

EL AHORRO ENERGETICO EN LA EDIFICACION

ANTONIO CARRIÓN MARTÍNEZ*

Las limitaciones de las disponibilidades energéticas conducen al uso racional de las mismas, para evitar despilfarros innecesarios.

Particularmente, en los grandes edificios los consumos energéticos de electricidad, gas, etc. son tan importantes que cualquier esfuerzo dirigido al ahorro energético hará disminuir los costes de explotación del edificio.

Entre los principios básicos del ahorro energético en un edificio, principalmente, se encuentran la concepción del edificio y la utilización del mismo. Sobre estos conceptos, el lector podrá comprobar en este artículo una serie de medidas básicas deducidas de la experiencia e investigación que contribuye a un menor consumo energético y, por consiguiente, a una mayor conservación de la energía en la explotación funcional de un edificio.

Desde el principio el hombre ha necesitado para su desarrollo una capacidad de producir trabajo y, en tanto conocía su mejor aplicación, más se diferenciaba de su entorno animal y, en definitiva, marcaba su supremacía racional sobre el resto de los seres de la Tierra.

Su evolución le hizo necesitar y buscar más producción de trabajo para sí que el que podía con sus propias fuerzas y empezó a utilizar las fuerzas del sol, del agua y del fuego (energías naturales) y los trabajos de los otros seres, físicamente superiores a él (energías animales). Desde entonces hasta nuestros días, han sido progresivas las necesidades potenciales humanas, si bien en los últimos dos siglos la revolución industrial ha incrementado el ritmo de crecimiento de forma espectacular.

Evidentemente, esta mayor demanda ha estado basada principalmente en los conceptos de combustibles y máquinas con el mayor consumo de aquéllos y el mejor rendimiento de éstas. Los combustibles son las fuentes primarias de energía que, debidamente transformados por las máquinas, son conformados de manera que pueden ser utilizados para los fines previstos. Consecuentemente, la mayor demanda de combustible en los últimos tiempos, unida por otra parte a la relativa facilidad en la obtención del mismo, ha hecho menospreciar el concepto de combustible como tal fuente primaria, valorando más el concepto de producción. Asimismo, esta facilidad y abundancia habían suprimido prácticamente la consideración de otros combustibles que los fácilmente obtenidos de forma directa como los carbones y petróleos.

Esta cómoda, pero ilógica situación, fue drásticamente cambiada en el año 1972, cuando la

* Antonio Carrión Martínez es Dr. Ingeniero del ICAI (Madrid) y profesor de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Madrid. Es Ingeniero consultor de instalaciones industriales.

guerra judío-egipcia manifestó algo que en su concepto era obvio, pero que la humanidad se resistía a aceptar. La limitación de reservas de combustibles sólidos y líquidos de la Tierra y la posible acción monopolística de los países productores de petróleo se convirtió de repente en el primer problema mundial. Había que prestar especial cuidado en el consumo de combustibles, había que desarrollar tecnología de explotación de energías alternativas y, en definitiva, el concepto de ahorro de energía empezó a ser popular.

EL AHORRO ENERGETICO

Antes de pasar a una aplicación generalizada de este concepto, es conveniente hacer unas primeras consideraciones sobre el mismo. En principio se menciona ahorro, es decir reservar algo de lo que tenemos para una utilización posterior. De aquí nace la primera conclusión válida de la definición: La energía la tenemos, el ahorro equivale a su mejor conservación y en tanto en cuanto mejor la utilicemos más la conservaremos y consecuentemente realizaremos un ahorro energético. Luego la identificación, ahorro-conservación se deberá tener muy presente en la aplicación.

La segunda consideración es sobre el término energía. La energía es definida en física como la capacidad de producir trabajo y por ello sus unidades de trabajo son: ergio, julio, kcal, Kw-hr, etc.

Sin embargo fuera de esta definición física, la energía es algo más profundo, algo cuyo análisis filosófico siempre quedará incompleto aun con la sensación de cercanía al fin. La energía es intangible en su concepto pero no en sus consecuencias. Es como un espíritu de fuerza que al pasar por la materia la transforma. Por otra parte va unida intrínsecamente a la vida e identificada a la materia con una teoría universal de conservación.

La identificación masa-energía de Einstein nos descubre que las fuentes energéticas son prácticamente infinitas y que mientras hay materia hay energía. Luego el problema no es la falta de energía, sino la disposición de energía en una forma

fácilmente utilizable o la tecnología para la transformación de la energía en formas asimismo utilizables. Desde la limitación de la energía fácil (combustibles sólidos y líquidos), la orientación de los últimos 15 años es hacia una mayor conservación energética, al tiempo que se desarrollan nuevas tecnologías de aplicación por otras energías.

Es importante señalar pues, que en este artículo nos referimos exclusivamente al ahorro energético en la edificación, y por ello principalmente a la conservación de la energía que llega al edificio ya comercializada (electricidad, gasoil, gas, etc.) o natural (sol, calor exterior, personas, etc.) evitando las tecnologías de transformación dentro del edificio.

Por otra parte, parece lógico que un ahorro (conservación) de la energía disminuirá los costes de explotación del edificio, sin embargo esto será sólo una consecuencia más. La optimización de los costes de explotación de un edificio es un concepto diferente, en el que participan factores tan diversos como el tipo de energía utilizada, los precios energéticos y diversos parámetros mercantiles y financieros, todo ello de una importancia obvia pero que su referencia desviaría la finalidad de este artículo. En cualquier caso, es importante señalar que consumir menos energía no tiene porqué significar menor coste energético o consumir la energía más barata.

Se trata pues, de ordenar y recordar al lector unos principios básicos y prácticos, fruto de una experiencia y una investigación sobre los mismos, que contribuyen a un menor consumo energético (y consecuentemente, a una mayor conservación de la energía) dentro de la explotación funcional de un edificio.

EL AHORRO DE ENERGIA EN LOS EDIFICIOS

Hechas las consideraciones correspondientes en el punto anterior, centremos ahora el problema en un edificio y comparemos el mismo a un volumen cuyo nivel energético interior (entalpía) es uniforme, y correspondiente a los niveles de confort humano. Constantemente existen una serie de causas que tienden a modificar ese nivel ener-

gético aumentándolo (verano) o disminuyéndolo (invierno), creando por ello nosotros, artificialmente, una energía de signo contrario (refrigeración o calefacción) que mantenga el nivel energético confortable.

En tanto en cuanto las causas perturbadoras sean de menor acción, menores serán las energías equilibradoras artificiales y en definitiva menor será el consumo de energía. Luego de forma generalizada el ahorro de energía en un edificio debe concretarse en la determinación de las causas de desequilibrio, la forma de acción de las mismas, el suministro de las energías equilibradoras y la forma de minimizar todas ellas.

Considerando la forma general descriptiva del artículo, las causas de desequilibrio en una construcción son:

- NATURALES: Sol (+)
Entalpía del aire exterior
(+ ó -)
- PROPIAS: Iluminación (+)
Maquinaria propia (+)
Maquinaria de instalaciones (+)
Personas (+)

El signo + ó - significa la característica de la energía aportada. Lógicamente las positivas tenderán a aumentar el nivel energético. Sobre las causas expuestas, la originada por la entalpía exterior puede ser aportada por transmisión a través de los cerramientos del edificio o por infiltración o ventilación del aire exterior.

Como puede observarse, excepto la entalpía del exterior, el resto de las causas tiene aporte positivo. Generalmente, esta causa puede tener capacidad suficiente como para desequilibrar negativamente todas las demás (invierno). Sin embargo pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- En verano todas las causas son positivas por lo que el ahorro energético deberá tener fundamentalmente una tendencia a minimizar o protegerse de las causas.
- En invierno la alternancia en el signo de las causas dirigirá la tendencia del ahorro energético hacia el equilibrio natural de las mismas.
- Dentro de la conveniencia general de protección de todas las causas, la correspondiente

a la entalpía exterior, por su carácter alternante a lo largo del año, debe ser considerada con especial atención.

- Una excesiva protección de causas positivas en verano puede significar en invierno un mayor consumo energético equilibrador.

En las formas de acción de estas causas es donde se podrá buscar el carácter de la protección para minimizarlas o autoequilibrarlas. Se determinan como principales las siguientes:

SOL:

- Superficie y tipo de cristal.
- Orientación.
- Sombras propias.

AIRE EXTERIOR-TRANSMISION:

- Superficie de cerramientos externos.
- Aislamientos.
- Orientación.

AIRE EXTERIOR-VENTILACION:

- Accesos al edificio.
- Hermeticidad de cerramientos.
- Comunicaciones verticales.
- Altura del edificio.

ILUMINACION:

- Nivel luminoso.
- Tipo de luminaria.

MAQUINARIA PROPIA:

- Necesidad.
- Efectividad.
- Utilización.

MAQUINARIA DE INSTALACIONES:

- Rendimientos.
- Utilización.

PERSONAS:

- Densidad de ocupación.
- Disciplina y grado de confort.
- Formación e información energética.

Las energías equilibradoras pueden incidir en su carácter de ahorro energético en las siguientes formas:

- Por disminución de la acción de las causas desequilibradoras relacionadas anteriormente.
- Por recuperación compensada de las causas desequilibradoras.
- Por el aumento de rendimiento en máquinas y sistemas.

En definitiva estos criterios responden al concepto de conservación energético, sobre el que se viene insistiendo a lo largo del artículo.

Esta exposición filosófica de los principios primarios de ahorro energético en un edificio tiene formas y procedimientos de aplicación diferentes según su fase de implantación. Principalmente incidiremos en dos:

- Fase de proyecto o concepción del edificio.
- Fase de explotación o utilización del edificio.

En los puntos siguientes se van a concretar los conceptos expuestos en ambas fases. Lógicamente la generalidad de los mismos permite otras aplicaciones, asimismo diferentes y concretas, pero siempre estarán basadas o relacionadas con los criterios básicos expuestos. De ahí la importancia que concedemos a los mismos y nuestro interés en su conocimiento y divulgación entre los diferentes niveles de usuarios. El arte de su buena aplicación realmente le corresponde a un profesional de esta técnica, pero una simple aplicación primaria por personas no excesivamente cualificadas puede suponer *ahorros energéticos superiores a un 15%* en un edificio de oficinas, cifra que puede aumentar sensiblemente en hoteles, sanatorios o industrias donde los consumos energéticos por superficie son muy superiores.

FASE DE PROYECTO

Realmente es la fase que permite ser más eficaz y en la que el profesional de la construcción dispone de todas las libertades de creación y de oficio para aplicaciones de medidas energéticas, siempre y cuando no afecten a la funcionalidad, estética o inversión prevista.

En relación a la funcionalidad, debe primar ésta sobre las medidas correctoras o protectoras,

no sólo por una razón lógica primaria, sino además porque en tanto en cuanto se facilite la realización de la función en un edificio, menos energía se consumirá.

La estética, sin embargo, no responde a un criterio tan claro de ponderación. Es más, los modelos de edificios en las décadas de los 60 y 70 han sido una continua superación y alarde de singularidad y belleza a costa de una renta energética muy alta. En ningún caso consideramos hoy día que un *criterio estético* debe primar sobre uno energético en la concepción y diseño del edificio, máxime cuando ambos conceptos son totalmente compatibles.

La consideración de la inversión en medidas protectoras depende lógicamente de que la promoción sea para propia utilización o para venta. En este último caso, desde un punto de vista especulativo, un mayor coste no es interesante siempre y cuando no sea un reclamo tangible en la venta. Esto ha originado la implantación de gran número de edificios en los años 70 y sobre todo en los 60 (con un alto desarrollo económico y una energía barata) donde no existe la mínima consideración energética y todos ellos son relativamente modernos y están utilizándose... A partir de 1980 (y con el correspondiente retraso en relación a otros países), empiezan a decretarse en España las primeras medidas entre las que destacan por su selectividad e importancia la NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios y la IT.IC.-81 sobre las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. Ambos documentos ya enmarcan la construcción en una lógica energética y la protegen contra la especulación. Desde luego su estricto cumplimiento ya supone un importante paso en el ahorro energético de la edificación, sirva como dato que su implantación supone una esperanza de *ahorro de combustible del 40%* con las mismas hipótesis de condiciones térmicas establecidas.

Sin embargo cuando nos referimos a la inversión debemos ir más allá del simple cumplimiento de la normativa. Evidentemente, en primer orden está el aspecto financiero, pero además de él, es importante considerar que cualquier inversión energética debe hacerse sobre conceptos claros, primarios y lógicos. Nuestra experiencia al respecto en los últimos 15 años es que aquellos *sistemas complicados y sofisticados* de recuperación o uti-

lización de energías alternativas, no sólo no han dado los rendimientos previstos, sino que además han supuesto una carga en mantenimiento y averías, lo que ha originado que en un alto porcentaje hayan sido eliminados, ignorados o simplemente dedicados a crear imagen.

A continuación se indican unas orientaciones básicas, pero efectivas, que deben ser meditadas y consideradas en la fase de concepción o anteproyecto de un edificio.

Protección al sol:

- Relación superficies aisladas a superficie total exterior, en orientaciones soleadas, inferior al 0,3.
- No considerar como protección solar los visillos o persianas interiores, cuya utilización futura siempre es dudosa.
- Utilizar cristales con rendimientos energéticos al paso del sol inferiores al 0,6.
- Especial atención a parasoles, celosías o protecciones exteriores fijas que permitan, por la variación de la altura solar invierno-verano, la entrada de los rayos del sol sólo en la época fría.
- En general, las sombras de los edificios próximos son perjudiciales, principalmente en las orientaciones este y oeste, toda vez que en invierno ocultan el sol y en verano no, y por ello en edificios exentos es muy importante la orientación de las fachadas, su composición y los edificios circundantes.
- Evitar puentes térmicos en las carpinterías metálicas. Disminuir al máximo su superficie interior.
- Eliminar superficies metálicas interiores, en colores oscuros expuestos al sol.

Protección a la temperatura exterior:

- Estudio y selección del aislamiento en los cerramientos.
- Disminuir superficies acristaladas. Utilizar dobles cristales.
- Formas regulares de los volúmenes del edificio.

Evitar formas extrañas que aumentan la superficie exterior con el mismo volumen. Mínimo factor de la forma.

Protección a la infiltración exterior:

- Estanqueidad de cerramientos acristalados. Cerramientos batientes, no de corredera. Utilización ponderada de módulos fijos practicables.
- Evitar orientaciones frontales de vientos dominantes.
- Cortavientos o puertas giratorias en accesos.
- Compartimentaciones en escaleras, patinillos o, en general, comunicaciones verticales generadoras de tiros.
- Hermeticidad de las cubiertas y sus accesos.

Protección a la carga de iluminación:

- Utilizar niveles de iluminación bajos.
- Flexibilizar las maniobras de encendido por sectores, según uso o iluminaciones naturales.
- Utilización de luz fluorescente de bajo consumo.
- Eliminar luces indirectas, difusores o en general todo aquello que baja el rendimiento de la luminaria.
- Realizar los retornos o extracciones de aire a través de las luminarias.

Protección de maquinarias propias y de instalaciones

- Exigencia de un programa de necesidades al futuro usuario.
- Amplios criterios en el dimensionamiento de la infraestructura. Dimensionamiento preciso en terminales de utilización.
- Efectivos controles de capacidad en máquinas de producciones o consumos variables.
- Especial atención a ubicaciones de maquinaria, buscando los centros de gravedad de su distribución, las ventilaciones o refrigeraciones

con aire exterior y la facilidad de inspección y mantenimiento.

- Distribuciones lógicas, fluidas y con su debida dimensión de canalizaciones y redes de distribución.
- Diseños lógicos no excesivamente sofisticados o autocontrolados.

Protecciones contra la ocupación:

- Diseños estrictos en niveles de ventilación.
-

FASE DE EXPLOTACION

Las acciones de ahorro energético en un edificio en explotación vienen muy condicionadas por las propias posibilidades al respecto de esa construcción, es decir, hasta qué punto han sido consideradas en el mismo las indicaciones hechas en el punto anterior o simplemente la normativa energética vigente. No obstante, se trata en este apartado de unas consideraciones comunes de ahorro energético, en principio independientes a las características energéticas del edificio, cuya aplicación reducirá sus actuales consumos y consecuentemente sus gastos de explotación.

Antes de iniciar una relación de medidas concretas, es preciso señalar que los mayores problemas para su correcta implantación van a ser los propios usuarios, y esto es debido principalmente a una falta de formación en los mismos. Mientras que exista una mentalidad más o menos general de disminuir los costes sólo en aquello que directamente nos afecta o es de nuestra propiedad y no se considere que la energía, como otras muchas cosas, es patrimonio indirecto de todos, difícilmente se puede encontrar la colaboración necesaria para un eficiente ahorro. Asimismo, en contrapunto a lo anterior, tampoco es válido ni constructivo el criterio de consumir toda la energía que uno guste, simplemente por el hecho de poderla pagar. Si bien se han hecho campañas estatales al respecto, con resultados realmente buenos, es largo todavía el camino pendiente para conseguir un nivel aceptable de *mentalización nacional energética*, por otra parte ya existente en muchos países.

Hecha esta necesaria puntualización y en orden a reducir los consumos energéticos, a continuación se relaciona una serie de medidas primarias de actuación en un edificio en explotación, seleccionadas entre las que se consideran más eficaces:

- Vigilancia de la utilización de las protecciones solares (cortinas, persianas, visillos, etc.) en las horas de insolación.
- Verificar cierres de ventanas o puertas exteriores.
- Revisión y puesta a punto del grado de hermeticidad de cierres de ventanas.
- Inspección, con pruebas de humo, de movimientos naturales de aire a instalación parada y detección de defectos de cerramientos.
- Mejorar protecciones de entrada de aire en accesos y tiros naturales interiores.
- Detección de pérdidas de calor en cerramientos por fotografías térmicas y reposición o refuerzo de aislamientos.
- Programa de transformación de luces incandescentes por fluorescentes o de descarga de bajo rendimiento.
- Diferenciación de circuitos eléctricos de iluminación en su proximidad a ventanas o fuentes de luz natural, con posibilidad de manobra centralizada.
- Analizar la diversificación de sectores de encendido en función de áreas de trabajo simultáneas y períodos de utilización.
- Vigilancia sobre la utilización de los correctos niveles de iluminación artificial o luces inútilmente activas.
- Determinar e identificar circuitos eléctricos en cuadros secundarios de plantas con colores según utilidades: exterior, interior, norte, limpieza, vigilancia, emergencia, etc.
- Aislar o revisar el aislamiento de redes y equipos generadores de fluidos calientes.
- Eliminar controles automáticos no imprescindibles, teniendo sobre éstos una continua vigilancia y puesta a punto.
- Ajustar la temperatura y humedad ambiente a niveles razonables (seguir IT.IC.02).

- Realizar ensayos sobre paradas totales con diferentes períodos y duraciones de las instalaciones de calefacción o acondicionamiento. Adoptar programas de paradas según diferentes épocas, situaciones y ocupaciones.
- Realizar un eficaz mantenimiento preventivo, no sólo para evitar incidencias o averías, sino además con una continua puesta a punto funcional de los diferentes equipos.
- Vigilancia sobre el estado operacional de la maquinaria. Evitar funcionamientos a baja o nula capacidad de equipos en paralelo.
- Fijar rondas diarias del equipo de mantenimiento para la vigilancia de la buena utilización energética del edificio.
- Dotar a los usuarios de medios de información o divulgación sobre la explotación energética del edificio de una forma psicológicamente estudiada de manera que se haga atrayente e interesante a los mismos. Por otra parte, establecer y exigir una disciplina de cumplimiento en los criterios básicos de condiciones ambientales y utilizaciones.

La aplicación real de las anteriores indicaciones puede suponer *ahorros energéticos de hasta un 25%*, por supuesto dependiendo del grado de desviación que existía antes de su implantación, porcentaje que significa, asimismo, un importante ahorro económico, con el mismo grado de confort.

En todo lo anterior es básico el apoyo de la Dirección o la Gerencia sobre el tema, pero la mayor parte de las veces ese apoyo debe ser ganado por el servicio de mantenimiento.

Queremos realzar y potenciar esta figura y este servicio, cuyo mejor premio normalmente es no recibir quejas. Por desgracia, el concepto de mantenimiento en la mayor parte de los casos se refiere a su *aspecto correctivo*, es decir, a la reparación de la avería. La creencia común es que un servicio de mantenimiento es bueno cuando atiende rápidamente la contingencia o evento, cuando en realidad la calidad del mantenimiento hay que buscarlo principalmente en prevenir las causas de la avería.

Evidentemente y como se ha indicado con anterioridad, esta prevención exige una *periódica inspección y vigilancia* del estado y puesta a punto

de los equipos, que significa además unos mejores rendimientos y consecuentemente unos menores consumos energéticos.

No obstante, la existencia hoy día de técnicas y equipos especiales de aplicaciones energéticas en todos los ámbitos y, por supuesto, en los edificios, hace necesaria la colaboración o asesoría de técnicos cualificados, cuando se pretende la implantación de nuevos sistemas energéticos y es aquí donde aparece otra figura asimismo conveniente en la organización técnica del edificio como es el *ingeniero consultor*. En la organización básica del mantenimiento según ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, HANDBOOK 1984 Ch. 41), se indica la conveniencia de un profesional independiente de comercializaciones de equipos, sistemas e instalaciones, como órgano consultivo técnico de la Dirección y del servicio del mantenimiento. La especialización y contraste profesional de esta figura, con la experiencia de otras instalaciones, permite una ponderada implantación de las medidas primarias, así como una preparación, desarrollo y posterior instalación de otras medidas más cualificadas, cuya inversión y rendimientos requieren un especial estudio. Entre las mismas señalamos como más comunes las siguientes:

- Recuperación del nivel energético del aire de extracción.
- Recuperación en la época fría e intermedia del calor en las fachadas soleadas, para calefacción gratuita de las fachadas norte o en sombra.
- Utilización del calor interno de personas y luces para calefacción de zonas periféricas.
- Utilización del calor evacuado en acondicionamiento para producción de agua caliente sanitaria.
- Sistemas microprocesados de optimización energética.

Todas ellas significan un segundo escalón en el ahorro energético, evidentemente más cualificado y tecnificado que los indicados como primeros, si bien es verdad que no precisan de la colaboración de los usuarios y quizá por ello sean de más fácil implantación, aunque desde luego menos rentables.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Como resumen y conclusiones de lo expuesto en este artículo, podemos relacionar los siguientes aspectos:

- La energía es un bien preciso para el desarrollo humano.
- Si las fuentes de energía en su concepto son prácticamente inagotables, fundamentalmente por la identificación masa-energía, en la práctica su utilización queda limitada a la disposición de combustibles o determinadas formas de energías.
- Las actuales limitaciones de disponibilidades energéticas han llevado a una época restrictiva en los consumos energéticos, que durará en tanto en cuanto las nuevas tecnologías de transformación no satisfagan las previsiones de la demanda.
- El concepto de ahorro energético debe identificarse principalmente con el de conservación de la energía disponible.
- Consumir menos energía no debe confundirse con consumir la energía en su forma más económica.
- El proceso energético en un edificio es un continuo equilibrio entre las causas perturbadoras originadas en su explotación y la dosificación de energías equilibradoras que mantengan el nivel de entalpía ambiental en las condiciones de confort.
- Un mal uso energético en un edificio puede significar un doble gasto: el coste de la energía mal gastada y el coste de la energía de equilibrio.
- La implantación de una política energética en un edificio precisa previamente de un conocimiento elemental y claro de las causas perturbadoras, de sus formas de actuación y de las energías equilibradoras.
- La eficiencia de las medidas de conservación energética dependen principalmente de su concepción en proyecto.
- En la época actual deben ser compatibles los conceptos estéticos y energéticos en un edificio, pero en cualquier caso deben primar estos últimos.
- Una inversión realizada sobre verdaderas medidas de conservación energética siempre es rentable.
- En la fase de explotación de un edificio, el principal factor que determina el ahorro energético son las actitudes de sus propios usuarios.
- Una conservación energética es incompatible con un deficiente mantenimiento preventivo.
- La precisa aplicación de las medidas energéticas y sobre todo la aplicación de tecnologías de recuperación o alternativas deben estar asesoradas por profesionales independientes de toda comercialización.

