

MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGETICA, DE AHORRO Y OTROS CRITERIOS AMBIENTALES PARA INCORPORAR EN LOS EDIFICIOS Y EQUIPAMIENTOS MUNICIPALES

Grupo de trabajo de Flujos metabólicos

Xarxa de ciutats i pobles cap a la Sostenibilitat



Medidas de eficiencia energética, de ahorro y otros criterios ambientales para incorporar en los edificios y equipamientos municipales

El documento “Medidas de eficiencia energética, de ahorro y otros criterios ambientales para incorporar en los edificios y equipamientos municipales”, ha sido elaborado por iniciativa del Grupo de Trabajo de Flujos metabólicos de la Red de ciudades y pueblos hacia la sostenibilidad con el objetivo de aportar un texto de referencia para reducir el consumo energético de los edificios y hacerlos más sostenibles.

El documento fue presentado en la Jornada de trabajo “Eficiencia energética municipal” celebrada en Terrassa el día 19 de junio de 2002 y ha sido revisado y consensuado por todos los municipios miembros del grupo de trabajo además de otras entidades acreditadas.

Queremos agradecer especialmente el trabajo realizado por el autor del documento, señor **Juan Manuel Martín**, ingeniero y técnico del CDEA-ASET del ayuntamiento de Terrassa y la participación de los técnicos y entidades siguientes:

David Casabona, Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.

Esther Morancho, Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona

Manuel de Zarobe, Ajuntament de l'Hospitalet de Llobregat

Dolors Colom, Ajuntament de Manlleu

Aleks Ivancic, Agència local d'energia de Barcelona

Francesc Vidal, ICAEN

Coordinación: Secretaria Técnica de la Red de ciudades y pueblos hacia la Sostenibilidad
Barcelona, enero 2003



MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, DE AHORRO Y OTROS CRITERIOS AMBIENTALES PARA INCORPORAR EN LOS EDIFICIOS Y EQUIPAMIENTOS MUNICIPALES

INDICE

Introducción

Aspectos a considerar

1.- Orientación y protección solar del edificio.

1.1 Recomendaciones sobre la orientación y la protección solar

2.- Aislamientos térmicos e inercia térmica

2.1. Recomendaciones sobre los aislantes térmicos y la inercia térmica

3.- Distribución de las estancias

3.1. Recomendaciones sobre la distribución de las estancias.

4.- Iluminación natural

4.1. Recomendaciones sobre la iluminación natural

5.- Gestión de residuos

6.- Reducción del consumo de electricidad

6.1. Iluminación: lámparas, equipos auxiliares y luminarias

6.2. Iluminación: contaminación lumínica

6.3. Iluminación: equipos de regulación y control

6.4. Electrodomésticos eficientes

6.5. Instalaciones de energía solar fotovoltaica

7.- Sistemas de climatización eficiente

7.1. Condiciones de confort

7.2. Tecnologías existentes

7.3. Recomendaciones para la climatización

8.- Reducción de consumos energéticos producidos por el agua caliente sanitaria (ACS)

8.1. Recomendaciones para reducir el consumo energético en el calentamiento del agua.

9.- Reducción del consumo de agua

9.1. Consejos para reducir el consumo de agua sanitaria

9.2. Consejos para reducir el consumo de agua de riego.

9.3. Pasos que se han de seguir para la instalación de un sistema de reaprovechamiento de las aguas grises

10.- Ruidos

10.1. Recomendaciones a tener en cuenta en la fase del proyecto.

10.2. Recomendaciones a tener en cuenta en la fase de ejecución del proyecto.

11.- Materiales

Estudio de consumos energéticos del edificio y de otros aspectos de los proyectos.

Glosario de definiciones



MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, DE AHORRO Y OTROS CRITERIOS AMBIENTALES PARA INCORPORAR EN LOS EDIFICIOS Y EQUIPAMIENTOS MUNICIPALES.

INTRODUCCIÓN

Reducir el consumo energético de los nuevos edificios y hacerlos más sostenibles ha de ser una prioridad en el momento de proyectar. En este sentido, aquí se presentan algunos de los conceptos que hay que tener en consideración en el proceso de concepción del equipamiento y los nuevos apartados que se habrán de incluir en el proyecto de todo edificio nuevo.

En el apartado central de este documento se dan unas nociones básicas sobre los diferentes aspectos que deberán ser tenidos en cuenta en el proyecto desde el punto de vista de la eficiencia energética. La correcta aplicación de estos conceptos permitirá reducir el consumo y disponer de una edificación más sostenible.

La última parte del documento se refiere a los nuevos elementos que se han de incluir en el proyecto. El objetivo es hacer que se consideren dentro del proyecto aquellos aspectos que influirán en el consumo de energía del edificio. Así se dispondrá de un nuevo elemento, la eficiencia energética, para decidir entre un proyecto u otro.

También hay que remarcar que la ubicación de los edificios y equipamientos públicos puede condicionar un consumo extra de energía. Los desplazamientos para llegar, ya sean en transporte público o privado, obligan a consumir energía. Así, hay que tener muy en cuenta la ubicación del futuro equipamiento en relación a los medios de transporte público antes de iniciar el proyecto ya que tendrá una repercusión muy importante en el consumo energético posterior.



ASPECTOS A CONSIDERAR

Reducir el consumo en los edificios siempre ha de ser la primera tarea que nos hemos de plantear. Antes de estudiar la aplicación de energías renovables (solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa...), hemos de pensar en la aplicación de otras medidas destinadas a la reducción del consumo energético (soluciones arquitectónicas, tecnologías eficientes de energía, minimización de residuos...) A continuación, presentamos las medidas esenciales de eficiencia energética que se pueden aplicar.

1. Orientación y protección solar del edificio

No siempre es posible escoger la orientación del edificio; habitualmente se deberá seguir la trama de calles. Aun así, la situación del edificio en el solar será un factor decisivo para el gasto energético. La influencia de orientación se debe a los hechos siguientes:

- La radiación solar sobre una fachada norte es casi nula, por esto esta fachada será la más fría. Por este hecho, si situamos una entrada de luz hacia el norte, siempre tendremos radiación difusa útil para la iluminación, pero se deberá instalar un buen aislante térmico en esta abertura.

- La radiación sobre el este la tendremos a las primeras horas de la mañana. En verano se deberán proteger las aberturas con algún dispositivo que evite la entrada directa de esta radiación (por ejemplo, láminas orientables).

- La radiación sobre el oeste la tendremos por la tarde. En verano se deberán proteger las aberturas con algún dispositivo que evite la entrada directa de esta radiación (por ejemplo láminas orientables) ya que provoca sobrecalentamientos considerables sobre todo por la tarde. Las protecciones tendrán que ser orientables a fin de que permitan el paso de la radiación indirecta y favorecer así la iluminación natural.

- La incidencia de la radiación solar sobre una fachada sur se producirá durante casi todo el día. En invierno esta aportación de calor nos ayudará a reducir el gasto de calefacción. En verano como la altura del sol es superior, con la colocación de pequeños elementos que hagan sombra evitaremos la radiación directa y el calor.

- **Recomendaciones sobre la orientación y la protección solar**

- Es mejor que el edificio sea rectangular y que la fachada principal se oriente al sur $\pm 30^\circ$.

- En climas cálidos-húmedos y templados, como el nuestro, la ventilación hace disminuir la sensación de calor a causa del efecto de evaporación sobre la piel. Por este motivo, en verano es importante favorecer la circulación de aire entre la fachada norte y la fachada sur para posibilitar la ventilación cruzada y producir al mismo tiempo un ahorro en climatización y una mejora de las condiciones interiores del edificio.



- Las fachadas norte, este y oeste son las fachadas térmicamente más problemáticas ya que la radiación solar que reciben es mínima (tanto por la inclinación como por la intensidad). Por tanto, en estas fachadas, es importante poner el mínimo de ventanas posible, las cuales además, serán de doble vidrio y sin puente térmico.
- A este y oeste se instalarán protectores solares para evitar que la radiación solar entre directamente en la estancia (problemas de deslumbramiento y sobrecalentamiento). En estas fachadas, es conveniente que haya una combinación de protectores solares fijos y móviles adecuada, ya que estas últimas permiten una gestión directa del usuario según sean sus necesidades.
- Colocar protectores solares fijos en la fachada sur.
- Plantar árboles de hoja caduca en las fachadas este y oeste para dar protección solar en verano y aprovechar el sol de invierno.

Para determinar la sombra de una protección solar fija, podemos utilizar la metodología siguiente (ASHRAE Fundamentals, 1993):

$$Fls = p/d$$

donde p= profundidad de la protección solar

d= distancia vertical entre la horizontal de la protección solar y la línea de sombra

FLS= factor de línea de sombra que, para el caso de la provincia de Barcelona, se determina en la tabla siguiente:

Orientación	Relación
Este	0,8
sud-este	1,2
Sud	2,35
sud-oeste	1,2
Oeste	0,8



Estas medidas no comportan ningún incremento del coste del edificio, tan solo requieren una planificación previa.

2. Aislamientos térmicos e inercia térmica.

Los aspectos más importantes que hay que tener en cuenta para mejorar el comportamiento de la piel del edificio son la inercia térmica (es decir, la capacidad de acumulación del calor) y la resistencia térmica o aislamiento. En función de la orientación, habrá que situarlos de la siguiente manera;

- En la fachada norte, resistencia térmica (aislamiento)
- En las fachadas este y oeste, resistencia e inercia térmica.
- En la fachada sur, una combinación de inercia térmica para acumular allí calor y una transparencia para la captación directa.

Las ventajas que se obtienen de la mejora de los aislamientos son muy considerables: un incremento de 1 cm. de aislamiento puede comportar una disminución del 15% del gasto de calefacción. Uno de los aspectos más importantes de los aislamientos es la eliminación de los puentes térmicos, es decir, el aislamiento de los finales de los forjados, los marcos de las ventanas y todos los elementos constructivos que comunican directamente la superficie interior con la exterior sin ningún aislamiento en medio.

La normativa actual sobre aislamientos en Cataluña es la NRE-AT/87, que recoge los límites que han de cumplir las nuevas construcciones por lo que hace referencia al aislamiento térmico. A efectos de aplicación de la Norma, se definen cuatro clases de clima (1, 2, 3 y 4), que



se obtienen a partir de la comarca y la altura respecto al mar del lugar donde se construye el edificio. La mayoría de poblaciones de la provincia de Barcelona pertenecen a las zonas climáticas 1,2 y 3. Como ejemplo, las cubiertas de las zonas 1,2 y 3 han de tener un coeficiente mediano de transmisión térmica (K_m) igual o inferior a $0,46 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. En el caso de las fachadas, el coeficiente mediano de transmisión térmica (K_m) varía según la zona climática y las características del cerramiento, pero aproximadamente estos valores quedan comprendidos entre $1,39$ y $0,70 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

- **Recomendaciones sobre los aislamientos térmicos y la inercia térmica**

- Aumentar los aislamientos mínimos que marca la normativa NRE-AT/87. Se recomienda reducir el coeficiente mediano de transmisión térmica (K_m) hasta a $0,4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ en el caso de las cubiertas. En el caso de las fachadas orientadas al norte, este y oeste, se recomienda reducir este coeficiente hasta $0,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ en las zonas climáticas 1, 2 y 3; y hasta a $0,3$ en las poblaciones de la zona climática 4.
- Mejorar los aislamientos de las ventanas, que son los elementos que tienen más pérdida de calor. El paso de una ventana simple a una doble puede comportar una disminución de hasta el 15% del gasto de calefacción.
- Evitar los puentes térmicos. La pérdida de calor provocada por los puentes térmicos puede llegar a representar el 10% del consumo de calefacción.
- Aislar térmicamente el primer techo o la solera en contacto con el suelo si el espacio superior que definen es un local calefactado.
- Minimizar las infiltraciones de aire exterior. Instalar puertas dobles o automáticas en los accesos, o mejorar los cierres haciéndolos más herméticos.
- Es recomendable hacer los cerramientos exteriores de los edificios con inercias térmicas elevadas, es decir, con materiales de una masa elevada, sobre todo en las zonas climáticas 3 y 4.

Las cubiertas de los nuevos edificios se han de hacer ventiladas, ya que amortiguan las ganancias térmicas producidas por la radiación solar en el verano. En el caso de fachadas sobrecalentadas, también se puede considerar la utilización de sistemas ventilados.

3. Distribución de las estancias



Tendremos que intentar distribuir de la forma más adecuada las diferentes estancias que conforman un edificio. Por esto se deberán tener en cuenta los conceptos de insolación que se han apuntado y la actividad que se llevará a cabo en las diferentes salas.

- **Recomendaciones sobre la distribución de las estancias**

Una posible distribución podría ser la que se explica a continuación.

- Las salas con un uso continuo serán las que necesitarán unas condiciones más confortables. Por esto, los espacios principales, de uso continuo, se situarán prioritariamente en la fachada sur.
- Las salas con una utilización intermitente no requerirán unas condiciones tan confortables. Por eso, los espacios de paso o de menor utilización (salas de máquinas, almacén, lavabos, pasillos, etc.) se dispondrán en la fachada norte para hacer de tampón.

4. Iluminación natural

El objetivo ha de ser aprovechar al máximo la luz solar para reducir el consumo eléctrico en la iluminación. Por esto, se deberían instalar elementos de captación de luz natural, como pueden ser: ventanas, patios interiores, claraboyas, entradas de luz en forma de dientes de sierra o tubos de captación de luz solar.

- **Recomendaciones sobre la iluminación natural**

- Instalar elementos para la captación de luz natural, que tendrán que ir protegidos para minimizar su aportación a la carga de climatización del edificio.
- Por ejemplo en el caso de claraboyas, es conveniente orientarlas hacia el norte para evitar sobrecalentamientos en el verano, y aislarlas térmicamente para evitar pérdidas en el invierno.
- Es posible substituir las claraboyas por tubos de captación de la luz solar. Estos sistemas permiten captar la luz natural a través de un elemento situado en el exterior y la llevan hasta el espacio a iluminar mediante un tubo de material refractante. La ventaja de este sistema frente a los tradicionales es que permite el paso de luz pero reduce las pérdidas térmicas, ya que el diámetro del tubo es muy inferior a las dimensiones de una claraboya.
- Es muy recomendable la utilización de pinturas y materiales claros para el acabado de las paredes y los techos, ya que permite un ahorro importante de luz artificial.

5. Gestión de residuos

Esta propuesta, más que una condición de la edificación, es una condición relacionada con el tipo de residuo generado. Consideramos dos supuestos:

1. Las actividades municipales que generen residuos especiales tendrán que disponer de un espacio reservado para almacenarlos. La recogida la deberá hacer una empresa autorizada por la Junta de Residuos, la cual deberá disponer de todas las autorizaciones pertinentes.



El almacén será de uso exclusivo para residuos, con una superficie que dependerá de la producción que haya. El almacén estará situado preferentemente cerca de la zona de carga y descarga – si no hay, se situará cerca de un acceso- estará bien ventilado y dispondrá de una cubeta de seguridad para recoger residuos líquidos en caso de vertido accidental.

Si el almacenamiento se hace en un patio de la actividad o zona no cerrada, entonces dispondrá de cubeta de seguridad para recoger residuos líquidos en caso de vertido accidental. La zona destinada a almacén se cubrirá y pavimentará, y si tiene desagüe, este no estará conectado a la red municipal de saneamiento.

Los recipientes para los residuos estarán claramente identificados.

2. Para realizar las actividades municipales con residuos municipales o asimilables se deberá disponer de un espacio cerrado destinado al almacenaje selectivo de los residuos. Este espacio se deberá mantener en condiciones de higiene y limpieza adecuados para que no produzcan molestias por los malos olores. La acumulación de basuras se ha de hacer en contenedores o cubos cerrados y estancos.

Estas medidas no representan ningún incremento del coste de la instalación y en cambio facilitan la recogida selectiva, que es una manera indirecta de ahorrar energía.

6. Reducción del consumo de electricidad

El primer hecho que debemos de tener en cuenta es la procedencia de la electricidad en Cataluña, ya que más del 60% proviene de las centrales nucleares. Otra parte importante de la producción eléctrica (más del 20%) proviene de las centrales térmicas donde se queman combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón), con un rendimiento bajo comprendido entre 35% y 55%. Como vemos, la electricidad es una energía muy preciada que nada más se deberá utilizar en aquellos casos en que no se pueda emplear otra. Por eso no se debería utilizar la electricidad para la producción de calor con resistencias eléctricas o hilos radiantes eléctricos, ya que es mejor utilizar directamente los combustibles.

• Iluminación: lámparas, equipos auxiliares y luces

- En referencia al alumbrado interior, se recomienda utilizar equipos eficientes de iluminación, preferentemente fluorescentes con reactancia electrónica, fluorescentes compactos con reactancia electrónica y bombillas de vapor de sodio de alta presión. Se evitará el uso de bombillas convencionales, halógenas y de vapor de mercurio.

En la tabla siguiente se puede ver la equivalencia entre bombillas incandescentes y fluorescentes compactas y así observar las diferencias.

Equivalencia bombillas		Ahorro económico en la vida útil de las bombillas	Ahorro de emisiones de CO ₂ en la vida útil de las bombillas	Meses amortización
Convencional	Fluorescente compacto			
15 W	→ 3 W	9 €	65 kg	29.5 meses
25 W	→ 5 W	17 €	110 kg	17.7 meses



40 W → 7 W	29 €	180 kg	10.7 meses
60 W → 11 W	38 €	265 kg	16 meses
75 W → 15 W	49 €	325 kg	13.2 meses
100 W → 20 W	68 €	430 kg	10 meses
120 W → 23 W	77 €	520 kg	12.9 meses

Otra recomendación a tener en cuenta es el nivel de luminosidad necesario para cada uso, así como otros parámetros (temperatura de color, índice de reproducción cromática...). Teniendo en cuenta todos estos parámetros, se decide que tipo de lámpara es la adecuada, así como cuantas se deberán instalar. Para determinar los parámetros para cada uso se puede consultar la *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación: oficinas* y la *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación: centros docentes*, editadas por el IDAE. A manera de ejemplo, vean la tabla siguiente para algunos usos concretos.

TIPOS DE DEPENDENCIA O ACTIVIDAD	LUMINOSIDAD MEDIANA HORIZONTAL (lux)	ÍNDICE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA (Ra)
Cartografía	700	70 – 85
Administración, contabilidad	500	70 – 85
Dibujo técnico	700	80 – 90
Servicios jurídicos	500	70 – 85
Atención al público	300	70 – 85
Archivo	200	70
Vestíbulos	200	70 – 85
Pasillos y lavabos	150	70 – 85
Aula general	300	70 – 80
Aula informática	500	70 – 80
Biblioteca (ambiental)	200	70 – 80
Biblioteca (zona lectura)	500	70 – 80
Deportes (fútbol, handbol, rugby)	100	< 70
Deportes (básquet, voleibol)	200	< 70

- En cuanto al alumbrado público, se recomienda la utilización preferente de bombillas de vapor de sodio de baja presión. Son luces que no llevan metales pesados y que consumen 5 veces menos que las incandescentes, 2,2 veces menos que las luces de mercurio y 1,5 veces menos que las de vapor de sodio de alta presión y fluorescentes. Para el encendido del alumbrado público es muy recomendable utilizar relojes astronómicos, que varían en el tiempo de encendido y apagado público, vease *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación: alumbrado público*, editada por el IDAE.



- Al consumo de las lámparas, se ha de añadir el consumo de los equipos auxiliares, donde en el caso de las lámparas de descarga, es muy importante el lastre o reactancias. El consumo del equipo auxiliar puede representar un incremento del 5% al 30% a añadir al consumo de la lámpara. Para reducir este consumo y aumentar la vida de las lámparas, se instalarán lastres electrónicos substituyendo las reactancias convencionales (electromagnéticas). Otras ventajas de estos lastres son el encendido instantáneo, una luz sin parpadeos, la desconexión de las lámparas agotadas, etc. Estas ventajas hacen que la amortización de una reactancia electrónica esté comprendida entre tres y cinco años según las horas de utilización.
- En el alumbrado interior se dispondrán de luminarias que permitan un alto aprovechamiento de la iluminación procedente de la lámpara. Habrá que considerar la opción de utilizar alguno de los componentes que ofrecen los fabricantes para sus luces (como por ejemplo rejillas, difusores, etc.) que mejoren el nivel y la calidad de la luz.

- **Iluminación: contaminación lumínica**

- En el alumbrado exterior hay que iluminar siempre de arriba a abajo y orientar los focos por debajo del horizontal. Se aplicarán buenas prácticas, como por ejemplo ajustar las luces con la inclinación y dirección adecuadas; hacer la instalación correcta de las pantallas de las luces; instalar rejillas y orejeras en las luminarias; apagar las luces exteriores cuando no sean realmente necesarias; apagar la iluminación de monumentos y edificios corporativos después de medianoche, no dirigir luces ni focos ni lasers hacia el cielo.
- En todo caso, se cumplirá la Ley 6/2001 de ordenación ambiental de alumbrado para la protección del medio nocturno y el reglamento que la desarrolla. Este reglamento debe de regular:
 1. Los niveles lumínicos del alumbrado exterior viario para peatones, ornamental, industrial, comercial y publicitario, deportivo, recreativo, de seguridad, de edificios y de equipamientos. Los niveles máximos de luz también son aplicables a los alumbrados interiores, si producen intrusión lumínica en el exterior.
 2. La inclinación y dirección de las luces.
 3. Los tipos de lámparas que se habrán de utilizar o de uso preferente
 4. Los sistemas de regulación de flujo.
 5. Los horarios de funcionamiento.

- **Iluminación: equipos de regulación y control**

Diseñar una instalación de iluminación que satisfaga las necesidades lumínicas del día más desfavorable del año es la primera fase de este proceso. Una vez conocidas las necesidades en las condiciones más desfavorables, se tendrá en cuenta que estas necesidades no lo serán durante todos los días del año. De ahí la importancia de disponer de un sistema de control que permita adaptarse al mayor número de usos posibles (o necesidades diferentes). Con ello se



intentará ajustar la potencia lumínica a la necesidad lumínica. Algunos de los mecanismos para conseguirlo son:

- La sectorización de la sala a iluminar, separando las líneas del alumbrado. Así disponemos de la opción de encendido parcial de los puntos de luz que nos permite una iluminación diferenciada en diversas zonas de un mismo espacio en función de las necesidades (por ejemplo, tener apagadas las luces más cercanas a las ventanas y tener encendidas las del resto de la sala).
- La instalación de reactancias electrónicas con reguladores de flujo que ajusten en cada momento la potencia de las lámparas para obtener exactamente el grado de iluminación deseado.
- La instalación de equipos de encendido y alumbrado automático (células fotoeléctricas o relojes astronómicos) para la iluminación exterior.
- La instalación de interruptores temporizados o detectores de presencia en zonas con un uso puntual (por ejemplo, los lavabos).

• **Electrodomésticos eficientes**

Al adquirir electrodomésticos, hay que tener en cuenta el consumo energético que tienen. Una buena guía es la etiqueta energética que los diferencia con una letra. Los de la letra A son los electrodomésticos con menos consumo y, por lo tanto, los que generan un gasto económico más bajo y con menos contaminación.

Otro punto a considerar son los electrodomésticos que necesitan agua caliente para funcionar (lavadoras y lavavajillas, principalmente). Actualmente hay aparatos bitermicos (que disponen de una entrada de agua fría y de otra de agua caliente) que ahorran energía eléctrica ya que el aparato no ha de calentar el agua. El agua caliente la proporciona un equipo externo y, por tanto, existe la posibilidad de calentarla con un equipo de energía solar térmico.

• **Instalaciones de energía solar fotovoltaica**

Des del punto de vista energético y ambiental, la producción de electricidad con energía solar fotovoltaica descentralizada es un sistema muy eficiente ya que utiliza un recurso gratuito e inagotable. Pero hay que tener en cuenta que actualmente el sistema convencional de producción de electricidad es centralizado y que después se necesitan grandes líneas eléctricas para llegar hasta la ciudad. Otro factor a tener en cuenta es que el precio de la electricidad convencional no refleja el precio real de la producción ya que no tiene en cuenta todos los aspectos de contaminación (emisiones de gases tóxicos, residuos nucleares, tala forestal e incendios, contaminación electromagnética...). Por tanto, si comparamos económicamente los dos sistemas de producción de electricidad, la aplicación de energía solar fotovoltaica en según qué casos resulta cara por el coste inicial de la instalación. Por estos motivos, ha de ser impulsada desde los



organismos municipales con la idea de posibilitar la transferencia hacia un modelo energético más coherente, eficiente y no contaminante. Actualmente, hay dos posibilidades para hacer instalaciones de energía solar fotovoltaica.

- **Instalaciones de energía solar fotovoltaica autónoma.** Estas instalaciones son independientes de la red eléctrica, ya que acumulan la energía solar en baterías. Tienen la ventaja que, una vez amortizadas, la producción eléctrica será gratuita. Esta solución permite un ahorro total en la producción de electricidad, pero requiere un mantenimiento de las baterías y un recambio cada ocho o diez años. Tienen múltiples y variadas aplicaciones (edificios con pocas horas de utilización, parquímetros, instalaciones de riego, señales, radios, faroles e iluminación pública aislada...). La viabilidad económica de estas instalaciones depende de la distancia que hay hasta el punto de conexión con la red eléctrica, pero según los casos es más cara la obra civil para el soterramiento de la línea que la instalación fotovoltaica en sí. Por este motivo, antes de realizar una instalación es recomendable elaborar un estudio económico de viabilidad

- **Instalaciones de energía solar fotovoltaica para generación de electricidad y venta en la red.** Es posible producir electricidad a partir de placas fotovoltaicas que, conectadas a un ondulator de conexión a red, inyecten en la red la energía producida. Esta energía está apoyada por un precio de venta garantizado de 0,396668 € por cada kWh que se venda, unos 0,30 € superior al precio de compra de energía eléctrica convencional. Este precio de venta es para instalaciones con una potencia inferior o igual a 5 kW; en el caso de potencias superiores, el precio de venta estará fijado en 0,216364 €. La única condición necesaria es disponer de superficie exterior sin sombras. Este tipo de instalación tiene un periodo de amortización de alrededor de doce años.

7. Sistemas de climatización eficientes

- **Condiciones de confort**

Lo primero a tener en cuenta es que un edificio diseñado con criterios de reducción de consumo energético y que siga los consejos básicos mencionados en los otros apartados casi no necesitará equipo de soporte para mantener el interior en condiciones de confort.

En el caso, no obstante, que se deba climatizar, los valores de confort obligatorios (RITE) Son los que se muestran a continuación:

Invierno:	Temperatura:	20 - 23° C
	Humedad relativa:	40 - 60%
Verano:	Temperatura:	23 - 25° C
	Humedad:	40 - 60%



Estos valores son los que se han de utilizar para dimensionar los equipos de climatización de los edificios.

- **Tecnologías**

Los sistemas de climatización pueden ser de calentamiento (o enfriamiento) del aire de las estancias o bien sistemas de radiación. La utilización de un sistema u otro depende de las dimensiones, la distribución de los espacios del edificio, su altura, el uso que se le dará, etc. En cada uno de los casos habrá que valorar que sistema debe utilizarse. Por ejemplo, en el caso de grandes salas y de mucha altura (pabellones deportivos) es muy recomendable instalar equipos de radiación, ya que con los otros habrá que calentar todo el volumen de aire para tener la sala climatizada.

A continuación, realizamos una breve descripción de algunos sistemas de climatización antes de dar consejos concretos.

a) Bomba de calor accionada eléctricamente

Este sistema produce aire caliente a través de un circuito de compresión (como los frigoríficos). Es un sistema con un coeficiente de rendimiento (COP) muy elevado alrededor de 3. En cambio, como el sistema de producción actual de la energía eléctrica tiene un rendimiento bajo (35% – 50%), esto provoca que este sistema presente un rendimiento global aproximado del 85%. Otra ventaja de este sistema es que produce el aire frío necesario para la climatización durante el verano. Un inconveniente es que estas máquinas tienen un elevado rendimiento cuando las temperaturas exteriores no son muy extremas (5°– 8° C en invierno), así pues, en las zonas donde se suele bajar de estas temperaturas no se recomienda su uso.

b) Bomba de calor accionada a gas

El funcionamiento de este sistema es muy parecido a la bomba de calor eléctrica, pero la compresión se realiza con un motor térmico (igual que los coches). Estos motores tienen un rendimiento bajo (35%), pero la red de distribución es muy eficaz y no hay muchas pérdidas en la distribución. Una ventaja de estas máquinas es que se puede aprovechar el calor residual de los gases y del motor para el precalentamiento del aire. Un inconveniente en el momento de instalarlas son el ruido y las vibraciones que provocan los motores térmicos. Al igual que las máquinas eléctricas, son adecuados para zonas templadas y no muy frías.

c) Caldera de gas para el calentamiento del aire

En esta categoría encontramos dos subcategorías: sistemas que calientan directamente el aire y sistemas que calientan el agua y que después calientan el aire en la sala con unos *fan-coils*. Si se pretende utilizar este sistema, hay que buscar calderas de gas de alto rendimiento, como por ejemplo las de condensación (rendimiento del 105% sobre el PCI). Una ventaja de este sistema es que puede utilizar energía solar térmica para el precalentamiento del aire de entrada o



renovación, o del agua en el caso de los *fan-coils*. Un inconveniente, como todos los sistemas de climatización del aire, es que hemos de calentar todo el volumen del aire para sentir la sensación de confort necesaria.

d) Máquina de absorción

Este sistema es capaz de generar aire frío a partir de una fuente de calor utilizando, en lugar de la compresión, la propiedad de absorción de algunos gases. Como fuente de calor se utiliza normalmente una caldera de gas natural y, por tanto, podemos tener un sistema de climatización global con el aire calentado con la caldera durante el invierno y el aire frío con la máquina de absorción durante el verano. Además podemos instalar una instalación solar térmica que nos de una aportación energética importante tanto en verano como en invierno. El rendimiento de estas máquinas es aproximadamente del 80% (muy parecido a las bombas de calor eléctrico, por ejemplo). Un inconveniente de este sistema es que la tecnología no está suficientemente desarrollada y el rango de potencias caloríficas y frigoríficas no es tan grande como con las bombas de calor.

e) Sistemas de radiadores convencionales

Este sistema necesita una caldera para calentar el agua y después, a través de los radiadores, desprende el calor mediante radiación y convección. La ventaja principal de la transmisión de calor por radiación es que se calienten las personas y no es necesario calentar el aire para tener la sensación de confort. Es muy importante utilizar calderas a gas de alto rendimiento, como son por ejemplo las de condensación (rendimiento del 105% sobre el PCI), y modulantes de manera que regule la potencia según las necesidades.

f) Sistema de tierra/paredes/techo radiante

Este sistema es parecido al anterior pero con la gran diferencia que la superficie de la radiación es mucho más elevada ya que, normalmente, el sistema de radiación se encuentra por todo el suelo del edificio. Como que tiene mucha superficie, la temperatura a la que circula el agua es más baja (alrededor de 35° C). También es muy importante hacer servir calderas de gas de alto rendimiento, como son, por ejemplo, las de condensación (rendimiento del 105% sobre el PCI) y modulantes de manera que regulen la potencia según las necesidades. Actualmente, es posible utilizar una bomba de calor como sistema de producción de calor de manera que tengamos las ventajas del sistema radiante y el elevado rendimiento de la bomba de calor. Además con este sistema también es posible hacer servir la bomba de calor y el suelo radiante para climatizar el edificio en verano (instalando una deshumectadora). Estos sistemas radiantes de baja temperatura tienen la ventaja de acoplar una instalación solar térmica para dar un soporte energético muy importante y así ahorrar energía convencional.

• Recomendaciones para la climatización



Una vez descritos los principales sistemas de climatización, expondremos una serie de consejos genéricos para todos los sistemas y también otros más concretos.

- Cumplir la normativa actual (RITE) sobre calidad del aire y ventilaciones, minimizar al máximo los caudales de renovación del aire, ya que provocan la mayor parte de las pérdidas térmicas.
- Instalar los termostatos en zonas representativas de fuentes de calor o frío (nunca cerca de un acceso en el exterior del edificio). Además se recomienda instalar cronotermostatos de manera que ajustemos el funcionamiento de la climatización a las horas de funcionamiento del edificio.
- Realizar una correcta sectorización del edificio a climatizar agrupando las salas o zonas del edificio con temperaturas y horarios de funcionamiento parecidos.
- Estudiar la posibilidad de utilizar energía solar térmica como sistemas de apoyo.
- Utilizar sistemas de recuperación de temperaturas del aire de ventilación para calentar el aire de renovación.
- Utilizar un sistema *free-cooling* con aire exterior mediante una comparación entálpica (temperatura-humedad). De esta manera, en ciertos momentos, climatizaremos nuestro edificio introduciendo solamente aire del exterior y renovando el aire interior.
- En el caso de sistemas de aire, usar sistemas de distribución de baja velocidad y de pérdida de carga máxima de 50 Kg /m² por metro lineal de cañería.
- En el caso de sistemas de aire, hacer servir sistemas de distribución de aire con caudal variable (VAV) y con válvulas de control en cada zona térmica definida en lugar de los de caudal constante.
- En el caso de sistemas con caldera, hacer revisiones periódicas.
- En los dos casos, utilizaremos equipos que permitan la modulación del funcionamiento de los equipos (compresores o caldera) en función de la carga frigorífica o calorífica.
- En el caso de necesitar climatización, se han de valorar con cuidado las necesidades energéticas (caloríficas y frigoríficas) durante todo el año. Si las necesidades son similares, se recomienda utilizar una misma máquina combinada para los dos servicios, pero en caso de que haya diferencias, es mejor utilizar un sistema para cada servicio. En este último caso, si utilizamos una única máquina, estará sobredimensionada y tendremos un consumo energético excesivo.
- En verano se recomienda forzar la entrada del aire exterior a través de los subterráneos del edificio o de bajo tierra, ya que es aire frío, y así reducimos el consumo energético en climatización.

8. Reducción de los consumos energéticos producidos por el agua caliente sanitaria (ACS)



Hay que tener en cuenta que el ACS presenta un consumo de agua y de energía consumida para calentarla. Actualmente la viabilidad de los equipos de energía solar térmica como substitutivos del combustible fosil está más que demostrada.

- **Recomendaciones para reducir el consumo energético en calentamiento de agua**

- Instalar grifos temporizados y difusores del tipo aireadores en las duchas y grifos. Con la temporización conseguiremos que no quede ningún grifo abierto y reduciremos el tiempo de funcionamiento. Con los aireadores reduciremos la cantidad de agua que sale por punto de consumo. La amortización de estos aparatos es inferior a seis meses.
- Mejorar los aislantes de las cañerías. Así reduciremos el gasto de calor perdido en el ambiente. Los aislantes de las cañerías han de cumplir siempre la normativa vigente (RITE). La conductividad máxima que han de tener los aislantes es de 0,040 W/(m·K). En el caso de cañerías que transporten fluidos calientes, estos son los espesores mínimos de aislantes:

Diámetro exterior cañería (mm)	Temperatura del fluido (°C)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

- Minimizar la distancia entre la producción del ACS y el consumo para reducir el recorrido de las cañerías y así disminuir las pérdidas de calor.
- Insatallar sistemas solares térmicos de producción de agua caliente sanitaria (ACS). Mediante la utilización de captadores solares de baja temperatura es posible reducir el consumo de energía convencional (combustibles y electricidad) empleada para producir ACS. El único requisito es disponer de una superficie exterior soleada orientada al sur y de un pequeño espacio para colocar el acumulador y el equipo de impulsión y control. Este tipo de instalación tiene un periodo de amortización económico de alrededor de ocho años.
- Instalar preferentemente sistemas que utilicen gas natural como sistema convencional de soporte para la energía solar térmica o en los casos en que sea imposible instalar este tipo de energía renovable. Es recomendable no usar la electricidad para la producción de calor con resistencias electricas ya que el sistema de producción actual es muy poco eficiente. Nada más se ha de hacer servir en ciertos casos, tal como indica el RITE en la ITE 02.5.4.



9. Reducción del consumo de agua

El agua es un recurso escaso y limitado, y el proceso de depuración para hacerla apta para el consumo comporta unos gastos energéticos y ambientales. Por eso es importante reducir el consumo y aprovechar las aguas grises (no aptas para el consumo humano) para substituir el agua depurada en aquellos casos en que sea posible (agua de cisterna de lavabos y agua de riego). En el caso de reutilizar el agua, hemos de llevar a cabo un estudio en profundidad y sobre la depuración de las aguas grises (biológica y/o fisicoquímica) para evitar la transmisión del virus de la *legionella* y cumplir así la normativa vigente antilegionela.

• Consejos para reducir el consumo de agua sanitaria

- Reducir el consumo de agua mediante grifos temporizados y difusores tipos aireadores en los puntos de consumo. Con ello se puede conseguir una reducción de hasta el 50% del consumo y con una inversión muy pequeña.
- Instalar cisternas de doble descarga. Se obtiene una reducción de hasta el 50% del consumo con una inversión muy pequeña.
- Substituir las cisternas del WC por fluxores.
- Disponer de sensores de presencia para accionar el agua de los lavabos.
- Instalar sistemas de reaprovechamiento que permitan aprovechar las aguas grises para abastecer de agua las cisternas de los lavabos. En este caso se deberá disponer de una gestión centralizada desde el ayuntamiento para evitar confusiones de cañerías con futuras ampliaciones del edificio.
- Instalar contadores de agua para zonas de uso que permitan identificar las áreas de más consumo e implantar medidas correctoras.
- Utilizar algún sistema de detección de fugas de agua en las cañerías enterradas u ocultas.

• Consejos para reducir el consumo de agua de riego

- Plantar vegetación intentando evitar el uso de césped (gran consumidor de agua). Los jardines seguirán los criterios de xerojardinería (con utilización de la vegetación autóctona con pocos recursos hídricos, de adobos o de pesticidas).
- Instalar un equipo de riego programable y con higrómetro para evitar que se riegue en caso de lluvia.
- Utilizar sistemas de riego eficiente; riego por sistema de goteo o sistema de microaspiración.
- No regar nunca en horas de alta insolación y ajustar la cantidad correcta de agua según el tipo de vegetación.



- Utilizar las aguas grises del edificio, una vez tratadas, como agua de riego. Los pasos a seguir se explican a continuación.

- **Pasos para la instalación de sistemas de reaprovechamiento de aguas grises**

- Instalar una doble red de recogida de las aguas residuales, una para las aguas negras (aguas procedentes de los inodoros y de las cocinas) y la otra para las aguas grises (aguas procedentes de los lavabos y las duchas).
- Si el edificio dispone de zona ajardinada, las aguas pluviales se recogeran conjuntamente con las grises para aprovecharlas además como aguas de riego.
- En el caso de instalaciones deportivas con piscina, se puede plantear la opción de utilizar el agua de renovación del vaso de la piscina como agua gris
- Se instalará una red diferente del agua sanitaria para los diferentes inodoros del edificio. La cañería llevará un distintivo para diferenciarla de la cañería de agua sanitaria.
- Para poder reutilizar las aguas, se habrán de tratar con procesos fisicoquímicos i/o biológicos para asegurar una calidad mínima. En caso de que se utilicen como agua de riego, se habrán de hacer análisis periódicos. En todos los casos se habrá de cumplir la normativa vigente sobre la *legionella*.
- Se ha de reservar el espacio necesario en cada caso para el depósito de acumulación de las aguas y para la instalación de depuración. Este espacio deberá disponer de un mínimo de ventilación y, para poder limpiar el filtro y la depuradora, no deberá de tener muy difícil acceso.
- En todos los puntos de consumo de agua reutilizada (cisternas, puntos de riego, etc.) se instalará un cartel visible donde ponga: “Agua no potable”

10. Ruidos

Al diseñar un edificio se tendrán en cuenta los aspectos acústicos, tanto en el aspecto de confort interior como en las repercusiones exteriores que generen sus actividades e instalaciones. Y tanto en el proyecto como en la ejecución.

La normativa que se ha de aplicar es la siguiente:

- Norma Básica de la Edificación en Edificios. Condiciones Acústicas (NBE – CA – 88)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Ordenanzas municipales propias relativas a este aspecto.

En el proyecto del edificio se justificará el cumplimiento de la normativa vigente para la regulación de ruidos y vibraciones. Se presentará un proyecto acústico que, como mínimo, contendrá:

- La definición del tipo de actividad(es)



- El horario de funcionamiento
- El Nivel sonoro en el local emisor, en dB(A)
- El nivel sonoro de la maquinaria instalada, en dB(A)
- El nivel sonoro previsto en las viviendas más afectadas, en dB(A)
- El aislamiento acústico necesario para cumplir los niveles especificados para la ordenanza
- La especificación de los gruesos de los materiales y peso por m².
- Los planos en planta y sección de la posición relativa de las viviendas, respecto a la actividad y situación de las plantas subterráneas, si hay.
- Los planos a escala 1:50 de los elementos que configuran el aislamiento acústico y detalles, a escala 1:10, de los materiales, gruesos, uniones, acoplamientos elásticos, paredes dobles. Doble techo y tierras flotantes.
- El acondicionamiento acústico de las salas donde sea necesario una óptima inteligibilidad de la voz o de la percepción de la música. Hay que presentar estudios y revestimientos de superficies que tiene por objeto controlar la reverberación de locales o espacios públicos.
- Las medidas correctoras para corregir los ruidos y vibraciones.

Se exigirá el aislamiento acústico mínimo en determinadas actividades consideradas ruidosas. Los aislamientos mínimos serán los que manda la ordenanza municipal para la regulación de ruidos y vibraciones y estarán determinados por los niveles sonoros máximos de emisión.

Las nuevas edificaciones municipales que por sus características puedan generar molestias por ruidos no se podrán construir en contiguidad con la vivienda. El edificio mantendrá una separación mínima respecto a la vivienda de 3 a 5 cm. Entre fundamentos previa colocación de placas de poliestireno o material similar y de 3 a 15 cm. Entre paredes, previa colocación de plafones de fibra de vidrio de un grueso mínimo de 3 cm.

Se deberá redactar un pliego de condiciones exhaustivo donde se especifiquen claramente: los tipos de materiales y de maquinaria a instalar, los controles de calidad, pruebas, medidas, etc.

- **Recomendaciones a tener en cuenta en la fase del proyecto**

- Alejar al máximo los focos emisores de las viviendas más próximas.
- Las bombas, ventiladores torres de refrigeración, aparatos de acondicionamiento de aire, etc. no estarán instalados directamente en el forjado, sino que dispondrán de amortiguadores adecuados al peso y a la frecuencia de excitación. Además, se tendrá en cuenta que para equipos muy pesados se deberán instalar losas de hormigón que absorben las vibraciones.
- Instalar silenciadores, cuando sea necesario, en las salas de máquinas, conductos de aire, etc.
- En el momento de hacer el cálculo de las cañerías de fluidos, se tendrá en cuenta que las velocidades elevadas provocan ruidos. En conductos de agua es recomendable una velocidad



de 1 m/s en conducciones secundarias y de 2 m/s en la alimentación principal. En conducciones de aire se utiliza el criterio de no superar los 12 m/s. De todos modos, estos criterios son orientativos y la velocidad máxima admitida en los conductos la determinarán los datos suministrados por el fabricante del material.

- Instalación de cañerías con manguitos, juntas elásticas y abrazadoras absorbentes. Instalación de conductos sobre soportes elásticos.

- **Recomendaciones a tener en cuenta en la fase de ejecución del proyecto**

- Tener mucho cuidado de no provocar puentes acústicos en dobles paredes, tierras flotantes, cañerías, desguaces, etc. Durante la ejecución de la obra se retirarán los escombros y otros materiales (trozos de hierro, ladrillos, mortero, yeso, maderas, etc.) que puedan producir puentes acústicos.
- Rechazar los amortiguadores no previstos en el proyecto, excepto cuando la dirección de la obra lo justifique.
- Tener en cuenta que la instalación de amortiguadores ha de estar equilibrada.
- Los conductos y cañerías no han de estar unidos a la obra.
- Instalar juntas elásticas entre las máquinas y los conductos.
- Evitar dejar cosas extrañas abandonadas en ningún conducto.
- Tener cuidado con los revestimientos o acabados superficiales, ya que si pintamos sobre materiales porosos aislantes perderemos su capacidad absorbente.

Una vez finalizadas las obras e instalaciones, se justificará el cumplimiento de la normativa vigente realizando medidas *in situ*.

11. Materiales

Actualmente hay muchos materiales que se utilizan en la construcción de edificios. Para valorar el impacto ambiental se aplican diferentes criterios.

- Evaluar la energía necesaria en la producción de este material
- Realizar un análisis del ciclo de vida del material, desde la extracción de la materia prima hasta que se recupera del derribo. Evaluar el impacto ambiental que se genera.
- Tener en cuenta la posibilidad de reciclar el material una vez ha dejado de realizar su función.
- Tener en cuenta la posibilidad de utilizar materiales de construcción que incorporen materiales reciclados (acero de construcción que contenga acero reciclado, aluminio de construcción con residuos reciclados...). También se favorecerá el uso de materiales reutilizados y de materiales del lugar para minimizar el consumo energético del transporte.
- Evaluar las emisiones de gases tóxicos que desprende el material en caso de incendio, al largo de su vida útil y en su colocación.



Existen también múltiples etiquetas que clasifican ecológicamente los materiales. Por todo esto, es difícil evaluar genéricamente cada material. Se recomienda evaluar cada caso concreto.

Para la selección de materiales, véase la bibliografía técnica siguiente;

- *Guia de l'Edificació Sostenible*. Editada por el Institut Català de l'Energia de la Generalitat de Catalunya, la Dirección General de Actuaciones Concertadas, Arquitectura y Vivienda también de la Generalidad de Catalunya, el Área de Medio Ambiente de la Diputación de Barcelona, el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona y la Fundación Privada Ildefons Cerdà.

Como guía se da una lista de materiales prohibidos tanto en la construcción del edificio, los acabados y las instalaciones.

- Policloruro de vinilo (PVC)
- Plomo, tanto en pinturas como en cañerías
- Amianto
- Maderas tropicales
- Acabados en emisiones de gases VOC y/o partículas

El policloruro de vinilo (PVC) actualmente se utiliza en la construcción en muchos elementos que principalmente están en las conducciones de saneamiento, las conducciones eléctricas y los cierres exteriores. Las materias primas del PVC son el petróleo y el cloro, y su proceso de fabricación puede resultar peligroso si no se realiza en condiciones adecuadas. El comportamiento del PVC como residuo no es muy bueno para el medio (la incineración puede provocar compuestos nocivos, como las dioxinas o el ácido clorhídrico), y su reciclaje es más complicado que el de otros materiales plásticos. En el caso de las conducciones de saneamiento, las alternativas medioambientales más viables son el polietileno y el polipropileno, ya que son también plásticos (colocación más fácil y uniones más estancas), son más fácilmente reciclables y utilizan menor cantidad de sustancias potencialmente peligrosas. En el caso de las conducciones eléctricas, las alternativas más sostenibles, como en el caso anterior, son el polipropileno y el polietileno.

En las ventanas, las dos alternativas que se presentan para sustituir el PVC son la madera y el aluminio con rotura del puente térmico. Por lo que respecta a la madera, ha de provenir de explotaciones gestionadas sosteniblemente (preferentemente locales). La madera es la alternativa más recomendable, pero se ha de tener en cuenta el mantenimiento posterior, cosa que no ocurre con el aluminio.

El plomo se ha utilizado tradicionalmente como aditivo de pinturas, materiales de cubierta, instalaciones eléctricas, en cañerías de agua, etc. El plomo es un material peligroso para la salud porque ataca a la sangre. Actualmente, está prohibido en todas las aplicaciones. Hay diversos materiales que se utilizan para sustituirlo en cada aplicación: desde el polipropileno y el polietileno a las cañerías, hasta pigmentos naturales como en aditivos en las pinturas.



Las fibras de amianto o asbesto se habían utilizado en placas de aislamiento térmico y acústico, tubos y depósitos de agua, impermeabilizaciones, etc. Pero se pueden desprender y producir, por inhalación, enfermedades cancerígenas del aparato respiratorio. Actualmente, el uso del amianto azul y marrón está prohibido, pero el uso de manera controlada del amianto blanco está permitido (fibrocemento). Como que en la actualidad existe una gran variedad de materiales que pueden substituir al amianto, se recomienda dejar de usar también el amianto blanco. Por ejemplo, en lugar de utilizar tuberías de fibrocemento para las tuberías de saneamiento, se pueden utilizar polietileno, polipropileno y hasta incluso de cerámica.

El impacto medioambiental que comporta el uso de la madera comienza en el momento de la explotación de los bosques. Este impacto es variable ya que la madera se puede talar de una manera descontrolada y estropear zonas de alto valor ecológico que, además, constituyen una de las grandes reservas naturales del planeta. Por tanto, la explotación de la madera se ha de realizar de una manera sostenible (reforestación, explotación selectiva y respetuosa, etc.). Aunque se pueden encontrar maderas tropicales con sellos de sostenibilidad, la situación particular de estos países hace difícil que una explotación a gran escala se lleve a cabo de manera sostenible. Por tanto se han de utilizar maderas con un sello reconocido de sostenibilidad (el más conocido es el FSC, Forest Stewardship Council) que asegura la procedencia. Si se puede se han de utilizar maderas de procedencia estatal, ya que se minimiza el consumo energético para el transporte, sin tratamiento o con un tratamiento natural.

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y partículas provienen principalmente de los materiales de acabado, como son las pinturas, los disolventes, los adhesivos, etc. Estas emisiones se desprenden tanto en la aplicación de los acabados como durante su vida útil. Además, las inhalaciones de estos compuestos pueden ser perjudiciales para la salud. Algunas pinturas y barnices tiene etiquetas ecológicas, concretamente la etiqueta ecológica de la UE y el Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental. La cantidad de productos que cumplen las normas es ya bastante importante en el mercado y permite que no se deban utilizar otros. Respecto a su composición y origen las pinturas naturales son preferibles a las acrílicas de base acuosa y, estas, a las sintéticas (que son las que contienen más cantidad de VOC). Un último punto a señalar es que los sobrantes y residuos de las pinturas y de los materiales acabados se han de separar de los escombros áridos para llevarlos a un tratador especial que los recicle o que aplique el tratamiento correspondiente. Si no se separan, estos residuos pueden contaminar los escombros y entonces no se podrán reutilizar directamente.

Un último punto a comentar en este capítulo es la fase de deconstrucción de los edificios. Como se ha comentado anteriormente, hay muchos edificios con materiales instalados que ahora mismo están prohibidos por la ley o que en este documento se desaconsejan para nuevas construcciones. Este es el caso del amianto, ya que hay muchos edificios que tienen placas de fibrocemento, tuberías de fibrocemento o placas con fibras de amianto. Al deconstruir, una empresa especializada ha de desmontar todos estos materiales y realizar una gestión correcta de los residuos, en lugar de una deconstrucción masiva. Un derribo masivo provocaría un desprendimiento de fibras de amianto que afectaría a todas las personas que lo inhalaran y al medio donde se depositasen los escombros. En el caso del plomo y el PVC también sería muy



interesante que antes del derribo masivo se separase estos materiales de manera que se pudiesen llevar al tratador adecuado para el reciclado y aprovechamiento posterior.



Para valorar cuantitativamente el efecto de las medidas propuestas en los apartados anteriores, los proyectos de los edificios habrán de incluir los estudios siguientes;

- La justificación de las soluciones adoptadas dentro de cada uno de los once puntos expuestos en el primer apartado.
 - El estudio del consumo energético mensual, cuantificando una previsión de energía consumida (kWh) y el tipo de combustible. Este estudio se habrá de diferenciar entre:
 - consumo para iluminación
 - consumo para calefacción
 - consumo para producción de frío
 - consumo para producción de ACS
 - Una tabla resumen con los indicadores más importantes de las mejoras ambientales en el proyecto. En este sentido, se pueden relacionar algunas medidas con el ahorro de contaminación que comportan (1 kWh de electricidad ahorrado se traduce en 0,545 kg de CO₂ no emitido).



GLOSARIO DE DEFINICIONES

Aguas grises: Aguas residuales producidas de los lavabos y las duchas de un edificio.

Balasto: Componente de las lámparas fluorescentes que limitan el consumo de la lámpara a sus parámetros óptimos.

Coefficiente de rendimiento (COP): En máquinas de compresión, es la relación entre la energía calorífica o frigorífica emitida en la estancia y la energía eléctrica consumida por el compresor.

Fluxor: Sistema de descarga de inodoros sin cisterna que se instala directamente en la red de agua sanitaria.

Free-cooling: Introducción directa del aire exterior en la estancia como aire de renovación.

Higrómetro: Medidor de la humedad de un terreno o jardín.

Índice de reproducción cromática: Es la capacidad de una luz para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina.

Inercia térmica: Capacidad de los materiales de construcción de acumular energía térmica.

Poder calorífico inferior (PCI): Cantidad de calor producido por la combustión completa de una unidad de masa o volumen de un combustible sin que haya una condensación de agua de los productos de combustión.

Temperatura de color: Es la impresión de color recibida de una luz cuando la miramos.

Transmisión de calor por conducción: Es la transmisión de calor por un cuerpo sin desplazamientos de sus moléculas.

Transmisión de calor por convección: Es la transmisión de calor de un cuerpo por desplazamiento de sus moléculas.

Transmisión de calor por radiación: Es la transmisión de calor sin contacto de los cuerpos, se transmite por ondas.