicador es por lo tanto una forma de medir la eficiencia energética, expresada como nivel de input por nivel de output obtenido.

En España, el petróleo, que representó en el año 2003 el 52,3 % de la demanda de energía primaria, procede en su mayoría de Rusia, Libia y México. El gas natural supone el 16 % de la energía primaria consumida y se importa principalmente de Argelia. Como consecuencia de ello, el grado de autoabastecimiento tan apenas supera el 22 %. Desde el año 2002 hasta la actualidad (2005), el precio de los hidrocarburos se ha triplicado y sin embargo su consumo no deja de crecer. Este panorama deja patente una alta dependencia energética del exterior, sujeta a la inestabilidad y al alza continua de precios.

Los resultados de la Encuesta de Consumos Energéticos del año 2003 (INE), mostró que los principales consumos energéticos utilizados por las empresas industriales son la electricidad (51,3 % del total), el gas (23,8 %) y los productos petrolíferos (19,4 %). Este consumo energético superó los 7.000 millones de euros. Los datos mostraron además que la electricidad incrementó en 3 puntos su peso relativo respecto al año 2001 y que, por el contrario, el gas y el carbón pasaron del 26,3 % al 23,8 % y del 3,45 al 2,5 % respectivamente.

Reflexionando sobre lo anterior, y viendo el fuerte peso que tiene el consumo eléctrico sobre el total del consumo en la industria, no hay que olvidar que a partir del año 2007 se eliminarán las tarifas reguladas y se pasará a un libre mercado en el que el precio lo marcarán la oferta (empresas del sector eléctrico) y la demanda (consumidores).

En este libre mercado hay dos puntualizaciones que señalar. La primera es que el sector eléctrico en España está muy concentrado. Se intuye por tanto que los precios finales tenderán a situarse por encima de los costes marginales. La segunda, y en línea con esta última idea, es que con las actuales tarifas reguladas, las compañías eléctricas no cubren sus costes marginales según han venido denunciando en los últimos años. Con esta coyuntura, es más que predecible un futuro incremento en los precios de la energía eléctrica en el corto plazo (existe el precedente del mercado de los hidrocarburos, cuya estructura es similar a la del sector eléctrico, que cuando se eliminaron los precios máximos que regulaba la administración se incrementaron los precios de venta al público).

Se puede anticipar el final de una era de precios energéticos baratos, para entrar en una etapa en la que la presencia de estos costes en las cuentas de resultados se haga notar. El comportamiento empresarial que ha prevalecido hasta ahora ha sido el de asumir los precios y buscar reducir costes de otra índole, por ejemplo mano de obra, o cambios en las tecnologías de fabricación. No obstante, es posible aprovechar el alza en precios energéticos y los impactos

medioambientales derivados, como una oportunidad de nuestro negocio. Los consumidores cada vez exigen productos más respetuosos con el medio ambiente. Las empresas han de buscar beneficios posicionándose, mediante estrategias medioambientales proactivas, donde el mercado les exija. No han de limitarse a cumplir la normativa, sino estar por delante del mercado, ofreciendo servicios y productos con un mínimo impacto ambiental.

La evolución de la tecnología pone a nuestro alcance nuevos medios con los que conseguir una importante reducción del consumo de recursos y mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones. Y todo ello manteniendo las prestaciones de las actividades y procesos productivos.

Es importante no perder de vista que, aunque el ahorro de energía puede suponer inversiones iniciales más o menos importantes, se obtiene casi siempre una rápida recuperación de la inversión y se asegura un ahorro económico a medio y largo plazo. Por tanto, hay que valorar el efecto positivo del ahorro de energía en la disminución de los costes de explotación de la empresa, objetivo fundamental a la hora de ocupar una posición competitiva en el mercado.

Un eficiente uso de la energía no beneficia solamente a las empresas, en la medida en que colabora a mantener la inflación de costes controlada. Tiene, además, una proyección social y macroeconómica evidente porque ayuda a hacer más operativa la estrategia global del país frente a la crisis energética y por consiguiente, a paliar algunos de sus efectos más negativos, como son el desempleo y el déficit de la balanza de pagos. Esto es, aumentar la eficiencia energética no sólo implica un beneficio particular sino que también contribuye a mejorar la calidad de vida de la sociedad, minimizar el impacto ambiental y reducir nuestra dependencia del exterior.

Pero no hay que olvidar que la eficiencia energética en los procesos productivos, en la prestación de servicios o en las infraestructuras de las empresas, no es la única forma de lograr ahorros. La diferenciación

de productos es otro aspecto que en la actualidad se trata con esmero, ya que permite a los empresarios vender a precios por encima de los costes marginales (ley básica en competencia perfecta). Por tanto si utilizamos la minimización de los consumos energéticos en aras de aumentar la diferenciación, mejoraremos nuestra cuenta de resultados.

Si esto se consigue, se habrá necesitado un menor número de materiales en su fabricación (desmaterialización de producto), reutilizando los que sean posibles de otros productos desechados. Para ello, debe diseñarse el producto o el servicio para luego poder reutilizar parte de sus componentes. La logística inversa cobra un papel fundamental en este ciclo de productos, pues todo lo que se fabrica ha de volver en un momento u otro a su lugar de origen para su recuperación y puesta en el mercado de nuevo.

Por otra parte el análisis de ciclo de vida (ACV) del producto, proceso o servicio, nos da una referencia de los puntos donde hemos de prestar especial atención por su mayor impacto ambiental por elevado consumo de materiales, por su uso incorrecto, o por un mayor consumo energético.

En este libro se proporcionan consejos detallados sobre una gran variedad de medidas de eficiencia energética en las empresas y en sus equipamientos. También se proporciona al lector los conocimientos técnicos suficientes para poder analizar sus propios consumos energéticos, mejorar la eficiencia y monitorizar su rendimiento, apoyándolo en la elección y difusión de servicios y productos energéticamente eficientes. Esta información puede constituir un buen punto de partida para iniciar un sistema de gestión medioambiental en la empresa.

Para alcanzar los mejores resultados de la lectura de este libro, el primer paso es hacer inventario de los equipos consumidores, para saber qué parte del texto puede interesar más al lector. El segundo paso sería cuantificar los consumos mediante las facturas de los distintos tipos de energía. De esta manera podremos focalizar nuestros

esfuerzos de una forma secuencial dando prioridad a aquellos que más repercusión económica tengan.

El primer capítulo del libro se centra en los servicios generales de las empresas: aislamiento, calefacción, agua caliente sanitaria, iluminación, aire acondicionado, equipos de refrigeración y equipos de ofimática. Se realiza una descripción de los distintos sistemas y se muestran y cuantifican las posibilidades de ahorro que presentan.

En los dos siguientes capítulos se describen los principales equipos consumidores de energía en el mundo industrial: los equipos eléctricos y los equipos térmicos.

En el capítulo 2, Ahorro en Equipos Eléctricos, se realiza un análisis secuencial de las posibilidades de ahorro dentro de la industria: desde que se genera hasta su consumo, que es el ámbito en el que los responsables de la empresa pueden actuar: líneas interiores, transformadores y equipos consumidores (motores y hornos). También se dedica en este capítulo una sección a la reducción del factor de potencia, aspecto muy relevante y con gran potencial de ahorro.

Las calderas, hornos y secadores se abordan en el capítulo 3, Ahorro en Equipos Térmicos. Se realiza una revisión de las tecnologías y equipos existentes y de las opciones más acertadas para conseguir un funcionamiento eficiente, indicando las ventajas y los inconvenientes de todos ellos.

A continuación, en el capítulo 4, se explica el impacto ambiental de los distintos combustibles utilizados generalmente. También se resume el funcionamiento de las tarifas reguladas de la energía eléctrica y el gas natural en España, explicando qué opciones pueden ser las más interesantes para la gestión energética y medioambiental en las empresas.

En el capítulo dedicado a las alternativas energéticas (capítulo 5), se presentan opciones interesantes como la cogeneración o los distintos tipos de energías renovables, que permiten a las industrias disminuir sus costes energéticos y ser respetuosas con el medio ambiente.

Finalmente, en el capítulo 6, se resume el marco legal para la eficiencia energética en las empresas. Este es un punto fundamental para conocer el contexto en el cual se desarrollan las acciones de ahorro.





**1.**

## **AHORRO EN SERVICIOS GENERALES**



## 1.1. INTRODUCCIÓN

El espacio donde se llevan a cabo las actividades de las empresas, tales como oficinas, naves industriales, tiendas, etc. lleva asociado una gran variedad de entradas energéticas, cuyo consumo puede reducirse ampliamente, aplicando las medidas de ahorro adecuadas.

La principal causa del elevado consumo energético se debe a aspectos estructurales del propio edificio, tales como aislamientos escasos o la carencia de elementos constructivos específicos que adapten el edificio a las condiciones del entorno en donde se encuentran. Más del 75 % de los edificios en España no cumplen con las condiciones mínimas de aislamiento especificadas en el *Código Técnico de Edificación* (1979), por haberse construido antes de la entrada en vigor de la norma.

Una gran cantidad de experiencias constructivas eficientes atestiguan que las necesidades de calefacción se pueden reducir hasta en un 60-70 % con un buen diseño y mejoras en el aislamiento. En este sentido, la nueva Directiva de edificación: *Directiva 2002/91 de Eficiencia Energética en los Edificios* (ver punto 6.2.2), pretende ser el hilo conductor que garantice la construcción de edificios energéticamente sostenibles en la Unión Europea.

Pero los consumos energéticos en los edificios no son sólo debidos a la calefacción. De hecho uno de los grandes responsables del fuerte crecimiento del consumo en el sector es debido a la generalización de sistemas de aire acondicionado. La iluminación, necesidades de agua caliente sanitaria, ascensores, aparatos eléctricos, etc., participan también en el incremento de la factura energética.

Existen diversos campos en los que es posible y necesario reducir el consumo de energía. Los puntos fundamentales en los que hay que insistir para lograr estas mejoras son:

- Aumentar la calidad aislante en cerramientos y ventanas. En el caso que sea posible, hacer uso de elementos bioclimáticos que optimicen el aprovechamiento energético del entorno.
- Apostar por las buenas prácticas y la eficiencia de los equipos consumidores de energía como los de calefacción, agua caliente sanitaria, iluminación, aire acondicionado, refrigeración y equipos de oficina.

En los apartados siguientes se tratará cada uno de ellos por separado, dando las claves para lograr reducir su consumo.

## **1.2. AISLAMIENTO**

El aislamiento es uno de los elementos clave que determinarán la carga térmica final del edificio a lo largo del año. Además de ahorrar energía en forma de calefacción y aire acondicionado, un correcto aislamiento aumenta el confort de la estancia, reduce el riesgo de condensación que puede causar daño a los materiales del edificio e incluso a la salubridad de las personas, evita cambios repentinos de temperatura que pueden causar grietas y mejora la acústica del edificio.

La calidad del aislamiento se mide a través del coeficiente de transferencia global del mismo  $K_g$ , que representa la facilidad de la epidermis del edificio a transferir energía por unidad de superficie. El valor máximo de dicho coeficiente está regulado por las normas de edificación de cada país comunitario siguiendo las directrices europeas de construcción (ver punto 6.2.2 para más información relativa a normativa sobre eficiencia energética en edificios). El coeficiente varía según la zona climática en la que nos encontremos y según la forma del edificio, por lo que en latitudes como la española dicho coeficiente varía entre 0,93 y 1,62  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ . Cuanto más extremas sean las temperaturas menor debe ser el coeficiente.

Pero no sólo hay que conformarse con cumplir la normativa, se debe tener en cuenta que el porcentaje de mejora respecto a la cifra

normada repercutirá directamente en el porcentaje de ahorro energético en climatización. Así pues, un edificio que mejore sus aislamientos térmicos respecto a lo que indica la norma en un 40 % reducirá sus consumos energéticos en la misma proporción, siempre que la gestión energética del edificio sea la adecuada. Teniendo en cuenta que la duración media de un edificio se sitúa en un largo plazo (se suele estimar 50 años de vida útil), la amortización de los sistemas está asegurada mejorando con ello el confort, la eficiencia energética, la imagen medioambiental, y como no, la cuenta de resultados de la empresa.

Es importante precisar que el confort es una cuestión subjetiva. Depende de la temperatura interior y exterior, del nivel de soleamiento, de la velocidad del aire, de la temperatura superficial de paredes y de los techos interiores, de la humedad relativa y de cada individuo. Por lo tanto la temperatura no es el único factor que tiene que ser considerado al intentar lograr el confort. La humedad y otros parámetros son también muy importantes.

En el siguiente ábaco de confort se puede apreciar cómo el confort no sólo depende de la temperatura, sino también de la humedad relativa. Así, los puntos A y C situados en la misma línea de isoconfort, representan la misma sensación de confort. Aunque los puntos A y B tengan la misma temperatura, existe mayor confort en A. La zona rayada encierra la combinación de valores de temperatura y humedad que se consideran de confort. Cuanto más en el centro nos situemos mejor. Por tanto, equipos capaces de regular la humedad de la estancia son también eficaces a la hora de reducir el consumo energético.

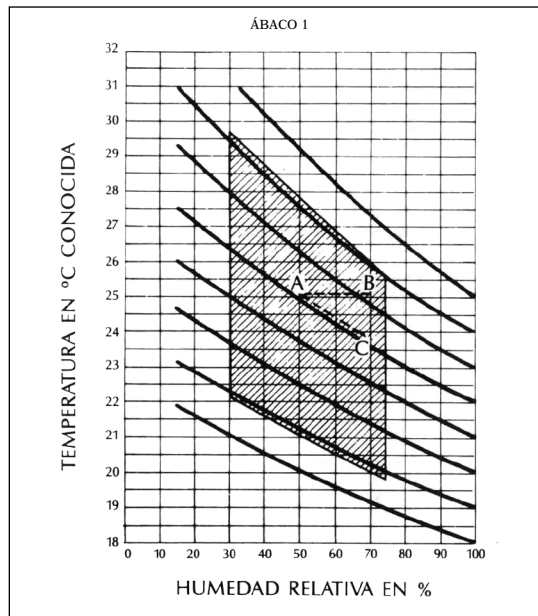


Figura 1.1. Ábaco de confort.

### 1.2.1. Tipos de materiales aislantes

La mayor parte de los materiales aislantes están formados por una estructura porosa gas-sólido. El gas contenido en el sólido es el responsable de conferir al material propiedades aislantes mucho mayores que al sólido continuo. En general, un buen aislante se caracteriza por tener baja conductividad térmica<sup>1</sup> (0,03 – 0,05 W/m°C), baja capacidad de absorber agua, densidad aparente baja, no ser inflamable, y no atacable por agentes químicos ni roedores.

Los materiales aislantes se pueden clasificar atendiendo a su naturaleza como vegetales, minerales o sintéticos.

<sup>1</sup> La conductividad térmica mide la facilidad del aislamiento a transferir energía por unidad de espesor del mismo a transferir energía. Sus unidades son W/m°C. Un buen material aislante se caracteriza por tener bajos valores de conductividad térmica.

Los aislantes vegetales más comunes son la paja, madera o corcho. Estos materiales muy utilizados en la construcción tradicional, han ido cayendo en desuso a medida que han aparecido nuevos aislantes con mejores propiedades.

Los aislantes minerales más importantes son las lanas minerales (fibra de vidrio y lana de roca), arcilla expandida, vidrio celular y vermiculita.

- La lana de vidrio está formada por un conjunto de filamentos de vidrio muy finos, impregnados por unas resinas. Su estructura retiene aire en los espacios entre las fibras, consiguiéndose así reducir la conductividad térmica del material. Algunas de las propiedades de esta sustancia son: conductividad térmica entre 0,03 y 0,04 W/m°C, muy ligera, fácil de manejar, inodora e ignífuga. Comercialmente se presenta en forma de lana o borra, fieltro y plancha para el aislamiento de edificios y coquillas (con forma de cilindros huecos) para tuberías.
- La lana de roca es un material aislante formado por silicatos y óxidos metálicos. Es muy buen aislante, situándose su conductividad entre 0,038 y 0,042 W/m°C. Es un material ligero, no higroscópico y con buen comportamiento frente al fuego. Soporta temperaturas de hasta 750 °C, lo que la hace idónea para aislamiento de equipos que operan a temperaturas elevadas como calderas, hornos, etc. Se comercializa en formatos similares a la lana de vidrio.
- La arcilla expandida es un material de origen cerámico muy poroso formado por miles de microesferas independientes desagregadas entre sí. Su conductividad oscila entre 0,08 y 0,11 W/m°C. Un inconveniente que presenta es su higroscopicidad, es decir, absorbe la humedad del ambiente.
- El vidrio celular también denominado espuma de vidrio, se obtiene al fundir una mezcla de sílice y otros compuestos con carbono pulverizado. El resultado final es una estructura de aspecto poroso y rígido y de color oscuro. Su conductividad es