



PROGRAMA  
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA  
ESPAÑA ~ PORTUGAL  
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA  
2 0 0 7 - 2 0 1 3

UE  
FEDER  
Invertimos en su futuro



## **CURSO DE GESTIÓN ENERGÉTICA MUNICIPAL**

*“Curso Formativo de Gestión Local en el  
campo de las energías renovables on line”*

**Proyecto e-sol**



# CURSO DE GESTIÓN ENERGÉTICA MUNICIPAL

***“Curso Formativo de Gestión Local en el campo de las Energías Renovables on line”***

PROYECTO ESOL



# índice

<b>BLOQUE 0 : ENERGÍA Y GESTIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>5</b>	<b>8. PARTICIONES INTERIORES. ENLACES.</b>	<b>24 24</b>
<b>BLOQUE 1 : CONTRATACIÓN DE SUMINISTRO Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA.</b>	<b>9</b>	<b>BLOQUE 3: CLIMATIZACIÓN Y ACS.</b>	<b>25</b>
1. CONTABILIDAD ENERGÉTICA.	10	1. CRITERIOS DE DISEÑO.	26
2. CONTRATACIÓN DE SUMINISTRO Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA.	11	2. ELECCIÓN DE EQUIPOS.	27
2.1. MERCADO ELÉCTRICO EN PORTUGAL.	11	2.1. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN.	27
2.2. MERCADO ELÉCTRICO EN ESPAÑA.	12	2.2. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN.	37
2.3. MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDAD.	13	3. VENTILACIÓN.	39
2.4. MERCADO DEL GAS EN PORTUGAL.	13	4. ACS.	41
2.5. MERCADO DEL GAS EN ESPAÑA.	14	ENLACES.	43
3. CONTRATACIÓN DE EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS.	14	<b>BLOQUE 4 : INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.</b>	<b>44</b>
ENLACES.	15	1. INTRODUCCIÓN.	45
<b>BLOQUE 2: EDIFICACIÓN SOSTENIBLE.</b>	<b>16</b>	2. ENERGÍA SOLAR.	45
1. CONTRATACIÓN DE UN PROYECTO.	17	2.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.	45
2. ORIENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.	17	2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.	48
3. ENVOLVENTE TÉRMICA.	19	3. BIOMASA.	50
4. FACHADAS.	20	4. GEOTERMIA.	53
4.1. ACABADO EXTERIOR.	20	ENLACES.	55
4.2. ELEMENTO AISLANTE.	21	<b>BLOQUE 5 : ILUMINACIÓN INTERIOR.</b>	<b>56</b>
4.3. ELEMENTOS DE CONTROL DE FLUJOS.	21	1. INTRODUCCIÓN.	57
4.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	21	2. CRITERIOS DE DISEÑO.	57
4.5. REVESTIMIENTO INTERIOR	22	3. ELECCIÓN DE EQUIPOS.	58
5. HUECOS.	22	3.1. BOMBILLAS.	58
6. CUBIERTAS.	22	3.2. LUMINARIAS.	59
6.1. ACABADO EXTERIOR.	23	3.3. EQUIPOS AUXILIARES.	60
6.2. IMPERMEABILIZANTES Y AISLANTES.	23	4. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL.	60
6.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	23	4.1. CONTROL MANUAL O TEMPORIZADO.	61
7. DIVISIONES HORIZONTALES.	23	4.2. CONTROLADORES DE LUZ NATURAL.	61

4.3. CONTROL MEDIANTE DETECTORES.	61
4.4. SISTEMA CENTRALIZADO DE GESTIÓN.	61
5. MANTENIMIENTO.	62
ENLACES.	62
<b>BLOQUE 6 : ALUMBRADO EXTERIOR.</b>	<b>63</b>
1. INTRODUCCIÓN.	64
2. CRITERIOS DE DISEÑO.	65
3. ELECCIÓN DE EQUIPOS.	67
3.1. LÁMPARAS.	67
3.2. EQUIPOS AUXILIARES: BALASTO	68
3.3. LUMINARIAS	69
3.4. MANTENIMIENTO	71
3.5. AUTOMATIZACIÓN DE INSTALACIONES.	71
4. AUDITORÍA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES.	72
ENLACES.	75
<b>BLOQUE 7 : TRANSPORTE.</b>	<b>76</b>
1. INTRODUCCIÓN.	77
2. PLANES DE MOVILIDAD.	77
3. FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA.	82
4. CONSEJOS DE UTILIZACIÓN DE VEHÍCULOS.	83
ENLACES.	86
<b>BLOQUE 8 : INSTALACIONES SINGULARES.</b>	<b>87</b>
1. SEMÁFOROS.	88
2. EQUIPOS OFIMÁTICOS.	90
3. ASCENSORES.	92
4. ETIQUETADO ENERGÉTICO.	93
5. INSTALACIONES DE BOMBEO.	94
ENLACES.	95



## **CURSO FORMATIVO DE GESTIÓN LOCAL EN EL CAMPO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES ONLINE**

Dentro de la convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España Portugal 2007 – 2013, el proyecto ESOL, cofinanciado con fondos europeos FEDER, lanza un **curso transfronterizo de Gestión Energética Municipal español/portugués**, coordinado por el **Instituto Enerxético de Galicia – INEGA** y con la colaboración de los Ayuntamientos de A Mezquita, Verín, Riós, Baltar, el Instituto Politécnico de Viana do Castelo, la Cámara Municipal de Chaves y la Cámara Municipal de Vinhais.

La figura del **Gestor Energético Municipal** permite que los municipios puedan aplicar los instrumentos de contabilidad energética con el fin de conocer sus perfiles de consumo energético, tener herramientas para su evaluación y estar en disposición de poner en marcha planes de actuación para reducirlos.

El curso trata temas relacionados con el consumo de energía y sus consecuencias en los presupuestos municipales. Asimismo se abordan medidas de ahorro y eficiencia energética en los consumos tanto térmicos como eléctricos y las posibilidades de implantación de las energías renovables en instalaciones municipales. Se abordan estudios y casos prácticos para poder comprobar el potencial de mejora de las instalaciones.

La formación se lleva a cabo a través de una herramienta de formación e-learning a través de internet. El curso tiene una duración de 50 horas, con cuestionarios tipo test al final de cada uno de los ocho bloques en los que se distribuye el contenido, estos test permiten a los coordinadores del curso evaluar a cada alumna/o. En función de estos resultados se emite un diploma de aprovechamiento de las 50 horas al final del curso. Por otra parte cuenta en todo momento con una tutorización on-line gestionada por expertos/as, resolviendo las dudas planteadas sobre los contenidos del curso.



## **Bloque 0: Energía y Gestión Energética**

## ENERGÍA Y GESTIÓN ENERGÉTICA

Este bloque sirve de introducción al curso GESTOR ENERGÉTICO MUNICIPAL desarrollado dentro del proyecto E-SOL. Al ser descriptivo, a diferencia de los bloques siguientes, no es objeto de test de evaluación final de bloque.

A medida que la sociedad progresa hacia mayores cotas de desarrollo, también aumenta la demanda de servicios más extensos y de mayor calidad, lo que exige a los gobiernos locales a dedicar más asignaciones presupuestarias para mejorar la calidad de vida y los servicios prestados a los ciudadanos. Continuamente, y año tras año, aumentan los gastos relacionados con el consumo de las instalaciones de energía (iluminación, bombeo de agua, dependencias locales, servicios en general, ...). Todo esto requiere y exige mantener el consumo de energía dentro de un rango controlado, lo que es factible a través de una gestión técnica y económica de planificación que analice las posibilidades de reducción de costes y mejore la eficiencia de los servicios. Un plan para la optimización energética municipal debe conseguir los objetivos previamente programados, proporcionando, por una parte, las acciones necesarias para lograr la máxima eficiencia energética con alta rentabilidad, y por otra, las directrices para la organización de los servicios que tienen una influencia en el gasto de energía, incluyendo su mantenimiento.

En los últimos años se ha puesto de relieve la necesidad de la reducción de las emisiones de efecto invernadero, cuya influencia en el clima está acelerando el cambio climático, con efectos palpables incluso en el corto plazo. Para intentar revertir este hecho han surgido multitud de iniciativas, destacando por su efectividad y capacidad de concienciación las actuaciones locales, aunque siga teniendo más repercusión mediática los compromisos adquiridos con el protocolo de Kioto.

Podemos definir la gestión energética como el conjunto de acciones que se realizan para obtener el mayor rendimiento posible de la energía consumida. Por ello, la gestión energética comprenderá el conocimiento y control de los consumos energéticos de todas las unidades de consumo de un municipio. El objetivo último es el uso de los recursos energéticos de manera racional sin que por ello se mermen las prestaciones de los

distintos servicios municipales, tales como alumbrado público, abastecimientos y edificios municipales.

En relación al gasto energético municipal es una práctica habitual que su control dependa de varias concejalías o de distintos técnicos municipales. Existe por tanto un riesgo de descoordinación de la información de los consumos energéticos municipales. Cada estamento realiza adecuadamente su función, sin embargo no existe comunicación y se toman medidas de forma unilateral que no benefician la eficiencia energética. Es común que los técnicos municipales conozcan el estado de las instalaciones, cargas, horarios y tipos de suministros, pero desconozcan todos los temas relacionados con la contratación y facturación de los mismos.

Con el fin de conseguir un entorno más próspero, habitable, equitativo, limpio, accesible y solidario, han de plantearse unos objetivos referidos a la sostenibilidad energética, que deben quedar reflejados en un documento firmado por los responsables municipales. Como ejemplos de compromisos se pueden citar:

- Reducir al mínimo necesario el consumo de energía primaria utilizada directamente.
- Reducir consumos prescindibles.
- Aumentar la eficiencia energética y primar la arquitectura.
- Desplazar el consumo de fuentes no renovables hacia fuentes renovables, aprovechando los recursos locales.
- Elaborar ordenanzas municipales y sistemas de contratación pública que incluyan criterios eficientes.

En la gestión energética tienen que estar representados todos los estamentos del ayuntamiento, desde la alcaldía hasta los servicios de mantenimiento. La organización de la gestión energética establecerá la autoridad, la responsabilidad y las relaciones necesarias para obtener con efectividad los objetivos para los cuales ha sido creada. Es necesario definir un grupo de trabajo que ejecute todas las tareas necesarias. Aunque el arranque viene originado del pleno municipal, la gestión recaerá en la comisión energética creada al efecto, y en el plano ejecutivo el responsable último será el **GESTOR ENERGÉTICO**, figura clave para el mantenimiento y seguimiento del sistema. La comisión energética debe

contar entre sus miembros a todas las áreas del Ayuntamiento que tengan relación con el consumo energético, que en la práctica supone la gran mayoría de departamentos. Destacan, entre otros, Servicios urbanos (alumbrado público, abastecimiento de agua, depuración), Contabilidad (control presupuestario y facturación), Educación (escuelas, guarderías), Deportes (polideportivos), Bienestar Social (centros de la tercera edad), Cultura (bibliotecas, museos), Urbanismo y Transporte (Semáforos, transporte público).

El **GESTOR ENERGÉTICO**, al ser un miembro elegido entre los técnicos municipales, se tendrá que seleccionar de acuerdo con su formación, experiencia, capacidad de trabajo y de organización.

#### RESPONSABILIDADES DEL GESTOR ENERGÉTICO MUNICIPAL

Hacer el seguimiento y el control del consumo y los gastos energéticos, efectuar obras y velar por la efectividad de los planes de mantenimiento y del resto de programas establecidos.

Proponer actuaciones de ahorro y eficiencia energética.

Hacer el seguimiento y el control de las mejoras implantadas.

Informar sobre nuevas tecnologías y oportunidades de ahorro, realizando una tarea de búsqueda y promoviéndola.

Elaborar programas de mantenimiento preventivo.

Coordinar y colaborar con los departamentos y las áreas relacionadas con el gasto energético.

Proponer a la Comisión Energética acciones de información y sensibilización de los usuarios.

Las etapas de un sistema de información para una estrategia de Gestión Energética son:

#### 1-Recogida de datos. El objetivo es identificar los puntos débiles en cuanto al uso de la energía se refiere.

1.1-Datos de consumo. El objetivo es obtener todos los valores en unidades de energía para comparar el consumo total de los diferentes combustibles. Dependiendo del combustible, se deben utilizar diferentes formas de recogida:

- Contadores: electricidad, gas natural...
- Medidas de volumen: gasóleo, GLP...
- Medidas de masa: carbón...

1.2-Datos de coste de la energía. Comparando las facturas de los suministradores de energía o las tarifas, seremos capaces de tener una idea

aproximada del consumo energético. Se recomienda controlar las facturas de energía y comparar los precios de diferentes suministradores. Esto nos permitirá:

- Detectar irregularidades en el uso de la energía
- Conocer qué suministradores son los más baratos

1.3-Datos de factores condicionantes. Los factores condicionantes se pueden definir como cualquier factor que influye en el consumo de energía.

- Factores de actividad: Medidas organizativas que influyen en el consumo de energía (horas trabajadas, número de personas en el edificio, hora de apertura y cierre del edificio, mantenimiento de los equipos...)
- Factores de condición: Son factores externos que influyen en el consumo de energía (factores meteorológicos, horas de oscuridad, aislamiento del edificio, funcionamiento de las instalaciones...)

#### 2-Análisis de datos. El objetivo es transformar los valores en información útil.

Las herramientas que se utilizan para analizar los datos son:

- Manualmente.
- Con una hoja de cálculo.
- Con un paquete informático de Gestión Energética.

Los datos se pueden analizar de las siguientes maneras:

- Comparación con años anteriores.
- Comparación con valores de referencia.
- Comparación con otros edificios o instalaciones.
- Comparación con otros combustibles.

#### 3-Comunicación. El objetivo de un sistema de información energético (lista de comprobación) es ayudar en la Gestión Energética.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de datos se deben presentar a todo el personal que pueda hacer algo para mejorar su funcionamiento. El Gestor Energético debe informar al máximo responsable. Generalmente, se debe informar tan pronto como sea posible. Sin embargo, la respuesta depende de la urgencia de la información. Por ejemplo, si se ha detectado un aumento inusual en el consumo energético y no sabemos por qué, se recomienda buscar la causa y una solución. Quizás es debido a un problema con algún equipo, que se ha de arreglar tan pronto como sea posible.

#### 4- Acción. Después de la recogida y el análisis de datos, el Gestor Energético debe preparar un plan de acción.

En esta etapa, tendrá la información adecuada para:

1. Definir las posibles oportunidades de ahorro.

2. Para cada una, calcular lo siguiente:

- Coste de la implantación



- Ahorros energéticos esperados
- Tiempo de retorno (dinero ahorrado en energía dividido entre el coste de implantación)
- Mejoras de calidad, mejoras de eficiencia, inconvenientes y otros.

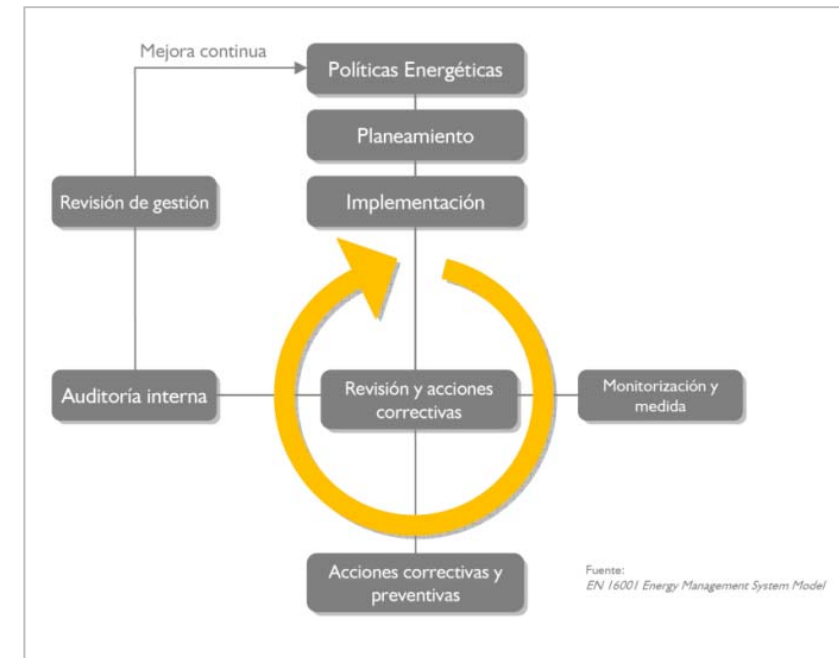
3. Clasificar las oportunidades de ahorro desde la que tiene más potencial de ahorro a la menos importante. Esto se utilizará para decidir en qué orden se deben desarrollar las tareas.

4. Proponer quién será el responsable de cada acción.

5. Presentar el programa de Gestión Energética al Comité Energético.

Cuando el programa de Gestión Energética se ha aprobado e implantado, el Gestor Energético debe controlar sus resultados. Esto le permitirá confirmar si ha habido algún problema que se debe superar o si los resultados obtenidos son los esperados.

La implantación de un sistema de gestión energética, cuyos requisitos han sido recientemente plasmados en normativas europeas, proporciona a las corporaciones una herramienta que facilita la optimización para la reducción de los consumos energéticos y sus costes asociados. El esquema general del "Energy Management System Model" propuesto en la EN 16001 es el siguiente:



## **Bloque 1: Contratación de Suministro y Facturación Energética**

### 1. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

La Contabilidad Energética se define como el registro de consumos energéticos y sus costes asociados, así como su evaluación y análisis. Por lo tanto, la Contabilidad Energética Municipal consistirá en determinar y controlar los elementos de consumo asociados a las instalaciones municipales, de tal forma que se alcance una planificación energética destinada a conseguir un uso racional de la energía y aportando beneficios económicos y ambientales. Los objetivos de la contabilidad energética son:

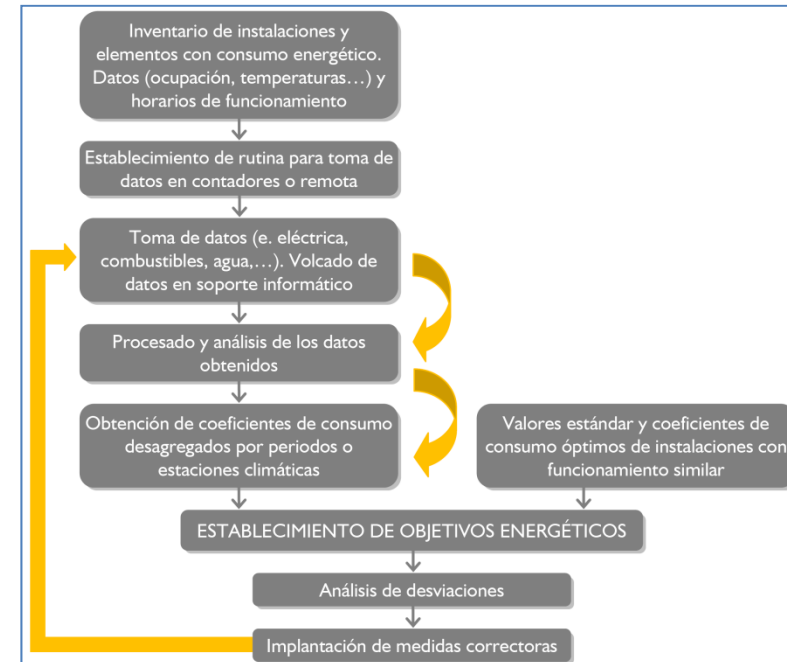
- Alcanzar un mayor conocimiento de los sistemas y de los consumos energéticos asociados.
- Ahorro de energía, costes y emisiones.
- Control del consumo y alertas frente a la desviación de parámetros energéticos.
- Alcanzar mejoras de bajo coste.
- Promoción del uso eficiente de la energía como medida ejemplarizante.
- Facilitar la contratación de suministros energéticos.
- Implementar planes de mantenimiento adecuados.

La primera etapa para disminuir los costes asociados al consumo de energía y aumentar la eficiencia es conocer los datos de consumo actuales. Para conseguirlo se necesita establecer un sistema de contabilidad energética. Cada uno de los sistemas planteados se basa en el anterior, y el llevarlos a cabo exige completar una serie de formularios que contemplen la información relativa a los diferentes consumos de energía. Los sistemas de contabilidad energética deben permitir el estudio de la evolución del consumo a lo largo del tiempo.

SISTEMAS DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA			
Sistema	Variables contabilizadas	Metodología	Ventajas/inconvenientes
Simple	Energía consumida (desglose por tipos)	Comparación con datos históricos	Sistema simple
Consumos específicos	Energía consumida (desglose por indicadores)	Comparación indicadores consumo con valores históricos	Sencillo, permite estudiar la eficiencia energética

SISTEMAS DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA			
Sistema	Variables contabilizadas	Metodología	Ventajas/inconvenientes
		y estadísticos	
Rendimiento	Diagnóstico/auditoría	Evaluación de pérdidas de energía	Exige la realización de balances de energía

El diagrama del proceso a seguir es el representado en el siguiente diagrama:



Las herramientas para este proceso van desde una simple hoja de cálculo hasta programas de software específico de contabilidad energética o aplicaciones web de contabilidad energética. Los parámetros más usuales para interpretar las variables son:

Parámetro		Unidades
Energía eléctrica	Consumida en función de la superficie útil del edificio o instalación	kWh eléctrico / m <sup>2</sup> útiles
	Consumida en función de la ocupación o número de usuarios de la dependencia municipal	kWh eléctrico / usuario
	Demandada por la instalación de alumbrado por unidad de superficie iluminada	kWh eléctrico / m <sup>2</sup> iluminados
Energía	Empleada en instalaciones térmicas en función de la superficie útil del edificio o instalación	kWh térmico / m <sup>2</sup> útiles
	Empleada en instalaciones térmicas en función de la ocupación o número de usuarios de la dependencia municipal	kWh térmico / usuario
Energía consumida	Instalaciones de climatización en función de la superficie climatizada	kWh térmico / m <sup>2</sup> climatizados
	Instalaciones de climatización en función del número de usuarios	kWh térmico / usuario
	Instalaciones de calefacción en función de la superficie calefactada	kWh térmico / m <sup>2</sup> calefactados
	Instalaciones de calefacción en función del número de usuarios	kWh térmico / usuario
Coste	kWh de energía eléctrica	€ / kWh eléctrico
	kWh de energía térmica empleada en climatización	€ / kWh térmico frío
	kWh de energía térmica empleada en calefacción	€ / kWh térmico calor

## 2. CONTRATACIÓN DE SUMINISTRO Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA

La contratación en el mercado de la energía no es un proceso uniforme ni sencillo, es una elección que debe tener en cuenta los servicios, criterios técnicos, económicos y medioambientales. Para este proceso, en la mayor parte de las ocasiones, el responsable energético debe contar con el asesoramiento de un experto externo.

En cuanto a la facturación de la energía, como se ha comentado con anterioridad, debe llevarse a cabo un control de las distintas unidades de consumo a lo largo del tiempo. Se puede utilizar software específico que vincula en teledistancia los contadores de consumo, pero una manera más sencilla puede ser a través de hojas de cálculo, a continuación se muestra el modelo más simple:

Fechas	Consumos/Gastos						Otros Gastos (averías, mantenimiento,...)
	Electricidad		Gas Natural/ Otros gases		Gasóleo		
	kWh	€	m <sup>3</sup>	€	l	€	

### 2.1 MERCADO ELÉCTRICO EN PORTUGAL

El proceso de liberalización de los sectores eléctricos de la mayoría de los países de Europa se llevó a cabo en forma gradual, comenzando con los clientes incluyen un mayor consumo y mayores niveles de tensión. Portugal dispuso una metodología similar, con la apertura del mercado se llevó a cabo progresivamente entre 1995 y 2006. Desde el 4 de septiembre 2006 todos los consumidores en Portugal continental pueden elegir su proveedor de electricidad. Esto anticipa la fecha de aplicación de la Directiva N ° 2003/54/CE, que establece que a partir del 01 de julio 2007 todos los consumidores podrían elegir su proveedor de electricidad. Asociado con la liberalización y la construcción del mercado interior de la electricidad existe un aumento previsto de la competencia, lo que se

refleja en el nivel de precios y en la mayor calidad del servicio, que se asocian a una mayor satisfacción de los consumidores de electricidad.

Con la apertura total del mercado, todos los consumidores tienen derecho a elegir a su proveedor de electricidad. Para la elección del proveedor, se consideran los siguientes métodos:

- Contrato para el suministro de energía eléctrica con los proveedores en el mercado liberalizado.
- Contrato para el suministro de energía eléctrica con los proveedores de último recurso.
- Adquisición mediante contratos bilaterales.

Los clientes tienen derecho a cambiar de suministrador de electricidad de hasta cuatro veces en cada período de 12 meses consecutivos y no podrán ser obligados a pagar ningún cargo por cambiar de proveedor.

La liberalización del mercado eléctrico ofrece oportunidades para contratar el suministro de electricidad, que exige, sin embargo, una mayor necesidad de información de los consumidores con el fin de tomar decisiones informadas y conscientes de que respondan a sus intereses. La elección de un proveedor de electricidad debe incluir los siguientes pasos: consulta a los diversos minoristas que operan en el mercado liberalizado y selección de la oferta global más ventajosa de acuerdo con los criterios del cliente (precio, frecuencia de facturación, condiciones de pago, calidad comercial, los servicios ofrecidos, las condiciones generales y especiales de la duración del contrato y las condiciones de terminación de los contratos, etc.), teniendo también en cuenta las condiciones ofrecidas por el proveedor de electricidad actual.

La Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), consciente de la importancia que la información supone la formulación de decisiones informadas en un entorno de mercado, ha puesto a disposición del público, sobre una base mensual, información resumida sobre el mercado liberalizado. Por otra parte, la divulgación de información mensual sobre el mercado liberalizado tiene como objetivo contribuir a un acceso más transparente a la información de mercado por la generalidad de los agentes implicados.

Estos informes se complementan con la información contenida en los boletines mensuales sobre MIBEL - Mercado Ibérico de la Electricidad, elaborado conjuntamente por la ERSE, la Comisión de Mercado (CMVM) de Portugal, la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), ambas de España, en el marco del Consejo Regulador. Estos documentos se publican mensualmente en los sitios web de estas entidades.

## 2.2. MERCADO ELÉCTRICO EN ESPAÑA

Desde el 1 de julio de 2009 los consumidores conectados en baja tensión, T<1000 Voltios con potencias contratadas igual o inferior a 10 kW (Casi todos los consumidores domésticos) pueden recibir el suministro eléctrico de dos maneras:

- Mediante contrato de suministro de último recurso a través de un Comercializador de último recurso (Entre una lista de comercializadores autorizados por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo) y cuyo precio viene determinado por la tarifa de último recurso (Precio regulado establecido periódicamente por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo).
- Mediante contrato de suministro en el mercado libre.

Para los consumidores acogidos a la modalidad de suministro mediante la tarifa de último recurso, el suministro es contratado con el comercializador de último recurso que elijan entre la lista de comercializadores autorizados, con el que establecerán la relación comercial para la contratación, facturación, planteamiento de consultas y reclamaciones.

En este caso, el comercializador de último recurso sustituye la función anteriormente realizada por la empresa distribuidora a la que el consumidor está físicamente conectado. La empresa distribuidora solo realizará la operación y el mantenimiento de la red de distribución y será responsable de la medida del consumo. Por tanto el distribuidor seguirá siendo responsable de los aspectos técnicos del suministro, entre ellos la calidad del suministro (calidad del producto y continuidad, cortes e interrupciones).

En este caso el caso de suministro en el mercado libre, el precio del suministro se compone de un precio regulado o tarifa de acceso que se refiere al uso de la red y un precio libre que se refiere al valor de la energía que se consume. En esta modalidad de consumo se contratan dos tipos de servicios:

- El uso de las redes del distribuidor al que está conectado el punto de suministro, por el que se paga la tarifa de acceso, precio regulado establecido periódicamente por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- La energía eléctrica que se adquiere al comercializador de acuerdo con el precio libremente pactado.

No obstante, el comercializador, al actuar como mandatario del consumidor, cargará a éste en la factura la totalidad del precio de suministro y abonará la parte correspondiente al uso de la red (Tarifa de acceso) al distribuidor.

Desde el 1 de julio de 2009 los consumidores conectados en baja tensión con potencias contratadas  $P > 10$  kW y todos los consumidores con suministros en alta tensión,  $T > 1000$  Voltios, solo podrán contratar el suministro eléctrico en la modalidad de libre mercado

### 2.3. MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDAD

El Mercado Ibérico de la Electricidad (MIBEL) es el resultado de la integración de los mercados de electricidad español y portugués. Supone un avance importante en la integración económica de ambos países. El MIBEL da lugar a la creación de los operadores de mercado, el OMIE (Operador del Mercado Ibérico de España), que será el encargado de gestionar las transacciones de diario y el OMIP (Operador del Mercado Ibérico de Portugal) que centralizará las compras de energía a futuro.

Las compañías productoras de energía eléctrica han de realizar diariamente ofertas económicas para vender su electricidad mediante el mercado mayorista, organizado por el Operador del Mercado Eléctrico (OMEL). Las ofertas se cruzan con las demandas realizadas a su vez por los comercializadores, las distribuidoras y algunos grandes consumidores.

La casación de oferta y demanda, partiendo de la oferta más barata hasta igualarla con la demanda, permite obtener el precio de la electricidad, que corresponderá a la última oferta casada. La Comisión Nacional de la Energía, bajo la supervisión del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, garantiza la función de regulador y vela por el correcto funcionamiento del mercado liberalizado. El operador de la red de transporte, Red Eléctrica de España (REE), garantiza el funcionamiento del sistema y la gestión técnica de la red.

Con el fin de profundizar en el MIBEL, los Gobiernos de Portugal y España han decidido ponerse de acuerdo sobre un plan para el cumplimiento regulatorio. El plan de cumplimiento se basa en seis áreas principales:

1. Definición de los principios generales de organización y gestión de la OMI y su modelo de aplicación.
2. Fortalecer los vínculos entre los gestores de redes.
3. Normas comunes para incrementar la competencia en el MIBEL y reducir el poder del mercado.
4. Fomento de la liberalización y la definición del plan de convergencia entre las cargas eléctricas Ibéricas.
5. Mecanismo de la gestión conjunta de las interconexiones.
6. Mecanismo de garantía de potencia.

### 2.4. MERCADO DEL GAS EN PORTUGAL

La primera fase de construcción del mercado interior del gas natural se remonta a la década de los noventa, en particular por la Directiva 90/377/CEE de 29 de junio 1990 en la que se establece un procedimiento comunitario para garantizar la transparencia en los precios al consumo de gas industrial y la electricidad, cuyo objetivo era la promoción de la libre elección por los proveedores de estos consumidores y la Directiva 91/296/CEE de 31 de mayo, sobre el tránsito de las redes de gas natural, que era la de facilitar un mayor comercio, teniendo en cuenta la calidad y seguridad del suministro.

El Consejo de Ministros aprobó el 22 de junio de 2006, un decreto relativo al sector del gas, que, sobre la liberalización del sector, establece el siguiente calendario:

- Los productores de electricidad en régimen ordinario - enero de 2007
- Consumo anual superior a 1.000.000 Nm<sup>3</sup> - enero de 2008.
- Consumo anual superior a 10.000 Nm<sup>3</sup> - enero de 2009.
- Para todos los clientes - enero de 2010.

La Subasta Anual es una iniciativa que tiene como objetivo estimular la liberalización del mercado del gas natural, promover una mayor competencia inducida por la liberación de gas a nuevos proveedores en base al mercado y los consumidores elegibles que consideran que es ventajoso la compra de gas natural en estas subastas. En este sentido, el Reglamento de Comercio Exterior del Sector de Gas Natural (artículo 60) establece a Galp Gas Natural como el proveedor del Sistema Gasista, y debe contribuir a las subastas anuales de gas natural en 2009, 2010 y 2011, con 300 millones de Nm<sup>3</sup> por año.

Desde enero de 2010 todos los consumidores de gas natural tienen el derecho de elegir su suministrador. Para la elección del proveedor, se consideran los siguientes métodos de adquisición de gas natural:

- Contrato con proveedores de gas natural en el mercado liberalizado.
- Contrato con proveedores de gas natural de último recurso.
- Adquisición de gas natural en los mercados organizados o mediante contratos bilaterales.

La gestión del proceso de cambio de suministrador se asigna al operador de la red nacional de transporte, y los procedimientos y plazos para cambiar de proveedor son aprobados por ERSE.

Los clientes tienen derecho a cambiar de suministrador de gas natural hasta 4 veces en cada período de 12 meses consecutivos y no podrán ser obligados a pagar ningún cargo por cambiar de proveedor. La actividad del último recurso y las tarifas y los precios cobrados por los proveedores son aprobados por ERSE.

La liberalización del mercado eléctrico ofrece oportunidades para el contrato del suministro de gas natural, que exige, sin embargo, una mayor

necesidad de información entre los consumidores para tomar decisiones informadas y conscientes de que respondan a sus intereses.

## 2.5. MERCADO DEL GAS EN ESPAÑA

Desde el día 1 de julio de 2008, desaparecen las tarifas de gas natural, es decir, los precios de venta de gas natural dejan de ser precios regulados y comienzan a ser precios libremente pactados entre el consumidor y el comercializador. Las empresas que venden gas natural a un precio libremente pactado son empresas comercializadoras.

No obstante, se han creado tarifas de último recurso. Se trata de precios regulados aplicables a aquellos consumidores que, según el siguiente calendario de aplicación, se encuentren en los supuestos siguientes:

- Desde el día 1 de enero de 2008 se pueden acoger a las tarifas de último recurso, aquellos consumidores conectados a gasoductos cuya presión sea menor o igual a 4 bar, con independencia de su consumo anual. En este caso se encuentran los consumidores domésticos.
- Desde el día 1 de julio de 2008 sólo pueden acogerse a la tarifa de último recurso aquellos consumidores conectados a gasoductos cuya presión sea menor o igual a 4 bar y cuyo consumo anual sea inferior a 3 GWh. En este caso se encuentran los consumidores domésticos.
- Desde el día 1 de julio de 2009 sólo pueden acogerse a la tarifa de último recurso aquellos consumidores conectados a gasoductos cuya presión sea menor o igual a 4 bar y cuyo consumo anual sea inferior a 50.000 kWh.

## 3. CONTRATACIÓN DE EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

Es recomendable valorar la utilidad un contrato de servicios energéticos y mantenimiento integral para las instalaciones en edificios de titularidad municipal. La Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), han elaborado un modelo de este tipo de contrato, con el fin de facilitar la materialización de las potencialidades de ahorro de energía en el sector público, posibilitando la eliminación de las barreras que dificultan el ahorro

energético. La particularidad de este contrato, es que, respetando los procedimientos y la normativa, permite integrar el mantenimiento y la prestación de servicios energéticos.

El contrato comprende la realización de cinco prestaciones:

- La gestión energética tiene como objetivo la gestión del suministro de combustibles y electricidad, incluyendo el control de calidad, cantidad y uso.
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones para lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones y de todos sus componentes al valor inicial.
- Garantía total de reparación con sustitución de todos los elementos deteriorados en las instalaciones.
- Compromiso de realizar por cuenta del adjudicatario las obras de mejora y renovación de las instalaciones que la Administración titular del edificio especifique al inicio del contrato.
- Mejora de la eficiencia energética que tiene como objetivo promover la mejora de la eficiencia energética mediante la incorporación, mejora o renovación de equipos e instalaciones que la fomenten, así como la incorporación de energías renovables. Dichas incorporaciones pueden ser realizadas por el adjudicatario bien de forma condicionada, o incondicionada (en cuyo caso el adjudicatario se obliga a su realización por su cuenta y riesgo).

En la elaboración del documento se ha tenido en cuenta la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos que contempla la contratación de servicios energéticos como una de las herramientas más adecuadas para la reducción del consumo energético de los edificios. Dada la novedad y complejidad de este tipo de contrato y con objeto de garantizar el éxito del mismo, se considera absolutamente necesario que, tanto en la redacción de los pliegos de condiciones técnicas como de cláusulas administrativas, así como en el seguimiento del cumplimiento del contrato, debe intervenir un responsable técnico cualificado y con experiencia en mantenimiento y gestión técnica de edificios, para que el peticionario no quede en manos de la empresa adjudicataria.

## ENLACES

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)

Red Electrica de España: [www.ree.es](http://www.ree.es)

Redes Energéticas Nacionais: [www.ren.pt](http://www.ren.pt)

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

Mercado Ibérico de Electricidad: [www.mercadoibericoenergia.org](http://www.mercadoibericoenergia.org)

Comisión Nacional de Energía: [www.cne.es](http://www.cne.es)

Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español: [www.omel.es](http://www.omel.es)

Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Portugués: [www.omip.pt](http://www.omip.pt)







## **Bloque 2: Edificación Sostenible**

## 1. CONTRATACIÓN DE UN PROYECTO

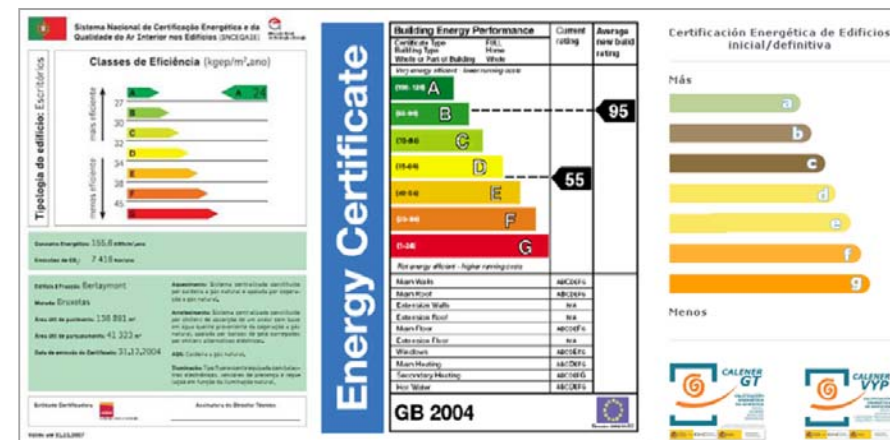
El diseño y ejecución de una edificación determina el consumo energético de la actividad que se realice en ella durante un periodo de tiempo muy amplio. Cualquier medida de optimización energética que se pretenda realizar a posteriori, una vez puesto en funcionamiento el edificio, será menos efectiva y mucho más cara que si se prevé en el proyecto técnico.

Por este motivo, las administraciones públicas están obligadas a tener en cuenta criterios energéticos a la hora de concebir y contratar una edificación más allá de las exigencias mínimas legales. Evidentemente, no todos los ayuntamientos disponen de un equipo técnico cualificado para definir expresamente los requisitos particulares de eficiencia energética exigibles a cada instalación. Además, incluso cuando se dispone de estos técnicos, las soluciones planteadas posiblemente no sean las mejores, compatibles con la aplicación que se persigue. Por ello se recomienda incluir siempre en el pliego de condiciones técnicas una cláusula que indique que los proyectos deben garantizar que se alcance la calificación energética máxima (Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios) y debe valorarse adicionalmente como mejora el incremento justificado de la eficiencia energética de la edificación. De esta forma serán los licitadores los que se vean obligados a una continua actualización de sus conocimientos en eficiencia y ahorro energético, manteniendo informados a los técnicos municipales. Además este conocimiento adquirido por las empresas servirá para mejorar las edificaciones privadas.

En el pliego de cláusulas administrativas debe especificarse el peso de la valoración de la eficiencia energética, junto con los otros aspectos que se consideren de interés como precio, estética, funcionalidad o plazo de ejecución. Es recomendable que el porcentaje correspondiente a la eficiencia energética no baje del 20% de la puntuación máxima total. La obligación del carácter ejemplarizante de la administración justifica sobradamente los eventuales sobrecostes que pueda ocasionar la exigencia de la máxima eficiencia energética.

La Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios establece la obligación de que se ponga la disposición de los compradores

o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. Este certificado deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética de forma sencilla. El certificado deberá incluir valores de referencia y valoraciones comparativas. Una forma de realizarlo es mediante una clasificación, por parte de una empresa certificadora, de la edificación en su conjunto, estableciendo un criterio para que cualquier persona pueda distinguir los distintos niveles de eficiencia (por ejemplo, una letra del abecedario, que cuanto más se acerque al A implicará mayor nivel de eficiencia). De esta manera, se favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.



Certificados energéticos de edificios

## 2. ORIENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

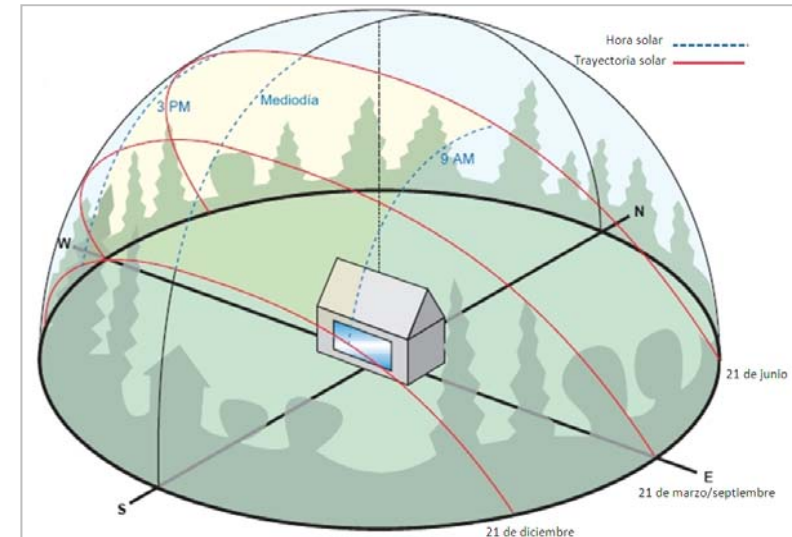
Un buen diseño, teniendo en cuenta criterios bioclimáticos, puede conseguir ahorros de hasta el 70% para la climatización e iluminación de una vivienda. Todo eso con un incremento del coste de construcción no superior al 15% sobre el coste estándar. El diseño bioclimático no hace referencia a una arquitectura especial, sino simplemente a aquella que

tiene en cuenta la localización del edificio y el microclima en el que se integrará, para adaptar el inmueble al enclave en el que será construido.

El diseño eficiente de un edificio o casa aislada procurará el máximo aprovechamiento de las energías gratuitas, evitará las pérdidas/ganancias de calor no deseadas y optimizará el buen funcionamiento de los equipos. Es necesario considerar las instalaciones nuevas como un todo, integrando el diseño de la envolvente (tipología) con otros factores, como la selección de materiales, iluminación natural y otros aprovechamientos solares pasivos, calentamiento, ventilación y sistemas de acondicionamiento de aire, sistemas de iluminación y resto de instalaciones.

Un factor importante a tener en cuenta es el clima, ya que sus condicionantes deben llevar parejas diferentes estrategias. De la misma manera, conviene aprovechar las circunstancias climatológicas favorables. Y estas están en íntima relación con el emplazamiento y la orientación, así:

- Un edificio mal orientado y con una forma inadecuada puede necesitar más del doble de energía que uno similar bien diseñado y orientado.
- Debe tratarse de minorar los efectos negativos del viento y frío dominantes en el emplazamiento escogido.
- Debe tratarse de maximizar el aprovechamiento de la energía solar a través de elementos estructurales de la propia instalación (energía solar pasiva) o mediante el empleo de equipos específicos capaces de transformar en energía útil la energía del Sol.



*Trayectoria solar*

Los árboles, setos, arbustos y enredaderas, situados en lugares adecuados, no sólo aumentan la estética y la calidad ambiental, sino que además proporcionan sombra y protección ante el viento. Por otra banda, el agua que se evapora durante la actividad fotosintética enfría el aire y puede lograrse una pequeña bajada de temperatura, de entre 3 y 6 °C, en las zonas arboladas.

Asimismo, los árboles de hoja caduca ofrecen un excelente grado de protección del sol en verano y permiten que el sol caliente la casa en invierno. Además, si rodeamos de vegetación (césped, plantas, etc.) el edificio, en lugar de pavimento de cemento, asfalto o similares, lograremos disminuir la acumulación de calor.

Las ventanas y cristaleras, los invernaderos, los atrios y patios, con una adecuada orientación, permiten que la radiación solar penetre directamente en el espacio a calentar en invierno, lo que producirá un ahorro de calefacción.

En zonas frías interesa que los cerramientos de mayor superficie y los acristalamientos en las estancias de más utilización se orienten al Sur, y que los que estén orientados al Norte sean lo más pequeños posible. En zonas calientes, por el contrario, interesa que en las orientaciones con mayor radiación solar (Sur y Suroeste) se encuentre la menor superficie acristalada posible.

La forma juega un papel esencial en las pérdidas de calor de un edificio. En líneas generales, puede afirmarse que las estructuras compactas y con formas redondeadas tienen menos pérdidas que las estructuras que tienen numerosos huecos, entrantes y salientes.

Otro factor primordial en el diseño es la actividad que se pretende llevar a cabo en su interior, y que junto con el clima, van a determinar las necesidades de climatización. Por un lado están el grado de actividad de los ocupantes y la emisión por parte de equipos y maquinaria, y por otro lado está el ambiente exterior. La relación entre ambas cargas térmicas afecta al grado en que el edificio pierde o gana calor.

#### VERIFICACIÓN DE CONDICIONANTES EN FASE DE DISEÑO DEL EDIFICIO

##### Clima

Consideración de los condicionantes climatológicos específicos de la zona.

Consideración de las características de las sombras específicas de la zona.

##### Orientación y forma

Elegir adecuadamente la orientación, dentro de lo posible.

Disponer elementos exteriores y paisajísticos de manera que participen como elementos activos en el control y ahorro de energía.

Elegir, dentro de lo posible la solución más "compacta" dentro de las que cumplen con los requerimientos que se hayan impuesto al edificio.

##### Huecos

Su tamaño, proporciones y disposición en la fachada será tal que observe de manera estricta los requerimientos de iluminación natural, térmicos y de ventilación.

Desechar las ventanas simples, prefiriendo las dobles (cámara de aire sencilla) o triples (cámara de aire doble), y siempre con rotura de puente térmico.

Incorporar, si es posible, sistemas de sombra integrados en la fachada. Tipo fijo (más duraderos, pero tienen un peor comportamiento) o plegable/ajustable (más propensos al deterioro, pero pueden adaptarse a las diferentes condiciones estacionales).

##### Eficiencia térmica

Determinar el uso que se le va a dar al edificio y el número de equipos instalados, potencias y horas de funcionamiento, pues determinan la carga interna.

Poner especial cuidado en que fachadas, huecos, cubiertas y suelos tengan la resistencia térmica adecuada para mantener las condiciones de confort y de eficiencia.

Prevención de las condensaciones, y en relación con este aspecto, evitar y romper cualquier tipo de puente térmico. El humedecimiento continuado de los elementos contribuye decisivamente en su deterioro.

### 3. ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica la constituyen todos aquellos materiales estructurales y acabados que cierran el edificio, separando los ambientes interior (acondicionado de alguna manera) y exterior. Esta definición incluye las fachadas, huecos (puertas y ventanas), cubiertas y suelos.

La envolvente debe cumplir los requerimientos de ventilación e iluminación natural, al mismo tiempo que proporciona una protección adecuada frente a los agentes atmosféricos. En la siguiente tabla se presentan unas estimaciones del porcentaje de representatividad del coste de cada elemento de la envolvente sobre el total del edificio, dependiendo del tipo de edificio:



Tipo de edificio	Suelo	Fachada	Cubierta	Total
Hospital 4 - 8 plantas	0,6	9,5	0,6	10,7
Planta de producción	6,4	9,5	6,7	21,6
Edificio de oficinas 12 - 20 plantas	0,3	19,9	0,4	20,6
Centro deportivo 2 - 3 plantas	2,3	14,5	2,5	19,3

Fuente: Whole Building Design Guide

Además es el elemento que determina la calidad estética exterior del edificio, aspecto importante a la hora de diseñar instalaciones de servicio público como son los edificios de titularidad municipal. Actuando sobre la envolvente o piel del edificio pueden captarse, conservar y almacenar recursos energéticos del ámbito inmediato. Además, el modo en que se coloquen los diversos huecos y la distribución de las distintas dependencias podrá facilitar la ventilación natural.

La función básica de los elementos de la envolvente es la separación de diferentes ambientes, soportando cargas de todo tipo (estructurales y térmicas) y cumpliendo además una función estética. Cabe diferenciar los siguientes elementos:

- Fachada: cerramiento vertical exterior.
- Medianería: cerramiento vertical en contacto con otra edificación o solar vecino.
- Cubierta: cerramiento superior.
- Solera: cerramiento vertical inferior en contacto con el terreno.
- Partición: cerramiento vertical interior entre espacios de un edificio.
- Forjado: cerramiento horizontal entre plantas de una edificación.

Otros elementos presentes en los cerramientos son los huecos. Sus tipos fundamentales son los que se recogen en la siguiente lista:

- Ventana: hueco vertical acristalado.

- Lucernario: hueco situado en la cubierta.
- Puerta: hueco que permite el paso de personas y objetos.

#### 4. FACHADAS

Son los cerramientos verticales que separan el ambiente interior del edificio (generalmente acondicionado de alguna manera), del medio exterior. Los elementos constituyentes son los que a continuación se enumeran:

##### 4.1. ACABADO EXTERIOR

Son los elementos naturales o sintéticos que constituyen la capa más externa de la fachada. Constituyen la primera barrera de protección frente a los agentes exteriores, actuando además como protección de los elementos sobre los cuales se colocan. Hay que tener en cuenta las características de los elementos que tienen relación con la reflexión de la radiación solar y la emisión de radiación infrarroja por las noches. Los acabados en colores oscuros propiciarán los efectos de la absorción de la radiación solar, incrementando el calentamiento en el invierno en los climas fríos, efecto que en el verano puede ser compensado mediante la incorporación de elementos de sombra o cámaras de aire ventiladas.

En el caso de las protecciones solares, son recomendables para la orientación Sur las protecciones fijas o semifijas, mientras que para la orientación Este u Oeste lo más adecuado son protecciones móviles que permiten la entrada de luz solar en épocas de frío.

En la tabla siguiente se especifican una serie de protecciones solares y el porcentaje de ahorro energético estimado en refrigeración:

PROTECCIÓN SOLAR	%
Cortina color oscura	42
Cortina color media	53
Cortina color clara	60
Persiana color oscura	25
Persiana color media	27
Persiana color clara	40

PROTECCIÓN SOLAR	%
Vidrio oscuro (5 mm)	40
Vidrio polarizado	48
Persiana y vidrio absorbente	47
Persiana blanca	85
Toldo de lona	85

En climas cálidos, por el contrario interesarán acabados en colores claros que maximicen la reflexión de la radiación, manteniendo frescas las dependencias en los períodos estivales con temperaturas altas.

Por el contrario durante la noche se produce un enfriamiento de las superficies exteriores por causa de la emisión de radiación infrarroja hacia el firmamento.

Los acabados en cal típicos de los climas mediterráneos tienen un elevado nivel de reflexión de la radiación solar y una elevada emisión de radiación infrarroja, por el que la arquitectura tradicional de estas zonas ven utilizando estos efectos para mantener una temperatura confortable dentro de las viviendas.

#### 4.2. ELEMENTO AISLANTE

Se trata de materiales caracterizados por su elevada resistencia térmica, es decir, una baja conductividad del calor. Como ya se mencionó anteriormente, puede emplearse el aire como aislamiento, pero los fenómenos de convección que se producen en las cámaras de aire hacen que sea más adecuado el empleo de materiales porosos o fibrosos, capaces de inmovilizar el aire confinado en el interior de pequeñas celdas más o menos estancas.

Las variables de diseño son el espesor del material, su conductividad térmica y su densidad. En el caso de diseñar los cerramientos con un único elemento constituyente, el hecho de conseguir los requerimientos mínimos de aislamiento llevaría al uso de espesores considerables. Los

elementos más comúnmente usados son poliestireno, poliuretano, fibra de vidrio y lana de roca.

#### 4.3. ELEMENTOS DE CONTROL DE FLUJOS

Se trata de un conjunto de elementos encargados de controlar y limitar el flujo de aire y/o vapor de agua a través del cerramiento. Cuando hay un flujo importante de aire húmedo desde el interior, una cantidad elevada de vapor de agua alcanza la cara fría exterior del aislamiento, produciéndose condensación en el interior del cerramiento, que actuando de manera continuada provocará el deterioro del elemento aislante.

La barrera, cuando se aplique, se hará en el lado caliente del cerramiento, pues su comportamiento será más efectivo. Algunos elementos de aislamiento térmico tienen un buen comportamiento también en ese sentido (además del propio de impedir el flujo de calor), siendo muy pequeña la cantidad de vapor que alcanzaría la cara fría del aislamiento.

La barrera de vapor se hace absolutamente necesaria en climas muy fríos, cuando el aislamiento está colocado hacia el interior del cerramiento y la resistencia al vapor en las capas exteriores es grande.

Los acabados en materiales como la piedra natural presentan un buen comportamiento en este aspecto y actúa como barrera de vapor en el lado frío del cerramiento.

#### 4.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Pueden ser cerramientos de hormigón ejecutado in situ, cerramientos prefabricados (de madera, hormigón o incluso de plástico), o fábricas, formadas por material resistente (piedras, ladrillos cerámicos o bloques prefabricados de hormigón) unido mediante un mortero, compuesto por cemento, agua y áridos finos (arena). Para un mayor aislamiento térmico se recomienda la construcción de los tabiques de fábrica con cámara de aire y proyección de algún elemento aislante en su interior.

#### 4.5. REVESTIMIENTO INTERIOR

No tiene una incidencia importante desde el punto de vista de la eficiencia térmica, pero sí que tiene incidencia en el consumo total de energía en el edificio. Una variable de diseño importante es el nivel de reflexión de la luz natural y artificial. El objetivo en estos casos es la consecución de un nivel de confort visual adecuado con un mínimo consumo energético.

En el caso de los suelos, cuando se permite la incidencia directa de la radiación solar sobre ellos, pueden contribuir al calentamiento de las dependencias, aunque es aconsejable el empleo de materiales con una capacidad de reflexión controlada (para evitar deslumbramientos), pero que reflejen la radiación hacia las paredes, de manera que sean estos elementos los encargados de la absorción y acumulación del calor.

#### 5. HUECOS

Se abren en los cerramientos con la finalidad de proporcionar luz y ventilación a la estancia correspondiente, así como acceso a la misma. Los huecos son los puntos de la envolvente susceptibles de tener un menor aislamiento térmico respecto del medio exterior. Es por esto que en una edificación eficiente estarán absolutamente descartadas soluciones basadas en acristalamientos simples, siendo la opción más adecuada el acristalamiento doble para climas templados y triple para aquellas zonas donde los inviernos sean severos.

Cuando haya una diferencia importante entre la temperatura exterior y la temperatura del interior de la edificación, tanto en invierno como en el verano, será necesario disponer de elementos de protección térmica adicional como contras o persianas herméticas en los períodos invernales, y elementos de control de la insolación en los períodos estivales.

En cualquier caso puede ser una opción de diseño la reducción de la superficie acristalada, con objeto de moderar los flujos de calor.

A modo de orientación se recogen en la tabla siguiente los valores del coeficiente de transmisión térmica K para los diferentes tipos de acristalamiento y las diferentes carpinterías. Cuanto menor sea el valor de K, más eficiente será el comportamiento térmico. El espesor de los vidrios

puede ir desde los 4 hasta los 10 mm. En la cámara o cámaras de separación se introduce aire deshidratado (para impedir las condensaciones interiores) o un gas de alta densidad (argón o criptón).

Tipo de acristalamiento	Espesor de la cámara de aire (mm)	$K_{\text{vidrio}}$	Tipo carpintería	K (vidrio + carpintería) $\text{Kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$
Simple	--	4,9	Madera	4,3
			Metálica	5,0
Doble	6	2,9	Madera	2,8
			Metálica	3,4
	8	2,7	Madera	2,7
			Metálica	3,3
	12	2,6	Madera	2,5
			Metálica	3,2
Triple	6	2,1	Madera	2,4
			Metálica	2,9
	8	1,9	Madera	2,3
			Metálica	2,8
	12	1,8	Madera	2,2
			Metálica	2,7

Fuente: ISOVER. Manual de aislamiento en la edificación

#### 6. CUBIERTAS

Son elementos de cerramiento estancos a las precipitaciones, que limitan de forma superior la edificación. Se clasifican atendiendo a diferentes criterios:



<b>Según inclinación</b>
Cubiertas planas.
Cubiertas inclinadas.
Cubiertas singulares.
<b>Según estructura</b>
Cubiertas con estructura reticular.
Cubiertas con estructura laminar.
<b>Según orden de colocación de las capas</b>
Cubiertas tradicionales.
Cubiertas invertidas.
<b>Según comportamiento higrotérmico</b>
Cubiertas frías.
Cubiertas calientes.

Los elementos constituyentes de una cubierta son los que a continuación se enumeran.

### 6.1. ACABADO EXTERIOR

Entre los elementos más usados podemos encontrar los siguientes:

- Tejas en sus diferentes variedades (cerámicas, que son las más utilizadas en edificación civil, hormigón o incluso plástica).
- Placas de pizarra.
- Paneles sandwich.
- Chapas metálicas grecadas.
- Chapas de aluminio anodizado.

Estas tres últimas utilizadas fundamentalmente en edificios con una cierta singularidad, naves industriales y/o pabellones de deportes.

### 6.2. IMPERMEABILIZANTES Y AISLANTES

Como ya se dijo, el elemento impermeabilizante puede estar colocado por encima o bajo el aislamiento, dando lugar a las dos tipologías

mencionadas: cubiertas tradicionales y cubiertas invertidas. Los materiales aislantes empleados son los mismos que en el caso de las fachadas.

### 6.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Pueden ser elementos prefabricados (vigas) de hormigón, elementos metálicos (pórticos en polideportivos, en naves para exposiciones, etc.) o madera.

### 7. DIVISIONES HORIZONTALES

Dentro de este apartado se incluyen todas las separaciones horizontales entre espacios de una edificación. En el caso de que el suelo de la vivienda esté en contacto con el terreno será necesaria la incorporación de algún tipo de elemento aislante de aplicación tanto horizontal como vertical, en el caso de que la solera se sitúe por debajo del nivel del terreno. En los casos en los que sea previsible la presencia de agua, se deben colocar elementos impermeabilizantes y capas drenantes para evitar estancamientos.

Otras tipologías además de las soleras a nivel del terreno y los muros semienterrados son los muros soterrados, los forjados soterrados y las cubiertas ajardinadas.

Los forjados soterrados, son más habituales en garajes y sótanos, que en definitiva son espacios no habitables, por lo que necesitarán la correspondiente capa de impermeabilización, pero no de aislamiento.

Sí será necesario el aislamiento en el caso de que el sótano este ocupado o en él se desarrolle alguna actividad que requiera del mantenimiento de un determinado nivel de confort.

El nivel de aislamiento será similar en características al empleado en el caso de las cubiertas, ya que en definitiva estamos hablando de cerramientos superiores en contacto con el exterior o con espacios no habitables.

Una consideración similar es aplicable al caso de las cubiertas ajardinadas, si bien en este caso estamos ante la incorporación de un



elemento de control del flujo térmico como es la capa de vegetación. Este tipo de cubiertas fueron empleadas tradicionalmente como aislamiento en climas fríos, pero ofrecen oportunidades importantes en la refrigeración en los períodos estivales, debido al mecanismo de transpiración de las plantas y al control del riego. Sin embargo las ventajas de este tipo de soluciones frente a un correcto aislamiento no están plenamente demostradas.

En el caso de los forjados de entreplanta, es decir, aquellos que separan niveles (acondicionados) de una edificación, suele ser suficiente el nivel de aislamiento proporcionado por el propio forjado, el falso techo y la cámara de aire horizontal que se forma entre ellos, sin aplicación de elementos adicionales de aislamiento, salvo que una parte del forjado esté en contacto con espacios no habitables o directamente con el medio exterior, en cuyo caso será necesaria la aplicación de las capas correspondientes de impermeabilización y aislamiento.

Hay que recordar que el tiempo empleado para calentar dependencias dependerá también de la altura de los techos por lo que como norma general deberá optarse por las soluciones más compactas, es decir, aquellas en las que los techos sean el más bajos posible.

## 8. PARTICIONES INTERIORES

Son las que separan entre sí las diferentes estancias dentro de una misma edificación, o bien separan espacios habitables (acondicionados) de los no habitables (en contacto con el exterior y por lo tanto no acondicionados), dentro también de una misma vivienda.

En el primero de los casos, ya que las condiciones de confort en los diferentes espacios de una vivienda son semejantes, la condición que deben cumplir este tipo de particiones es la de aislamiento acústico. Las soluciones constructivas más habituales son las basadas en ladrillo hueco simple o doble, o las basadas en placas de yeso.

En el caso de los cerramientos en contacto con espacios no habitables, las exigencias de aislamiento serán las mismas que en el caso de las fachadas y por lo tanto será necesario que incorporen elementos aislantes que garanticen las condiciones de confort interiores.

## ENLACES

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)

Whole Building Design Guide: [www.wbdg.org](http://www.wbdg.org)



## **Bloque 3: Climatización y ACS**

## 1. CRITERIOS DE DISEÑO

Antes de definir los equipos más adecuados para un determinado edificio es necesario determinar las condiciones ambientales requeridas por los usuarios, que dependerán fundamentalmente de las características del propio edificio que se quiera climatizar (forma, tamaño, tipo de cerramientos, orientación, uso, ...) y de las necesidades derivadas de su utilización.

Las instalaciones de climatización constan básicamente de:

- Equipo generador-transmisor de la energía térmica a un fluido.
- Red de transporte del fluido.
- Intercambiador de la energía térmica con el ambiente.

Para reducir el consumo de las instalaciones de climatización es necesario que las características constructivas del edificio sean lo más adaptadas posibles a las condiciones ambientales exteriores y que se haga un diseño adecuado de la distribución de las estancias por uso.

En el diseño de las instalaciones de acondicionamiento térmico es imprescindible considerar el grado de ocupación y la funcionalidad de los locales del edificio. En este sentido, es necesario utilizar sistemas que permitan controlar el modo de operación en función de las demandas de cada momento y en cada zona o local, lo que implica que el sistema elegido debe tener las siguientes características:

- Regulación de las velocidades de los ventiladores.
- Regulación de las bombas para circulación de los fluidos portadores del calor.
- Zonificación de los sistemas de control.
- Regulación automática de las temperaturas de consigna.

Otra característica que deben presentar los sistemas de climatización es la incorporación de mecanismos de recuperación del calor contenido en el aire eliminado, que permiten reducir el consumo de energía asociada a la renovación de aire, y sistemas de enfriamiento gratuito (free cooling), que

refrigeran con aire exterior cuando su temperatura es inferior a la del aire interior, reduciendo el tiempo de funcionamiento de los equipos de refrigeración.

Debe incorporarse un sistema de control central para poder planificar el funcionamiento de la instalación (planificar funcionamiento y parada de compresores, ventiladores y bombas de circulación), para evitar el funcionamiento de los equipos en los períodos en los que no se utilice el edificio (noches, fines de semana).

Para evitar pérdidas de energía hay que incorporar interruptores en las ventanas para detener el funcionamiento del sistema cuando estén abiertas.

Por otra parte, el sistema tendrá que mantener la temperatura de las distintas zonas dentro de unos niveles de confort determinados por los usuarios y, en general, debe de atender ser capaz necesidades de calor y de frío de forma simultánea.

Deben limitarse las pérdidas por distribución aislando los conductos (debe calcularse el aislamiento económico según el precio de la energía a utilizar, costes del aislamiento y el tiempo de funcionamiento de las instalaciones).

Se debe elaborar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo, que incluya los siguientes puntos:

- Limpieza de los condensadores (unidades exteriores), puesto que la obturación disminuye su eficiencia.
- Limpieza de los evaporadores (unidades interiores) o intercambiadores interiores.
- Limpieza y cambio de los filtros.
- Comprobación de las conexiones eléctricas.
- Verificación del aislamiento de los conductos.
- Verificación del estado y de las condiciones de funcionamiento de los equipos generadores (temperaturas y presiones del circuito).

## 2. ELECCIÓN DE EQUIPOS

Una vez indicadas las líneas generales que deben cumplir los sistemas de climatización vamos a ver las características particulares de los distintos sistemas de calefacción y de refrigeración utilizables en un edificio, aunque ambos pueden coincidir.

La elección del sistema de climatización y agua caliente sanitaria dependerá en primer lugar de las fuentes energéticas disponibles en la zona, y después de la rentabilidad de las que se puedan emplear.

Resulta tremendamente complicado establecer unos criterios generales que se podan aplicar a todas las regiones europeas puesto que las fuentes de energía disponibles en cada zona son distintas y los precios asociados a cada energía también. Por este motivo, para elegir un determinado sistema de calefacción y climatización conviene contratar un estudio comparativo de las distintas alternativas a una empresa especializada en asesoramiento energético. Debe elegirse el sistema que presente los menores costes a lo largo de la vida de la instalación, teniendo en cuenta la amortización de la inversión inicial.

A continuación se indican los distintos equipos utilizables como equipo generador.

### 2.1. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN

#### a) CALDERAS

La caldera es un equipo destinado a transmitir al agua el calor liberado por la combustión de un combustible sólido, líquido o gaseoso. Las calderas estándar exigen que la temperatura del agua de retorno (de entrada a la caldera) sea superior a 60 °C para evitar la aparición de ácidos procedentes de los gases de combustión e impedir su corrosión. Los rendimientos de estos equipos rondan el 90% sobre PCI (poder calórico inferior), siendo ligeramente más altos en el caso de combustibles gaseosos y más bajos en el caso de combustibles sólidos.

Existen dos tipos especiales de calderas con un rendimiento más elevado que las estándar: las de baja temperatura y las de condensación.

La Directiva 92/42/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, define este tipo de calderas de la siguiente manera:

*Caldera de baja temperatura:* caldera que puede funcionar continuamente con una temperatura de agua de alimentación de 35 a 40 °C y que en determinadas circunstancias puede producir condensación (sin afectar a la caldera); se incluyen las calderas de condensación que utilizan combustibles líquidos. El rendimiento de estas calderas es superior al 93% (sobre PCI).

Ventajas:

- Pueden trabajar con temperaturas de retorno del agua bajas (35°C) sin producir condensación y sin que se deteriore la caldera.
- Puede regularse la temperatura del agua de impulsión en función de las condiciones climáticas y de las exigencias térmicas, lo que repercute en una reducción de consumo.
- Menor mantenimiento. No se requiere bomba anticorrosión y los materiales utilizados tienen una vida más elevada.
- Menor consumo de combustible. Se producen reducciones de consumo superiores al 5% respecto a una caldera convencional.

Inconvenientes:

- Coste más elevado que el de una caldera convencional.

*Caldera de condensación:* caldera diseñada para poder condensar de forma permanente una parte importante de los vapores de agua contenidos en los gases de combustión. La técnica de condensación permite recuperar el calor latente del vapor de agua contenido en los gases de combustión y permite así obtener rendimientos elevados.

## Ventajas:

- Pueden trabajar con temperaturas de impulsión y retorno del agua bajas (40–30 °C) sin que se deteriore la caldera.
- El rendimiento mejora cuando se reduce la carga. Al contrario de lo que sucede con las calderas convencionales.
- Menor consumo de combustible. Se producen reducciones de consumo superiores al 20% respecto a una caldera convencional.

## Inconvenientes:

- Coste más elevado que el de una caldera convencional y que una de baja temperatura.

En general, para incrementar el rendimiento de una instalación con calderas y para obtener una mejor regulación, conviene utilizar calderas modulantes y dividir la potencia total necesaria en varias unidades (mejor varias calderas que una sola).

**DEFINICIONES BÁSICAS REFERIDAS A CALDERAS**

**Caldera:** conjunto formado por un cuerpo y un quemador, destinado a transmitir al agua el calor liberado en la combustión.

**Caldera estándar:** caldera que cuenta con una temperatura media de funcionamiento que puede limitarse a partir de su diseño.

**Caldera de baja temperatura:** caldera que puede funcionar continuamente con una temperatura de agua de alimentación de entre 35 y 40 °C, y que en determinadas circunstancias puede producir condensación del vapor de agua contenido en los gases de combustión sin grandes deterioros de la caldera.

**Caldera de condensación:** calderas diseñadas para poder condensar de forma permanente una parte importante del vapor de agua contenido en los gases de combustión.

**Potencia nominal útil de una caldera:** potencia calorífica máxima que, según determine y garantice al fabricante, se puede suministrar en funcionamiento continuo, ajustándose a los rendimientos útiles declarados por el fabricante.

**Rendimiento útil de una caldera:** relación entre el flujo de calor transmitido al fluido portador y el producto del poder calorífico inferior (PCI) a presión constante del combustible por el consumo en una unidad de tiempo.

**Poder calorífico:** cantidad de calor producida por la combustión de un combustible, a una presión constante e igual a 101.325 Pa. Poder calorífico superior (PCS): el agua producida por la combustión está supuestamente condensada. Poder calorífico inferior (PCI): el agua producida por la combustión permanece supuestamente en estado de vapor.

La Directiva 92/42/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos establece unos valores mínimos de rendimiento la potencia nominal y la carga parcial del 30 % para cada tipo de caldera. Si estos rendimientos son iguales o superiores a los valores correspondientes para las calderas estándar, la caldera puede ser catalogada con una estrella. Si el rendimiento la potencia nominal y el rendimiento con carga parcial son iguales o superiores en más de 3 puntos a los valores correspondientes para las calderas estándar, la caldera llevará dos estrellas. Por cada 3 puntos adicionales de rebasamiento del rendimiento a potencia nominal y con carga parcial podrá añadirse una estrella suplementaria. A continuación se incluye una tabla con los requisitos de cada clasificación:



TIPO DE CALDERA	POTENCIA (kW)	POTENCIA NOMINAL		CARGA PARCIAL (0,3·Pn)	
		Tª MEDIA	RENDIMIENTO	Tª MEDIA	RENDIMIENTO
ESTANDAR	4 a 400	70	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 50$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
BAJA TEMPERATURA	4 a 400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$
CONDENSACIÓN	4 a 400	70	$\geq 90 + \log P_n$	30	$\geq 97 + \log P_n$

MARCA	RTO. A POTENCIA NOMINAL (%) Tª MEDIA 70 °C	RTO. A CARGA PARCIAL (%) 0,3Pn Tª > 50 °C
*	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
**	$\geq 87 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 83 + 3 \cdot \log P_n$
***	$\geq 90 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 86 + 3 \cdot \log P_n$
****	$\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 89 + 3 \cdot \log P_n$

Aplicando las ecuaciones dadas en la directiva se obtienen los rendimientos mínimos exigidos para los distintos tipos de calderas y para diversas potencias. Los límites de aplicación de la Directiva son de 4 a 400 kW. En la tabla siguiente se indican los rendimientos correspondientes a potencia nominal y carga parcial al 30% de la nominal.

REQUISITOS DE RENDIMIENTOS DE CALDERAS EXIGIDOS POR LA DIRECTIVA EUROPEA 92/42 CEE										
POT	70 kW		100 kW		200 kW		300 kW		400 kW	
%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%
<b>CALDERAS TIPO ESTANDAR. PUEDEN SER CLASIFICADAS CON ESTRELLAS</b>										
ST	87,69	85,54	88,00	86,00	88,60	86,90	88,95	87,43	89,20	87,81
*	87,69	85,54	88,00	86,00	88,60	86,90	88,95	87,43	89,20	87,81
**	90,69	88,54	91,00	89,00	91,60	89,90	91,95	90,43	92,20	90,81
***	93,69	91,54	94,00	92,00	94,60	92,90	94,95	93,43	95,20	93,81
****	96,69	94,54	97,00	95,00	97,60	95,90	97,95	96,43	98,20	96,81
<b>CALDERAS DE BAJA TEMPERATURA</b>										
BT	90,27	90,27	90,50	90,50	90,95	90,95	91,22	91,22	91,40	91,40
<b>CALDERAS DE CONDENSACION</b>										
CD	92,85	98,85	93,00	99,00	93,30	99,30	93,48	99,48	93,60	99,60

### b) BOMBA DE CALOR

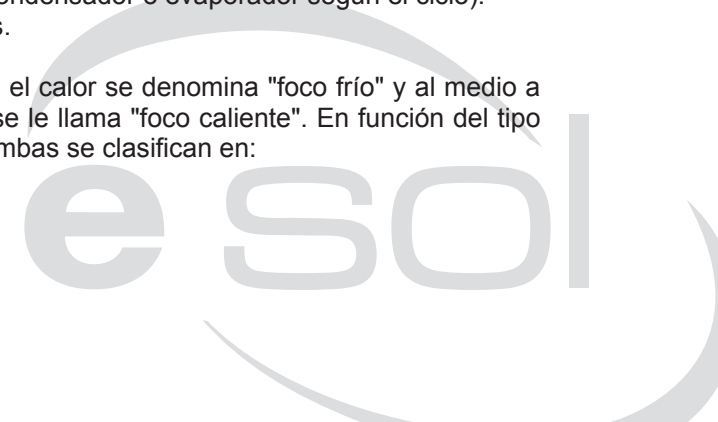
La bomba de calor es una maquina destinada a calentar o refrigerar un local a partir de una fuente externa con una temperatura que puede ser inferior a la del local a calentar o superior a la del local a refrigerar.

Para realizar las dos funciones (calentar o refrigerar) deben de ser bombas de calor reversibles, es decir, que inviertan su ciclo y pasen de producir calor a frío, cuando las necesidades lo requieran.

Los componentes básicos de una bomba de calor reversible son:

- Compresor.
- Intercambiador (condensador o evaporador según el ciclo).
- Válvula de Expansión.
- Intercambiador (condensador o evaporador según el ciclo).
- Válvulas de 4 vías.

El medio de donde se extrae el calor se denomina "foco frío" y al medio a lo que se transfiere el calor se le llama "foco caliente". En función del tipo de foco frío y caliente, las bombas se clasifican en:



- Bombas de calor aire-aire: El foco frío y el caliente son aire. Este tipo de bombas son las más utilizadas, principalmente en climatización.
- Bombas de calor aire-agua: Se utilizan para producir agua fría para refrigeración o agua caliente para calefacción y agua caliente sanitaria, cediendo o tomando energía del aire exterior.
- Bombas de calor agua-aire: Permiten aprovechar la energía contenida en el agua de ríos, mares, etc. Tienen unos rendimientos energéticos mejores que los que utilizan aire exterior, debido a la mayor uniformidad de la temperatura del agua a lo largo del año.
- Bombas de calor agua-agua: Son similares a las anteriores, excepto que ceden la energía a un circuito de agua que después se transmite al ambiente mediante radiadores la baja temperatura, fan-coils o suelo radiante.
- Bombas de calor tierra-aire y tierra-agua: Aprovechan el calor contenido en el terreno.

En función de las cargas térmicas, puede encontrarse una gama amplia de potencias en este tipo de equipos. Para seleccionar un modelo hay que partir de la carga térmica mayor que se va a demandar en el edificio, ya sea de calefacción o de refrigeración.

Estos equipos pueden conseguir un COP (coeficiente de operación) superior a 4, es decir, por cada kWh consumido por la bomba de calor, está suministra cuatro en calefacción o refrigeración.

La eficiencia de este tipo de equipos depende en gran medida de las temperaturas del medio del que se extrae el calor y del medio al que se cede el calor. De esta manera cuanto mayor es la diferencia de temperaturas menor resultará la eficiencia del equipo. Sobre todo en climas fríos, se recomienda la instalación de bombas de calor geotérmicas, que utilizan el terreno como foco frío. Cuando hace frío y es necesario calefactar una dependencia la temperatura de la tierra es superior a la del aire ambiente exterior, lo que permite que una bomba de calor geotérmica consiga rendimientos mayores y más constantes. Además se evitan problemas de formación de hielo en la unidad exterior

(evaporador) de la bomba de calor, lo que reduce el rendimiento en los equipo con foco frío aire.

Sirva de ejemplo una bomba de calor del tipo aire-agua de 290 kW. Si este equipo funciona con la temperatura de salida del agua de 50 °C, las potencias caloríficas producidas en función de la temperatura exterior, pueden ser las siguientes:

Temperatura de aire exterior	Producción de calor (kWh)
10 °C	290
5 °C	256
0 °C	227
- 5 °C	186

Como se puede comprobar, la potencia calorífica de la bomba de calor aire-agua decrece a medida que disminuye la temperatura del aire exterior (es más difícil ganar calor), lo que sucede en periodos de mayor demanda térmica del edificio (cuando más frío hace)

Debido a la baja temperatura exterior y a la humedad relativa, se condensa vapor de agua en el exterior de la batería de evaporación, formándose hielo cuando la temperatura del aire exterior es inferior a 0 °C, lo que hace necesario un consumo de energía adicional para fundir este hielo. En general el rendimiento de la bomba de calor aire-agua disminuye considerablemente cuando la temperatura del aire exterior es inferior a 5 °C, por lo que conviene fijarse especialmente en las prestaciones del equipo en estas condiciones. En todo caso, es preferible la instalación de bombas de calor tierra-agua, con un rendimiento y una potencia calorífica más estables, siendo precisamente durante la edificación el momento ideal para su instalación.

### c) ACUMULADOR ELÉCTRICO

El acumulador es un aparato que funciona almacenando la energía calorífica engendrada en resistencias eléctricas que, inmersas en un

núcleo refractario, permiten que este acumule calor que luego proporciona a lo largo del día al recinto a calentar, acondicionando este a la temperatura deseada.

Los acumuladores pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- *Estáticos*: la cesión de calor se realiza a través de una superficie interna y por convección natural.
- *Dinámicos*: en estos equipos forzara una corriente de aire a través de su interior mediante un ventilador. Ofrecen potencias más mayores que los estáticos.

La distribución típica de estos aparatos es la siguiente:

- Acumuladores estáticos en estancias donde se quiere mantener una temperatura constante o con pocas variaciones (por ejemplo corredores y salas de espera)
- Acumuladores dinámicos en dependencias en las que se necesitan variaciones de temperatura considerables (por ejemplo salones y bibliotecas) debidas a la posible aporte energético de otras fuentes (personas, sol, etc).

En general, el sistema de calefacción por acumulación resulta interesante en todos aquellos edificios donde el consumo de calefacción es muy reducido.

#### d) CALDERA DE ACUMULACIÓN

El sistema es similar al de los acumuladores eléctricos, pero utiliza el agua como fuente de emisión de calor en vez de aire.

Hay dos tipos de calderas de acumulación:

- *De vía seca*. El núcleo donde se almacena la energía térmica está formado por ladrillos refractarios, que calientan el agua del circuito de calefacción a través de un intercambiador de calor.

- *De vía húmeda*. El núcleo está formado por acumuladores de agua donde se calienta esta.

#### e) HILO RADIANTE

Consiste en la utilización del suelo, paredes o techo como elementos acumuladores de la energía térmica. Su instalación consiste en distribuir en toda la superficie resistencias eléctricas. Es un sistema poco utilizado en la actualidad debido a su poca capacidad de acumulación de energía, lo que implica costes de funcionamiento elevados. Además, con el tiempo suele presentar problemas derivados de la necesidad de sustitución de algunos elementos, lo que resulta difícil y costoso.

#### f) SUELO RADIANTE

Consiste en una red de tubos empotrada en el suelo del local que conduce agua caliente la baja temperatura (40-45 °C) procedente de una caldera, de una bomba de calor o de una instalación de colectores solares. El agua cede calor al suelo a través de los tubos, y este lo transmite al ambiente del local. Los tubos son de material plástico, generalmente se utiliza polietileno reticulado. Es el sistema en el que lo aporte de calor si realiza de la manera más parecida a la ideal, de abajo hacia arriba, y de forma homogénea en toda la superficie del local a climatizar.

#### g) COLECTORES SOLARES TÉRMICOS

La energía solar térmica aprovecha la luz solar para aportar calor a un fluido, generalmente, agua. Un sistema de este tipo consiste en uno o mas colectores solares conectados a un circuito que transporta el fluido a la temperatura deseada hasta el punto de utilización. En un edificio puede utilizarse para el calentamiento de agua caliente sanitaria, apoyo al sistema de calefacción convencional, calentamiento del agua del vaso de las piscinas, o incluso refrigeración mediante una maquina de absorción.

#### h) INSTALACIONES

Para garantizar el confort el dimensionamiento final del sistema se hará para las circunstancias más adversas, esto es, máxima demanda interna y



peores condiciones ambiente. Sin embargo debe preverse el funcionamiento a cargas parciales, que será el más empleado, y asegurar un óptimo rendimiento de las instalaciones en estas condiciones. Esto puede provocar que en determinadas circunstancias, equipos que no funcionen con rendimiento óptimo a cargas parciales, deban duplicarse, el funcionamiento de uno bastará para condiciones normales y será necesario que trabajen los dos juntos cuando la demanda sea muy elevada. Con este desdoblamiento también se aumentará la fiabilidad del sistema, ya que un eventual fallo en uno de los equipos no impedirá el funcionamiento del otro.

Los parámetros más importantes a la hora de determinar una situación de confort son la temperatura, la calidad del aire y la humedad relativa.

En cuanto a las temperaturas óptimas de los locales, estas dependerán de su uso. A modo de referencia, se especifican unas temperaturas orientativas para diferentes lugares de trabajo de un edificio municipal.

LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Recepción	18
Administración	20
Secretaría	20
Aulas	18-20
Biblioteca	21
Despachos	20
Salón de actos	20
Salas de reuniones	20

Por otro lado, la calidad del aire depende de múltiples factores y, principalmente, de las renovaciones con aire procedente del exterior, que no deben ser inferiores a 30 m<sup>3</sup>/h por persona. En cuanto a la humedad relativa, esta debe estar situada entre el 30 y el 70%.

Una vez definidos los parámetros de consigna para cada una de las estancias de la edificación, en el momento de proyectar y construir se

debería disponer de los equipos de control adecuados para garantizar los niveles de confort.

Una vez definidas las necesidades de calefacción, antes de decidir el sistema de calefacción más adecuado se responderán las siguientes preguntas:

*¿Se dispone de alguna energía térmica residual aprovechable?:* Alguna de las máquinas o procesos proyectados en la propia edificación puede generar en su refrigeración cantidades importantes de energía térmica aprovechable para la calefacción, por ejemplo los condensadores de sistemas de refrigeración (en una misma edificación, puede darse la paradoja de demandarse calor y frío al mismo tiempo, tanto más probable cuanto mayor sea el edificio y peor diseñada esté la orientación y envolvente del mismo). Si el edificio está próximo a alguna instalación industrial, por ejemplo una planta incineradora o una planta de cogeneración de energía eléctrica es muy probable que ésta sea excedentaria de energía térmica la baja temperatura (difícilmente valorizable para el propio proceso industrial) e incluso que esté consumiendo energía eléctrica para disiparla (aeroterms, condensadores evaporativos, torres de refrigeración ...). En estos casos, sobre todo si la edificación que se está proyectando tiene unos consumos considerables, deberá estudiarse la viabilidad del aprovechamiento de la energía residual considerada.

*¿Existe en las cercanías de la edificación algún tipo de sistema de calefacción centralizado?:* Los sistemas centralizados pueden alcanzar mayores rendimientos, facilitan el aprovechamiento de fuentes energéticas como la biomasa y minimizan los riesgos de manipulación. Por lo tanto se recomienda apoyar los sistemas centralizados en áreas de gran consumo.

Una vez valoradas las condiciones anteriores, si realmente es necesario una instalación individual, ya sea como apoyo o como instalación principal, se recomiendan por ejemplo las calderas de alta eficiencia o bombas de calor geotérmicas. Si por diversas razones se justifica la improcedencia de estos sistemas el sistema recomendado en climas moderados será la bomba de calor convencional (aire-agua o aire-aire). Sólo en último caso, en aplicaciones de reducido consumo y alejadas de las redes de

distribución del calor se considerará la utilización de sistemas eléctricos de calefacción.

Para la transmisión del calor generado se utiliza la red de distribución, que es la instalación que une la generación de energía térmica y los emisores de calor. Suele realizarse mediante una red de tubos de conducción de agua caliente que, dependiendo del sistema de emisión, circulará a una temperatura determinada. Todas las tuberías de agua caliente deben estar convenientemente aisladas a lo largo de todo su recorrido, incluso las válvulas, racores, bridas, uniones y equipos, para evitar las pérdidas de calor en ellas. Las características de los materiales aislantes, así como el grosor de estos, dependerán principalmente de la temperatura del agua y del diámetro de los entubados.

Los emisores de calor son los equipos encargados de transmitir la energía térmica generada al ambiente que se necesita calefactar. Pueden ser de varios tipos: radiadores, fan-coils, convectores, aerotermos, climatizadores, suelo radiante o techo radiante.

A la hora de estudiar las posibilidades de ahorro hay que tener en cuenta no sólo la eficiencia de los sistemas de generación térmica (calderas, bombas de calor,...), sino también la de los equipos que distribuyen el calor por las distintas dependencias. Los sistemas más frecuentes son los que utilizan como fluido de trabajo agua caliente.

En función del tipo de emisor de calor utilizado, las necesidades de energía térmica serán diferentes, debido a que el fluido caloriportante opera la distinta temperatura. A continuación se muestra el rango de temperatura de funcionamiento de estos equipos:

Tipo emisor	Temperatura
Radiadores	90-50 °C
Fan - coils	55-50 °C
Conectores	80-50 °C
Aerotermos	90-60 °C
Climatizadores	90-50 °C
Suelo Radiante	45-40 °C

En general, conviene la aplicación de calor a las temperaturas más bajas posibles, ya que se aumenta el rendimiento energético y el confort, sin embargo esto obliga a mayores superficies de intercambio de calor y por tanto equipos emisores más caros.

**Radiadores:** son elementos terminales de transferencia de calor al ambiente. El agua caliente producida en el sistema central se lleva a los radiadores a una temperatura del orden de los 50-90 °C. El agua transmite calor al aire ambiente a través de las placas del radiador por radiación (aproximadamente un 20%) y por convección (un 80%). El retorno del agua a la caldera, tiene lugar a una temperatura entre 15-20 °C por el calor cedido al ambiente. Estas instalaciones permiten la zonificación de la instalación de calefacción por circuitos diferenciados (en función de la orientación del edificio, horarios y porcentajes de ocupación) y facilitan la instalación de equipos de control de temperatura de cada estancia (mediante válvulas termostáticas).

**Radiadores eléctricos:** son sistemas unitarios basados en aparatos autónomos y que se utilizan fundamentalmente en aquellas estancias puntuales que necesitan calefactarse de manera esporádica, y alejadas de las redes de transmisión de calor.

**Conectores:** son similares a los radiadores, aunque la transmisión del calor en este caso se realiza por convección exclusivamente. Esta transmisión se basa en el paso del aire a través de los tubos por los que circula agua caliente. El aire se calienta y se distribuye por medio de un ventilador. El inconveniente de estos equipos es el arrastre de partículas de polvo en suspensión del aire debido a la convección que producen en la transmisión de calor.

**Aerotermos:** emisores de calor constituidos por una batería de intercambio térmico aleteada por la que circula el agua caliente y un ventilador que impulsa el aire ambiente atravesando la batería y calentándolo. Entre sus ventajas destaca poder controlar cada equipo independientemente y el movimiento del aire evitando su estratificación.

**Fan-coils:** su sistema es básicamente similar al de los aerotermos, aunque la principal diferencia radica en que la temperatura del agua es inferior, en

torno a los 50 °C. Normalmente se utilizan cuando la misma instalación de distribución de agua aporta calefacción en invierno y frío en el verano.



*Emisores de calor*

**Climatizadores:** equipos terminales que tratan el aire caliente y lo impulsan al ambiente por medio de redes de conductos, regulando la cantidad de agua caliente que circula por la batería de calefacción, proporcionando de esta forma un control de la temperatura.

**Suelo radiante:** estos sistemas consisten en serpentines de tubo ubicados en el suelo, por los que circula agua entre 40 y 45 °C. en ellos, el calor se transmite por radiación y no es necesario elevar la temperatura tanto como en los anteriores sistemas, disminuyendo las pérdidas y suponiendo un ahorro energético considerable. Por otra parte, el sistema se regula automáticamente al realizarse la transmisión de calor en función de la diferencia de temperatura entre el suelo y el aire del recinto a calefactar. La principal ventaja de este sistema es que al utilizar agua la baja temperatura facilita la utilización de energías renovables como la energía solar térmica. Su gran inconveniente desde el punto de vista térmico consiste en que suelen ser sistemas con gran inercia, y por lo tanto con un tiempo de respuesta elevado tanto en el encendido como en el apagado, lo que dificulta su regulación.

## i) MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

### Control de los sistemas de calefacción

Para un control efectivo es necesario dividir el edificio por zonas, y realizar el control de cada una de ellas en función de la ocupación, de la zona del edificio y del uso que se le esté dando en cada momento.

Instalando sondas de temperatura y de calidad de aire interior en zonas comunes, puede permitirse el control de la entrada de aire exterior en función de la demanda de ventilación, logrando un ajuste de las necesidades y el correspondiente ahorro de energía.

Utilizando sistemas autónomos de control de temperatura por zonas, y regulando las velocidades de los ventiladores o de las bombas de agua, pueden obtenerse ahorros que varían entre un 20 y un 30%. Hay que tener en cuenta que por cada grado que aumente la temperatura ambiental, el consumo energético aumenta entre un 5 y un 7%.

En el caso de que el sistema de control sea mucho más específico y regule la temperatura en función de si la habitación está desocupada, en reserva u ocupada, estos ahorros pueden ser de un 40% del consumo en calefacción y refrigeración.

### Mejora del rendimiento de calderas

El sistema más utilizado para satisfacer las necesidades de calefacción de las edificaciones municipales son las calderas pirotubulares de agua caliente, siendo uno de los equipos de mayor consumo. Por el tanto, un correcto dimensionamiento y un funcionamiento óptimo de ellas proporcionará un ahorro de energía que se traducirá en un importante ahorro económico. El aire necesario para el proceso de combustión entra en la caldera, impulsado por el quemador, a la temperatura ambiente de la sala (inferior a 35 °C), y sale por la chimenea en forma de humos de combustión (aproximadamente la 140-180 °C). El calor que se utiliza para el calentamiento del aire no es calor útil para el calentamiento del agua de la caldera. La diferencia entre el poder calórico inferior del combustible y el

calor perdido en los humos es el calor útil máximo que se podrá utilizar para el calentamiento del agua.



*Caldera convencional*

El rendimiento de la caldera se entiende como el porcentaje de ese calor útil con respecto al PCI del combustible utilizado. Este rendimiento depende de varios factores, entre los los cuales destacan:

- Temperatura de entrada del aire de combustión: cuanto mayor sea la temperatura de entrada del aire de combustión en la caldera, menor será la cantidad de calor necesaria para calentarlo, y mayor será el rendimiento. Por lo tanto, tratará de coger aire de la zona más caliente de la edificación (zona sur) y si es posible se precalentará con calores residuales disponibles, como por ejemplo el calor de los gases de escape de la propia caldera.
- Temperatura de salida de los humos de combustión: cuanto mayor sea la temperatura de salida de humos, el rendimiento de la caldera disminuirá, si bien existe una temperatura mínima de salida de humos, que no debe ser rebajada por una caldera

tradicional para evitar condensaciones altamente corrosivas. Para poder reducir al máximo la temperatura de salida de los gases, siempre que sea posible se instalará una caldera de condensación o de baja temperatura.

- Contenido en CO<sub>2</sub> de los humos de combustión: En instalaciones de una cierta entidad se recomienda la instalación de un medidor en continuo de CO<sub>2</sub> en los gases de escape. Existen automatismos que permiten, en función de la medición, reducir o aumentar el exceso de aire instantáneamente para optimizar el rendimiento. El mantenimiento de la correcta relación aire-combustible es el factor más importante en la eficiencia de la combustión. El aire en exceso sobre lo requerido para una combustión completa, aumenta la pérdida por calor sensible en humos y reduce la temperatura de la llama.

Además de los factores considerados conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Adquirir una caldera con el cuerpo bien aislado. Debido a la temperatura que consigue el cuerpo de la caldera, existen pérdidas de calor por convección y por radiación, que se pueden reducir si se dispone de un buen aislamiento. De la misma manera, proyectar adecuadamente el aislamiento de los conductos de agua caliente y depósitos de acumulación.
- Que los hogares interiores de las calderas, donde se forma la llama, sean ondulados en toda su longitud. Esta ondulación refuerza de manera importante los conductos por los que circulan los gases de combustión, permitiendo su imprescindible dilatación, que es diferente a la del resto de la caldera y aumenta la superficie de intercambio de calor.
- Que tenga tres pasos de humos, el primero a través del hogar, y los restante a través de los tubos de humo. Las calderas que se fabrican con dos pasos (el del hogar y el de los tubos de humo) tienen un rendimiento más bajo debido a la menor superficie de intercambio, y envejecen más rápido por estar sometidas a una mayor carga térmica.

- Las calderas de grandes potencias (a partir de 10 MW), conviene que tengan dos hogares (con un quemador en cada hogar). En este tipo de calderas, un solo hogar obligaría a utilizar diámetros muy grandes de caldera que dificultarían las transmisiones de calor y longitudes de llama excesivamente largas que producirían elevadas cargas térmicas, provocando envejecimiento prematuro de la caldera.
- Que no tengan cierres de estanqueidad de gran tamaño en la cámara de agua, ya que provocan frecuentes fugas, difíciles de reparar, y de mantenimiento muy complicado.
- Adquirir calderas con quemadores modulantes, lo que permite adaptar a potencia de generación a la demanda con buenos rendimientos.

### Ventilación de la sala de calderas

En general, en las edificaciones existentes, la ventilación de la sala de calderas no es la adecuada, por lo que a continuación se especifican las características mínimas que debe cumplir la correcta ventilación de una sala de calderas.

La aportación de aire para ventilación puede realizarse mediante ventilación natural directa y natural indirecta (por conductos y forzado). Por otra parte, no se permite ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados, aunque dispongan de ventilación directa. Una mala ventilación de la sala de calderas reduce la vida útil de la caldera, puede mermar el rendimiento de la instalación y puede provocar riesgos para la salud de los trabajadores que la frecuenten.

### Fuentes energéticas

A continuación se recogen algunas consideraciones sobre las fuentes energéticas más empleadas:

- *Gasóleo*: combustible fósil, derivado del petróleo. En su combustión se produce la emisión de los siguientes gases

contaminantes: SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Su precio fluctúa de manera semejante al de petróleo.

- *Propano*: gas licuado del petróleo (G.L.P.), con alto poder calórico. El G.L.P. puede suministrarse a granel, para lo que hay que contar con un depósito de almacenamiento, o bien canalizado.
- *Gas natural*: es el combustible fósil menos contaminante (su combustión emite menos CO<sub>2</sub> que otros combustibles fósiles y apenas SO<sub>2</sub>), por lo que su empleo es recomendable tanto desde el punto de vista energético como ambiental. Las calderas de gas natural tienen mayores rendimientos que las de gasóleo puesto que su regulación es más precisa.
- *Electricidad*: esta fuente energética se emplea con todo tipo bombas de calor, con acumuladores de calor, en hilo radiante eléctrico y en radiadores eléctricos como sistemas de apoyo a sistemas centralizados.
- *Energías renovables, solar y biomasa*: Las fuentes de energía renovables están utilizándose cada vez más en centros municipales, siendo recomendable su utilización debido a baja emisión de CO<sub>2</sub> en el conjunto del ciclo de vida y su contribución a reducir la dependencia energética del exterior.

El gas natural es la fuente de energía fósil más limpia, poco contaminante y con bajas emisiones respecto a otros combustibles fósiles, característica que le permite contribuir a la disminución del efecto invernadero, además de contar con un alto poder calórico. Desde el punto de vista energético, para la misma potencia existen equipos de gas en el mercado con un rendimiento superior a los de gasóleo. Esto en parte es debido a que se consiguen menores porcentajes de inquemados como consecuencia de que la mezcla entre combustible y comburente es más homogénea que con el gasóleo. También influye que se puede bajar más la temperatura de los gases de escape sin riesgo de corrosión. De esta manera, se reduce el consumo de combustible, y se consigue un importante ahorro energético y económico. Por tanto, cuando es necesaria la instalación de una caldera, y no es factible la utilización de biomasa, se recomienda, si existe la posibilidad, optar por una de gas natural o G.L.P. (si bien estos son menos recomendables por su alto precio).

## 2.2. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Las necesidades de refrigeración dependen de determinados factores como son el clima, la orientación, la calidad de los materiales de construcción utilizados, el aislamiento y el uso que se le dé a la estancia que se va a climatizar.

Dado que la finalidad del sistema de calefacción y el de refrigeración es lo mismo: mantener unas condiciones térmicas de confort, en la práctica, cuando es necesario un sistema de refrigeración integral para toda la edificación suelen diseñarse conjuntamente, lo que deriva en ciertas sinergias positivas.

Al igual que en el caso de la instalación de calefacción, el primer paso para proyectar un sistema de refrigeración es el cálculo de las necesidades. Lógicamente, para garantizar el confort, el dimensionamiento final del sistema se hará para las circunstancias más adversas, esto es, máxima demanda interna y día muy caluroso. Sin embargo, debe preverse el funcionamiento a cargas parciales, que será el más empleado, y asegurar un óptimo rendimiento de las instalaciones en estas condiciones.

Esto puede provocar que en determinadas circunstancias, equipos que no funcionen con rendimiento óptimo a cargas parciales, deban duplicarse, el funcionamiento de uno bastará para condiciones normales y será necesario que trabajen los dos juntos cuando la demanda sea muy elevada. Con este desdoblamiento también se aumentará la fiabilidad del sistema, ya que un eventual fallo en uno de los equipos no impedirá el funcionamiento del otro.

Los parámetros más importantes para conseguir una situación de confort son la temperatura, la calidad del aire y la humedad relativa.

La adaptación del cuerpo a las condiciones climáticas del verano, y el hecho de llevar menos ropa y más ligera, hacen que una temperatura de 25 °C en esta época, sea adecuada para sentirse cómodo en el interior de una edificación. En cualquier caso, una diferencia de temperatura con el exterior superior a 12 °C no es saludable. Por otro lado, la calidad del aire

depende de múltiples factores y, principalmente, de las renovaciones con aire procedente del exterior, que no deben ser inferiores a 30 m<sup>3</sup>/h por persona. En cuanto a la humedad relativa, esta debe estar situada entre el 30 y el 70%.

Una vez definidos los parámetros de consigna para cada una de las estancias de la edificación, en el momento de proyectar y construir debería disponer de los equipos de control adecuados para garantizar los niveles de confort.

La refrigeración de un local se realiza mediante máquinas frigoríficas, o el que es lo mismo una bomba de calor reversible trabajando en el ciclo frigorífico. Para refrigerar un edificio hay dos posibilidades: utilizar unidades autónomas en cada local, o bien utilizar un sistema central para todo el edificio. Las unidades autónomas son mejores para enfriar uno o dos locales en climas que tienen pocos meses al año muy calurosos. Los sistemas centrales de refrigeración permiten conseguir ahorros de potencia instalada respecto a las unidades autónomas equivalentes, además de facilitar el mantenimiento.

Existen tres tipos generales de sistemas de refrigeración: el sistema de enfriamiento de aire, el sistema de enfriamiento de agua y el sistema de expansión directa de un fluido refrigerante:

- Sistema de enfriamiento de aire: Consiste en enfriar aire con una enfriadora central y distribuirlo mediante tubos por todo el edificio. Se requiere un conducto de impulsión de aire frío a los locales y otro de retorno de aire caliente de estos (deben estar bien aislados para evitar pérdidas de energía elevadas). El aire entra a los locales a través de rejillas o difusores.
- Sistema de enfriamiento de agua: Consiste en enfriar agua con una enfriadora central y distribuirla mediante tubos aislados por todo el edificio (tubo impulsión de agua fría y tubo de retorno). En cada local existe una batería para enfriar el aire con el agua (un intercambiador agua-aire tipo fancoil).
- Sistema de expansión directa: Son sistemas de pequeña potencia para lo acondicionado de locales de hasta unos 2.000 m<sup>2</sup>. El

El sistema split consta de una unidad situada al exterior (la unidad condensadora en la que se cede el calor al ambiente) y otra en el interior (el evaporador que toma calor del aire del local). Las unidades multi-split comprenden varias unidades interiores conectadas a una unidad exterior. Las unidades individuales compactas son equipos de pequeña potencia (<10 kW) en los que evaporador, compresor y condensador están montados en una sola estructura (una cara del equipo, el condensador, está en contacto con el exterior mientras que a otra cara, el evaporador, está en contacto con el local). Estos equipos suelen instalarse en las ventanas de los locales a climatizar. Las dos caras del aparato están separadas por una pared divisoria, que está aislada para evitar la transferencia de calor entre las dos zonas

SISTEMA CENTRAL DE ENFRIAMIENTO DE AIRE	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta velocidad de enfriamiento, por lo que es muy adecuado para locales con gran capacidad o con una carga térmica interna elevada.</li> <li>El sistema puede incluir una batería para calentar el aire en el invierno.</li> <li>Puede incluirse un sistema de enfriamiento gratuito (free-cooling): cuando la temperatura del aire exterior es menor que la del aire del local a climatizar puede introducirse en él directamente aire exterior sin tener que gastar energía en enfriar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espacio necesario para instalar los conductos de aire (grandes secciones).</li> <li>Poca flexibilidad para un uso por zonas.</li> </ul>
SISTEMA CENTRAL DE ENFRIAMIENTO DE AGUA	
VENTAJAS	INCONVENIENTES

<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema puede utilizarse también para calefacción incluyendo un intercambiador adicional para calentar el aire en el invierno (sistema de cuatro tubos: dos para frío y dos para calor) o bien mediante una bomba de calor reversible (sistema de dos tubos).</li> <li>Permite un control preciso de las condiciones de cada uno de los locales a acondicionar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La presencia de un convector en cada local incrementa los costes de mantenimiento: limpieza y cambio de filtros, etc.</li> <li>El funcionamiento del ventilador genera ruido (el ventilador es necesario para hacer pasar el aire que se quiere calentar a través del intercambiador agua-aire).</li> </ul>
--	--

SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA: SPLIT Y MULTI-SPLIT	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevado rendimiento del sistema.</li> <li>Buen control de la temperatura con los equipos dotados de tecnología "inverter" (regulación de la potencia frigorífica variando la velocidad de rotación del compresor) que permiten conseguir ahorros de energía de hasta un 30% respecto a los tradicionales.</li> <li>Posibilidad de que disponga de calefacción, lo que evita duplicar sistemas (una bomba de calor reversible sólo cuesta un 10% más que una enfriadora).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las unidades interiores generan ruido en el local a climatizar.</li> </ul>

SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA: UNIDADES INDIVIDUALES COMPACTAS	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generan ruido en el local a climatizar (el compresor y el ventilador), más que los Split.</li> <li>Baja eficiencia.</li> </ul>



Como sistemas alternativos a los equipos mencionados se plantean:

- *Sistemas evaporativos*: aunque en sentido estricto no son aparatos de aire acondicionado, sirven para refrescar el ambiente de un local unos pocos grados, lo cual, en muchos casos puede ser suficiente. Su principio de funcionamiento basara en hacer pasar una corriente de aire por una bandeja llena de agua que, al evaporarse, humedece la atmósfera y la enfría. Son adecuados especialmente para climas secos de interior. El consumo de estos equipos es muy bajo.
- *Ventiladores*: un simple ventilador puede ser suficiente en muchos casos para mantener un aceptable confort: el movimiento de aire produce una sensación de descenso de la temperatura entre 3 y 5 °C, y su consumo eléctrico es muy bajo.
- *Funcionamiento del equipo en modo ventilación*: en ocasiones basta mantener el aparato en posición de ventilación, intercambiando aire de dentro de la edificación con el de fuera, siempre que el exterior este más fresco, consiguiendo ahorros importantes de energía.
- *Protección solar*: existen láminas adhesivas transparentes que, colocadas en el exterior de los acristalamientos, que disminuyen el flujo de calor hacia el interior de la edificación. Además pueden utilizarse protecciones como toldos, cortinas, persianas, láminas de agua o plantas.

Como recomendaciones generales se establecen las siguientes:

- Favorecer la instalación de equipos centralizados (rendimientos muy superiores a cargas parciales).
- Escoger equipos con condensadores de gran capacidad y permitir que la presión de condensación descienda tan bajo como sea posible (el consumo de compresores aumenta un 3,5% por cada grado que sube la condensación).
- En climas templados y húmedos emplear condensadores de aire, en lugar de condensadores húmedos (por torre de agua o condensadores evaporativos).

- En los evaporadores de tiro forzado, aumentar al máximo la superficie de transmisión lo que reduce el caudal de aire.
- Para grandes consumos y con gran salto de temperaturas emplear sistemas de compresión en doble etapa, con refrigeración intermedia con separación de líquido.
- Reducir al máximo la carga interna, por ejemplo sustituyendo sistemas de iluminación incandescente por fluorescencias.

### 3. VENTILACIÓN

La ventilación en cualquier local es necesaria para mantener un ambiente salubre, es decir, reponer aire limpio (procedente del exterior) y evacuar el sucio interior con una elevada concentración de los subproductos de la actividad humana (sudor, anhídrido carbónico, compuestos químicos que se evaporan del mobiliario y de los demás elementos constituyentes del edificio).

Existen unos valores de ventilación recomendados en función del tipo de actividad que se desarrolle en el local. Estos valores indicados en la normativa de cada país son los que se deben seguir para calcular y realizar las renovaciones de aire.

La ventilación de un local puede ser natural o forzada:

- La ventilación natural es aquella que se logra sin necesidad de aportar energía y que se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, etc.) que comunican con el ambiente exterior.
- La ventilación forzada utiliza ventiladores para conseguir la renovación de aire (con los ventiladores impulsara aire del exterior al interior del local).





VENTILACIÓN NATURAL	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No demanda energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Insuficiente si en el local hay más focos de contaminación que las personas ocupantes.</li> <li>➤ Dificultad de regulación (la renovación depende de las condiciones climatológicas y de la superficie de las aberturas con el exterior).</li> </ul>
VENTILACIÓN FORZADA	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fácil regulación (la tasa de renovación es fácilmente ajustable y controlable).</li> <li>➤ Puede aplicarse a locales interiores de edificios (sin comunicación directa con el exterior)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necesita aporte de energía</li> </ul>

En el caso de que se genere una contaminación alta en algún punto del local a ventilar es necesario realizar una extracción localizada que capte el humo, Po, vapores, etc. y que evite su dispersión en el ambiente.

La demanda de aire fresco para los ocupantes de los edificios deberá plantearse en términos de salubridad y comodidad. En general, en los edificios y dependencias municipales no se desarrollan actividades contaminantes del aire, y por tanto las fuentes de deterioro de la calidad del aire interior son fundamentalmente las provocadas por la respiración de los ocupantes y el desprendimiento de olores.

Por medio de la respiración se desprende  $\text{CO}_2$  y su tasa de emisión depende de la actividad que lleven a cabo los ocupantes. La concentración de esta sustancia debe controlarse, pues su exceso puede provocar dolores de cabeza, mareos y problemas respiratorios.

En cuanto a la concentración de olores, puede llevar a aumentar de manera considerable las necesidades de renovación de aire. En este sentido, contribuye positivamente la actual prohibición del tabaco en todo tipo de dependencias de las Administraciones Públicas, siendo el olor corporal de las personas el agente responsable de este tipo de incidencias. Por ejemplo, en el caso de los centros deportivos, donde se realiza una actividad física intensa y existen fuentes de vapor, habrá que asegurarse de que los límites de concentración están dentro de lo aceptable.

Los parámetros usados comúnmente para la determinación de la calidad del aire interior son:

- Concentración de vapor de agua.
- Concentración de  $\text{CO}_2$ .
- Concentración de olores.
- Concentración de otro tipo de sustancias contaminantes.

Por todo esto se fija un caudal mínimo de renovación, expresado en metros cúbicos, ya sea por persona, por unidad de superficie o de volumen, o bien la tasa de renovaciones por hora. Es interesante el cálculo del inverso de esta cantidad, pues nos puede dar una idea del tiempo medio que el aire permanece en el local.

La renovación del aire en el interior de los edificios depende de la abertura de huecos en las dependencias en contacto con el exterior, para posibilitar la introducción de aire y al mismo tiempo proporcionar vías de paso para el aire interior viciado, favoreciendo el paso de un flujo de aire entre las fachadas del edificio que produzca una ventilación cruzada o complementaria.

La renovación también podrá llevarse a cabo por medios mecánicos. Este procedimiento tiene importancia ya que permite garantizar una tasa de

renovación mínima en todos los locales. En cuanto a la velocidad del aire, conviene fijar una velocidad óptima, pues una velocidad elevada del aire puede afectar a la comodidad térmica al favorecer el enfriamiento por convección, mientras una velocidad demasiado lenta puede crear zonas de aire estancado en locales con escasa renovación.

Para conseguir un sistema energéticamente eficiente, conviene diseñar sistemas que permitan modular los caudales de ventilación dependiendo de las condiciones del interior (ocupación, actividad ...) y del exterior.

En el período estival deberá observarse la probable necesidad de incremento en la tasa de renovación, que permita disipar el exceso de calor y vapor de agua.

Cuando la temperatura interior sea igual o ligeramente superior a la exterior, la ventilación podrá emplearse sin problemas, siempre que no se produzcan corrientes de aire que sean molestas para los ocupantes. En el caso de que la temperatura exterior sea bastante superior a la del interior, conviene moderar los caudales de renovación, mientras que durante la noche y en las primeras horas del día la estrategia será la contraria, aumentando la tasa de renovación. En general esta manera de operación será la adecuada en los climas donde haya importantes fluctuaciones entre las temperaturas nocturnas y diurnas.

El movimiento de aire necesario para la ventilación natural se produce por la acción del viento sobre fachadas diferentes, generando la ventilación cruzada, o bien por la diferencia entre las densidades del aire interior y exterior, que provoca una diferencia de presiones que es la que provoca el movimiento del aire ascendente o tiro de chimenea. El viento es la fuerza preferible para la generación de la ventilación natural, de manera que será necesario el conocimiento del perfil de los vientos en la zona donde se va ubicar el edificio, para poder aprovechar correctamente la acción de este elemento, teniendo en cuenta que los obstáculos orográficos del entorno pueden modificar el régimen de vientos.

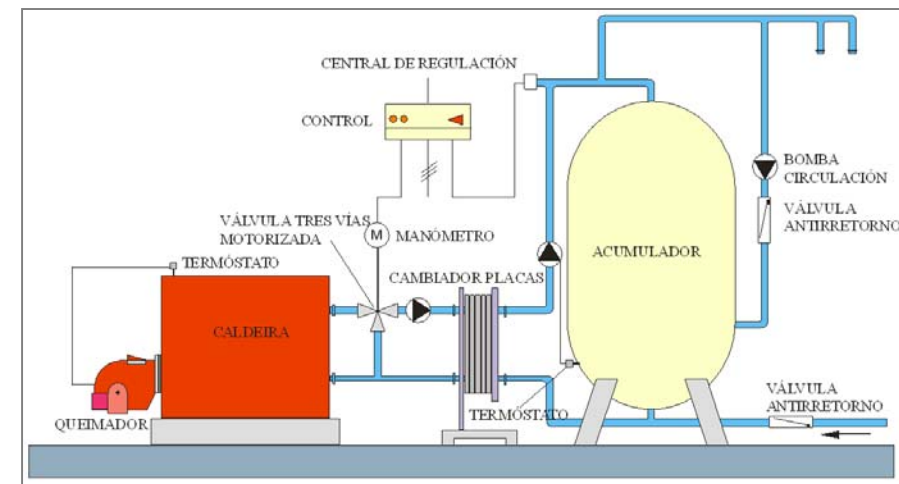
El viento actúa en sobrepresión en las fachadas sobre las cuales incide directamente, y en succión en las fachadas posteriores y laterales. En edificios de planta rectangular conviene orientar las fachadas

principales hacia el viento, mientras que en el caso de edificios de planta cuadrada, la orientación óptima es aquella en la que la planta está girada 45°, situando hacia el viento una de las aristas de la edificación.

Cuando la temperatura interior de la edificación sea muy superior a la del ambiente exterior, una medida de eficiencia obligada en edificaciones calefactadas es utilizar ventilación controlada y aprovechar el calor del aire saliente para precalentar el aire entrante. Lo mismo sucede cuando el aire exterior está a una temperatura mucho más alta que el interior, en este caso aprovechara el aire saliente para refrigerar el aire entrante. Estos sistemas de intercambio de calor deben garantizar el aprovechamiento de por lo menos el 50% de la energía disponible.

#### 4. ACS

Las instalaciones de agua caliente sanitaria más comunes constan de un grupo generador térmico centralizado con acumulación, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



ESQUEMA TÍPICO DE UNA INSTALACIÓN DE ACS

Tal como se muestra en el esquema anterior, las calderas (o bombas de calor) producen agua caliente que se conduce hasta el intercambiador de placas donde se calienta el agua fría que normalmente entra de la red o de un pozo propio. El agua de red se calienta y pasa a un depósito de acumulación donde se mantiene a una temperatura de consigna, en ningún caso inferior a 60 °C, para evitar el riesgo de legionela.

Estos depósitos tienen una doble función, por un lado mantienen la temperatura del agua caliente constante, y por otro lado sirven de regulación ante la demanda variable de ACS a lo largo del día. De esta forma, al tener acumulación, se consigue que el funcionamiento del equipo generador sea más constante, con lo que se obtienen mejores rendimientos. En el interior del depósito la temperatura del agua se regula por medio de sistemas de control que varían la aportación de calor de las calderas.

Entre los equipos necesarios para generar agua caliente sanitaria, además de los ya indicados (calderas, bombas de calor,...) se encuentran los depósitos acumuladores. En el apartado de generación debe destacarse la idoneidad de los sistemas solares térmicos activos para el precalentamiento de la ACS. La energía solar no es tan adecuada para los sistemas de calefacción, ya que cuando esta es necesaria y cuando menos energía solar está disponible, lo que obliga un excesivo sobredimensionamiento. No sucede lo mismo con la ACS, esta tiene un consumo relativamente constante a lo largo del año, por lo que la instalación de sistemas solares térmicos cubre la demanda durante los meses de verano, y contribuyen según la climatología el resto del año.

Los depósitos acumuladores, en su mayoría, están contruidos de chapa de acero galvanizada y están provistos de un aislante para mantener la temperatura interior.



*Depósitos acumuladores de ACS*

Para la transmisión del calor entre el agua fría y el agua caliente generada en la caldera se utilizan los intercambiadores de calor, constituidos por placas de acero inoxidable donde se realiza esta transmisión.



*Sistemas de tubos e intercambiador de calor en un sistema de ACS*

Este tipo de intercambiadores presentan una serie de ventajas frente a otro tipo de sistemas (como los depósitos intercambiadores) que se resumen a continuación:

- Menor tamaño
- Facilidad de limpieza
- Posibilidad de incrementar potencia según necesidades.

Existen recomendaciones para el ahorro de agua, que pueden llegar a conseguir valores próximos al 50 % del total de energía demandada, puesto que suponen un doble ahorro: el agua no utilizada y la energía necesaria para calentarla. Además, el gasto de agua debido a pérdidas o fugas debe ser totalmente eliminado, puesto que suponen un doble consumo: por un lado en equipos de bombeo, y por otro en energía necesaria para su calentamiento. Los sistemas de ahorro de agua no deben tener nunca implícita una reducción del nivel de confort. Existen numerosas soluciones en el mercado que facilitan el ahorro de agua garantizando la calidad del servicio y del confort requerido. Entre ellas pueden destacarse:

Perlizadores: Elementos dispersores para lavabos, bidés o vertederos que mezclan aire con agua, basándose en el efecto venturi, reduciendo de esta manera el consumo de agua y por lo tanto la energía necesaria para calentarla, sin disminuir la calidad del servicio. En función de la presión del agua, y según los fabricantes, estos perlizadores reducen el caudal de salida del agua hasta 6 y 8 litros/minuto, consiguiendo de esta manera ahorros que van desde el 40% en caso de presiones de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> hasta el 30% en caso de presión de agua de 3 kg/cm<sup>2</sup>.

- Interruptores de caudal: Regulan el caudal de agua mediante un interruptor y consiguen reducir hasta un 40% el consumo de agua.
- Duchas economizadoras: Producen micronización y aceleración de agua mediante introducción de aire y reducen el caudal hasta valores comprendidos entre los 7 y 11 litros/min.
- Grifos economizadores: Existen varios sistemas de grifos con ahorro de agua, desde los sistemas de detección de infrarrojos, en los que se corta el agua justo cuando se retiran las manos, hasta

temporizadores en los que se deja salir agua solamente un tiempo establecido.

- Sistemas WC stop para cisternas: Economizan hasta un 70% de agua. En cualquier caso, si el usuario lo desea, pueden utilizar toda la descarga de la cisterna.

Además de todas las medidas expuestas anteriormente, pueden realizarse algunas actuaciones que, con pequeña o nula inversión, suponen ahorros de energía considerables, como pueden ser:

- Ajustar los sistemas de control para mantener las óptimas condiciones de mezcla de agua.
- Aislar correctamente los sistemas de distribución de agua caliente.
- Sellar todos los accesorios para evitar posibles pérdidas de agua.
- Trabajar con presiones moderadas.
- Evitar temperaturas de almacenamiento excesivamente altas, aunque siempre mayores de 60 °C.
- Instalar contadores de agua caliente.

Es muy importante la detección de fugas para su posterior eliminación, para esto es recomendable instalar equipos que permitan el control de caudales por zonas y la instalación de manómetros para detección de fugas.

## ENLACES

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)



## **Bloque 4: Integración de Energías Renovables**

## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y la evolución de los hábitos de la sociedad repercuten directamente en el consumo energético, produciéndose incrementos continuos en la demanda. Este hecho deriva en la necesidad de ampliación y mejora de las infraestructuras de generación, transporte y distribución de la energía.

Por otro lado, los importantes impactos ambientales del sector energético obligan a llevar a cabo políticas que contribuyan al desarrollo sostenible, entendiendo como tal aquel desarrollo económico, unido al progreso social, que tenga en cuenta el uso racional de los recursos y su conservación y mejora.

Por estos motivos cobran una especial importancia las fuentes de energía renovables, que aprovechan un recurso que se renueva o recupera cíclicamente en una escala temporal a corto plazo. Los beneficios asociados al aprovechamiento de estas fuentes son numerosos, entre ellos cabe destacar que favorecen el incremento de la diversificación energética, la optimización de la gestión de los recursos energéticos, teniendo un importante rol en la protección ambiental y en la creación de empleo.

Dentro de las energías renovables disponibles en la actualidad, las más extendidas en instalaciones y edificios municipales son la biomasa, la solar térmica, la solar fotovoltaica y la geotermia. Estas renovables se describen en el presente capítulo.

## 2. ENERGÍA SOLAR

Podemos considerar dos tipos de aprovechamiento de la energía solar: el pasivo y el activo. El aprovechamiento pasivo de la energía solar en la edificación se basa en la captación de la radiación del sol y su almacenamiento y distribución de forma natural sin utilizar elementos mecánicos. Este aprovechamiento se consigue con un adecuado diseño, que incluye una adecuada elección de los materiales empleados en la construcción, utilización de los fenómenos naturales de circulación del aire, etc. Por tanto, se establece una relación entre energía solar pasiva y arquitectura, ya que ese tipo de sistemas se construyen sobre la

estructura del edificio. Una de las grandes ventajas de los sistemas pasivos frente a los activos es su duración, debido a que su vida es análoga a la de la construcción. La arquitectura bioclimática es la arquitectura que aprovecha el clima y las condiciones del contorno para conseguir una situación de confort térmico en el interior de la edificación.

Dentro del aprovechamiento activo se consideran la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica.

### 2.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica transforma la radiación solar en energía eléctrica mediante paneles fabricados a partir de elementos semiconductores, principalmente silicio. Existen dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Aisladas de la red eléctrica.
- Conectadas a la red eléctrica convencional.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento, por eso, para medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos, se definieron unas condiciones de trabajo nominales o estándar. Estas condiciones se normalizaron para una temperatura de funcionamiento de 25 °C y una radiación solar de 1.000 W/m<sup>2</sup>, y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico.

Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y sus múltiplos el kilovatio (1 kW =1.000 W) y el megavatio (1 MW =1.000.000 W), la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), refiriéndose a la potencia suministrada en las condiciones normalizadas de 25 °C de temperatura y 1.000 W/m<sup>2</sup> de radiación solar (irradiancia).

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico (no todas las horas con sol tienen la intensidad de 1.000 W/m<sup>2</sup> considerada como pico). La energía eléctrica se mide en vatios hora (Wh)

y en sus múltiplos. El número de horas pico de un día concreto se obtiene dividiendo toda la energía de ese día (en  $\text{Wh/m}^2$ ) entre  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Para tener una idea aproximada, debemos considerar que la suma total de la energía que produce el sol durante un día por término medio en la península ibérica es del orden de 4 horas, lo que supone, dependiendo de la zona, entre 6 y 8 horas en verano y entre 2 y 4 durante el invierno.

### Sistemas aislados de la red eléctrica

Estos sistemas se emplean sobre todo en aquellos lugares en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo. Como los paneles sólo producen energía en las horas de sol y la energía se necesita durante las 24 horas del día, es necesario un sistema de acumulación. Durante las horas de luz solar hay que producir más energía de la que se consume para acumularla y posteriormente disponer de ella cuando no se pueda generar.

La cantidad de energía que se necesita acumular se calcula en función de las condiciones climáticas de la zona y del consumo de electricidad, de manera tal que en una zona donde haya muchos días soleados al año habrá que acumular poca energía; por el contrario, si el período sin luz es muy largo, habrá que acumular más energía.



*Instalación solar fotovoltaica aislada*

El número de paneles que se deben instalar debe calcularse teniendo en cuenta:

- La demanda energética en los meses más desfavorables.
- Las condiciones técnicas óptimas de orientación e inclinación, dependiendo del lugar de la instalación.

Para optimizar el sistema es necesario calcular correctamente la demanda con el fin de no sobredimensionar la instalación. Conviene utilizar elementos e iluminación de bajo consumo, para que de esta manera el sistema sea más económico. Actualmente existe una gran variedad de estos productos de bajo consumo.

Básicamente estos sistemas fotovoltaicos constan de los siguientes elementos:

- Generador fotovoltaico: Transforma la energía del sol en energía eléctrica y carga las baterías.
- Regulador de carga: Controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyan la vida útil del acumulador.
- Puede incorporar un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia, que es un dispositivo que aumenta el rendimiento de la instalación.
- Sistema de acumulación, baterías: Acumulan la energía entregada por los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad es proporcionada directamente por la batería y no por los paneles.
- Inversor: La corriente que entrega la batería es corriente continua y la mayoría de los elementos de consumo que se comercializan funcionan con corriente alterna. Por este motivo, se utilizan inversores que convierten la corriente continua en alterna.

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados de la red eléctrica en el ámbito municipal son:

- Telecomunicaciones: Existen multitud de equipos de telecomunicaciones situados en zonas de difícil acceso, alejados de la red eléctrica, alimentados por energía solar fotovoltaica. En estos casos, normalmente, la solución solar es la más económica y fiable. Son ejemplos característicos los repetidores de televisión, equipos de radio o antenas de telefonía móvil.
- Señalización: La señalización es una de las grandes aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos. Así, son numerosos los ejemplos en balizamiento, señalización de carreteras y otros.
- Bombeo: Al estar los pozos alejados de la red eléctrica, el bombeo con energía fotovoltaica es una solución muy adecuada. Estas instalaciones se adaptan muy bien a las necesidades ya que en los meses más soleados, que es normalmente cuando más agua se necesita, es cuando más energía se produce. En estos sistemas el almacenamiento de energía suele ser en forma de energía potencial, bombeando el agua a depósitos elevados.
- Zonas protegidas: En parajes naturales, donde por motivos de protección ambiental se recomienda no instalar tendidos eléctricos aéreos, en ocasiones resulta más rentable utilizar sistemas

fotovoltaicos en lugar de tendidos subterráneos o grupos electrógenos que utilizan combustibles fósiles.

- Electrificación de edificios aislados: La distancia del punto de consumo a la red eléctrica puede hacer en muchos casos más rentable esta aplicación debido no sólo al coste de la instalación del tendido eléctrico sino también a la calidad del suministro eléctrico al evitarse cortes de electricidad, muy frecuentes en lugares aislados.
- Iluminación de calles y carreteras: La posibilidad de utilizar sistemas de iluminación autónomos de fácil instalación y mínima obra civil hace que sea una solución adecuada en muchas ocasiones.
- Sistemas centralizados para poblaciones rurales aisladas: Cuando hay que electrificar una pequeña población rural aislada, la solución más idónea es instalar un sistema centralizado que gestione y distribuya la energía de los habitantes de la pequeña población.



*Instalación solar fotovoltaica para sistema de bombeo*

### Sistemas conectados a la red eléctrica

En los lugares que disponen de electricidad, la conexión a la red de los sistemas fotovoltaicos contribuye a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Esta aplicación se ajusta muy bien a la



curva de demanda de la electricidad porque el momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda. Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una minicentral eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados, lo que elimina las pérdidas en el transporte de la electricidad. Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

- La existencia de una línea de distribución eléctrica próxima con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.
- La determinación, con la compañía distribuidora, del punto de conexión.
- Proyectar un sistema que incluya equipos de generación y transformación de primera calidad, con las protecciones establecidas y debidamente verificados y garantizados por los fabricantes de acuerdo con la legislación vigente.
- Una instalación realizada por un instalador especializado.

En las instalaciones conectadas a la red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad del edificio, lo que simplifica enormemente su diseño. Para establecer la dimensión de la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se pretende obtener. Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio distinto. Los elementos que componen la instalación son:

- Generador fotovoltaico: Transforma la energía del sol en energía eléctrica, que se envía a la red.
- Cuadro de protecciones: Contiene alarmas, protecciones, etc..
- Inversor: Transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.

- Contadores: Un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red para que pueda ser facturada a la compañía según los precios autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

## 2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Las instalaciones de energía solar térmica son utilizadas para el calentamiento de fluidos, normalmente agua. Dependiendo de la temperatura final conseguida por el fluido, estas instalaciones se dividen en:

- Baja temperatura: destinadas a aplicaciones de temperaturas hasta aproximadamente 90 °C.
- Media temperatura: destinadas a las aplicaciones que exigen temperaturas comprendidas aproximadamente entre los 90 °C y los 250 °C.
- Alta temperatura: destinadas a las aplicaciones que precisan temperaturas del fluido superiores a 250 °C.

La energía solar térmica puede ser utilizada incluso para aplicaciones de refrigeración, empleando máquinas de absorción.

Entre las aplicaciones de la energía solar térmica destacan el suministro de agua caliente sanitaria y la climatización de piscinas. Además, sirven para cubrir parcialmente las demandas energéticas de calefacción en edificios.





*Instalación solar térmica*

### Agua caliente sanitaria (ACS)

El agua caliente sanitaria puede obtenerse mediante cualquier tipo de caldera (gas, gasóleo, etc.) o mediante termos eléctricos. La energía solar térmica puede ser empleada con cualquiera de estos sistemas. La producción de agua caliente sanitaria es la aplicación más extendida a nivel comercial debido a que las temperaturas requeridas, alrededor de 40 °C, se encuentran dentro del rango de temperaturas de funcionamiento óptimo de todos los captadores térmicos. Al tratarse de una necesidad básica durante todo el año, la producción de ACS con energía solar presenta, en general, una buena rentabilidad y una rápida amortización, que podría verse mejorada en el caso de instalaciones con gran consumo como las instalaciones deportivas, centros escolares, etc.

### Climatización de piscinas

La climatización de piscinas es una de las aplicaciones de la energía solar más rentables, dado que las temperaturas requeridas son relativamente bajas (del orden de los 25 °C), lo que permite obtener unos excelentes rendimientos. Además, el propio vaso de la piscina puede actuar como

acumulador, con lo que el coste de la instalación se reduciría. Una piscina cubierta climatizada es una instalación que demanda una gran cantidad de energía, dado que es necesario no sólo la climatización del agua, sino también la regulación de la temperatura y humedad en el ambiente interior del recinto, lo que normalmente se consigue utilizando una bomba de calor. El grado de humedad ambiente idóneo en este tipo de instalaciones se encuentra entre el 60 y el 70%, mientras que la temperatura deberá estar unos 2 °C por encima de la temperatura del agua. La utilización de energía solar para la climatización de piscinas cubiertas puede suponer un ahorro energético y económico cercano al 70% para la mayoría de las instalaciones.

### Calefacción

Las instalaciones solares térmicas permiten, con unas dimensiones adecuadas, cubrir en parte las cargas térmicas de calefacción, aunque hay que tener en cuenta que cuanto mayor es la necesidad de calefactar (en los meses de invierno), menor es la radiación solar. Por tanto, la rentabilidad de los sistemas es menor que la que corresponde a los destinados a la generación de agua caliente. Con el fin de aprovechar la energía solar como fuente energética para calefacción, deben utilizarse sistemas la baja temperatura tales como suelo radiante o fan-coils.

El diseño completo de una instalación solar térmica supone un trabajo complejo en el que se deben tener en cuenta distintos aspectos: tipo de instalación existente, aspectos constructivos, económicos, etc. Con el fin de dar una idea aproximada sobre los costes y rendimientos de las instalaciones solares térmicas, se muestran a continuación una serie de datos orientativos sobre algunas instalaciones tipo que pueden servir como una primera referencia acerca de las características más básicas de los sistemas solares térmicos. Los dos casos típicos analizados corresponden a las instalaciones más comunes de energía solar térmica para un municipio:

- Caso 1: instalación solar térmica para generación de agua caliente sanitaria en centro de gran consumo (polideportivo municipal)
- Caso 2: instalación solar térmica para generación de agua caliente sanitaria y climatización de piscina cubierta.

Los datos correspondientes a cada uno de los ejemplos descritos deben ser tomados como valores medios, sin olvidar que cada instalación particular tiene sus propias características (dependiendo de la calidad de los materiales empleados, de la localización de la instalación, de la empresa instaladora, etc.), por lo que será preciso realizar un proyecto adecuado a las características de cada instalación particular.

**CASO 1: Las instalaciones solares térmicas pueden ser utilizadas para la generación de agua caliente en centros de gran consumo. En estos centros es habitual que el consumo sea constante y elevado durante todo el año.**

**Hipótesis:** Consumo de agua caliente diario de 3.000 litros durante todo el año.

**Datos de la instalación solar:**

- Superficie de captadores planos (m<sup>2</sup>): 45-55
- Volumen de acumulación (l): 3.000
- Producción solar (termias/m<sup>2</sup>·año): 450-600
- Fracción solar (%): 60-75
- Precio aproximado (€/m<sup>2</sup>): 550-750

**CASO 2: Una de las aplicaciones con mayor rendimiento de la energía solar es el acondicionamiento de piscinas.**

**Hipótesis:** Consumo de ACS diario de 4.000 l durante todo el año. Las dimensiones de la piscina son 25 m x 12 m, con una profundidad media de 1,70 m.

**Datos de la instalación solar:**

- Superficie de captadores planos (m<sup>2</sup>): 150-250
- Volumen de acumulación (l): 4.000
- Producción solar (termias/m<sup>2</sup>·año): 650-750
- Fracción solar ACS (%): 60-75
- Fracción solar piscina (%): 60-75
- Precio aproximado (€/m<sup>2</sup>): 450-650

### 3. BIOMASA

Las instalaciones de biomasa para calefacción y ACS son sistemas similares a las instalaciones habitualmente utilizadas, que utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento. Actualmente el mercado ofrece desde estufas de pocos kW para calentar pequeñas estancias hasta calderas de varios MW para las instalaciones más grandes. Algunas características de estos sistemas son las siguientes:

- Los sistemas modernos de biomasa trabajan técnicamente igual que los sistemas con combustible convencional.
- Es necesario algo más de espacio, para la caldera y el silo de acumulación de la carga, equivalente al depósito de combustible de una caldera convencional.
- Es recomendable firmar un contrato de suministro de pellets, a varios años, con garantía de calidad, cantidad y precio.
- Antes de acometer la instalación se debe dimensionar cuidadosamente cada parte, en especial la potencia de la caldera y las dimensiones del silo.
- Las calderas modernas de pellets reciben el combustible en camiones, lo extraen automáticamente del almacén y lo queman.
- En general, disponen de encendido, apagado, y limpieza de cenizas automáticos.
- Tienen rendimientos similares a los de una buena caldera de gas o gasoil.
- Pueden funcionar de una manera complementaria con otras energías, como puede ser la solar térmica.
- Pueden ser utilizadas en redes de calefacción centralizada o district heating.
- El uso de una caldera de biomasa garantiza la seguridad de la instalación, puesto que se eliminan los olores, las emisiones nocivas y los riesgos de explosión, inherentes al uso de combustibles fósiles.

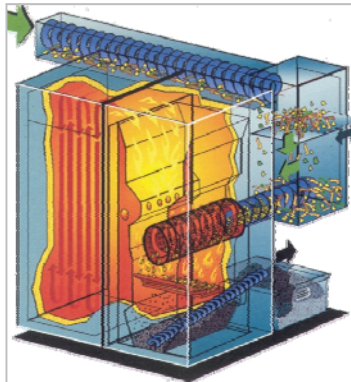
En cuanto al combustible empleado, en este contexto, el "tronco" convencional tiende a desaparecer por productos más sencillos de utilizar. Unos de los combustibles más modernos son pellets, briquetas o astillas, éstas últimas empleadas en calderas de mayor potencia. Los pellets son fáciles de transportar, renovables, limpios y económicos.





*Pellets y briquetas*

En general, se puede decir que las calderas de biomasa son prácticamente idénticas a las calderas convencionales de combustibles fósiles, existiendo distintas calidades en función de las necesidades existentes y de la inversión inicial planteada. Como diferencia más significativa en el funcionamiento de las calderas de biomasa está la mayor inercia térmica de este tipo de equipos respecto a las calderas convencionales, lo que hace que sea necesario instalar acumuladores de inercia con volúmenes ligeramente superiores para ajustar el funcionamiento a las demandas existentes.



*Caldera de biomasa*

Otra de las diferencias de las instalaciones de biomasa consiste en el almacenamiento de combustible, ya que debido a que el poder calorífico del combustible es menor que el de los combustibles fósiles, es aconsejable tener mayores volúmenes de almacenamiento. En general se utilizan silos o fosos como sistemas de almacenamiento, de donde se extrae la biomasa mediante tornillos sinfín o sistemas hidráulicos. Este proceso está totalmente automatizado.

**Ejemplo de aplicación: sustitución de la caldera de gasóleo de una escuela pública por una instalación de biomasa.**

**Resumen de las actuaciones:**

- Sustitución de un grupo térmico de gasóleo por otro de biomasa de menor potencia y adecuación a la demanda térmica del edificio.
- Incorporación de acumulación de calor en el sistema de calefacción.
- Combustible propuesto: Astilla o Pellets
- Carga energética: 41.000 kWh
- Energía sustituida: 41.000 kWh
- Demanda de combustible: 15 t/año
- Número de usuarios: 200.
- Fuentes de energía utilizadas: Biomasa.
- Generación de calor: Un grupo térmico con sistema de acumulación de calor.
- Períodos de uso de la calefacción: Por temperatura exterior.
- Potencia nominal: 80 kW.
- Fluido: Agua.
- Temperatura máxima: 90 °C.
- Presión máxima: 3,5 bar.

El desarrollo del sector de la biomasa posee un significativo potencial de impacto, tanto desde el punto de vista energético y ambiental, como para el desarrollo económico de zonas rurales. Existen múltiples orígenes posibles para la biomasa, diferenciados fundamentalmente por ser forestales o agrícolas:

- Residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas.

- Residuos de podas de jardines.
- Residuos de industrias agroforestales.
- Cultivos con fines energéticos.
- Productos agrícolas.
- Residuos de origen animal.
- Algas marinas.
- Etc.

La energía obtenida de la biomasa presenta un diverso abanico de aplicaciones, pudiendo diferenciarse dos grupos fundamentales:

- Biomasa para usos térmicos: Las aplicaciones térmicas para calefacción y ACS son las más comunes en la actualidad. Existen instalaciones individuales, para bloques de edificios, instalaciones de district-heating, e incluso aplicaciones industriales (con y sin cogeneración).
- Biomasa para generación de electricidad: Esta aplicación está poco extendida debido a diversos factores como el bajo poder calórico de la biomasa o su elevado porcentaje de humedad.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) propone un test rápido para aclarar las dudas acerca de la realización de un proyecto de calefacción con biomasa en un municipio, que se plantea a continuación a modo de ejemplo.

¿Son apropiadas sus condiciones actuales?	SI	NO
Inexistencia de red de gas natural o red de calefacción centralizada en el municipio.		
No es tradicional ni es preferente el uso de calefacción eléctrica.		
La política energética regional apoya la biomasa.		
Hay agricultores/selvicultores locales interesados en actuar como suministradores de energía térmica.		
Existen compañías locales interesadas en actuar como suministradores de energía térmica.		
<b>Suma (Máximo = 5)</b>		
¿Tenemos edificios apropiados para el uso de biomasa?	SI	NO
Se dispone de edificio(s) con una caldera con más de 15 años.		
Se dispone de edificio(s) que necesita renovación próximamente.		
Se dispone de edificio(s) que será construido en el futuro cercano.		

Se dispone de edificio(s) con una demanda de calefacción alta y constante.		
Se dispone de edificio(s) desde donde se podría proveer de calor a edificios próximos.		
Se dispone de edificio(s) con suficiente espacio para almacenaje, descarga y sala de calderas.		
<b>Suma (Máximo = 6)</b>		
¿Hay suficiente biomasa?	SI	NO
Hay disponibilidad de suficientes astillas de madera procedentes de los montes locales.		
Los bosques locales son adecuados para la producción de astillas.		
Existe biomasa disponible a una distancia aceptable para su transporte.		
Los residuos agrícolas se usan actualmente para la producción de calor.		
Existen residuos agrícolas disponibles en cantidades suficientes.		
Existen residuos de serrerías disponibles.		
Existen residuos secos de industrias de la madera disponibles.		
Hay industrias locales que generan residuos utilizables para la producción de calor.		
Existe un mercado de biomasa para la producción del calor.		
Es posible el almacenamiento y la distribución de la biomasa por el ayuntamiento.		
<b>Suma (Máximo = 10)</b>		
Condiciones favorables para los sistemas de calefacción con biomasa:	SI	NO
Existen actividades medioambientales en curso, como por ejemplo la Agenda 21.		
Existen iniciativas para concienciar al consumidor sobre los productos regionales.		
Existen apoyos del gobierno para los sistemas de biomasa.		
Existen experiencias positivas con biomasa en comunidades vecinas.		
Existe un gran interés en los sistemas de calefacción con biomasa en viviendas particulares.		
Existen productores o distribuidores, regionales o locales, de calderas de biomasa.		
Los ciudadanos confían en el ayuntamiento como modelo a seguir.		
Se tiene suficiente dinero o un socio financiero fiable.		

Existe una persona cualificada para mantener la caldera de biomasa.		
<b>Suma (Máximo = 9)</b>		
<p>Para evaluar el estado de su municipio, si ha contestado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos de 10 "Sí": Le queda mucho por hacer. Incluso realizar un proyecto pequeño puede marcar una gran diferencia.</li> <li>• De 11 a 20 "Sí": Es la hora de instalar el primer sistema de calefacción con biomasa, pero comience por mejorar las condiciones previas para realizar un proyecto acertado.</li> <li>• Más de 20 "Sí": Tiene las condiciones ideales para la calefacción con biomasa. Usted ya debería estar preparado para plantear el 100 % de producción con biomasa en edificios públicos.</li> </ul> <p>Una sugerencia adicional: Si sus resultados son muy distintos en las cuatro categorías, los puntos débiles descubiertos le servirán de indicaciones adicionales sobre dónde comenzar a mejorar sus circunstancias.</p>		

#### 4. GEOTERMIA

La energía geotérmica es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. En zonas de aguas termales a alta temperatura y poca profundidad, se perfora por fracturas naturales de las rocas basales o dentro de rocas sedimentarias. El agua caliente o el vapor pueden fluir naturalmente, por bombeo o por impulsos de flujos de agua y de vapor (flashing). El método a elegir depende del que en cada caso sea económicamente rentable.

En la mayoría de los casos la explotación debe hacerse con dos pozos (o un número par de pozos), de modo que por uno se obtiene el agua caliente y por otro se vuelve a reinyectar en el acuífero, tras haber enfriado el caudal obtenido. Este sistema presenta varias ventajas:

- Hay menos probabilidades de agotar el yacimiento térmico, puesto que el agua reinyectada contiene todavía una importante cantidad de energía.
- No se agota el agua del yacimiento, puesto que la cantidad total se mantiene.

- Las posibles sales o emisiones de gases disueltos en el agua no se manifiestan al circular en circuito cerrado por las conducciones, lo que evita contaminaciones.

A continuación se presenta la tabla que define los tipos de yacimientos geotérmicos según la temperatura del agua. Las fronteras entre los diferentes tipos de energías geotérmicas es arbitraria; si se trata de producir electricidad con un rendimiento aceptable la temperatura mínima está entre 120 y 180 °C, pero las fuentes de temperatura más baja son muy apropiadas para los sistemas de calefacción urbana.

##### ALTA TEMPERATURA

Está disponible en las zonas activas de la corteza. Esta temperatura es superior a 150 °C, para aprovechar su potencial se produce vapor en la superficie y mediante una turbina y un generador eléctrico se produce electricidad. Existen una serie de condicionantes para que surja la posibilidad de existencia de un campo geotérmico: una capa superior compuesta por una cobertura de rocas impermeables; un acuífero, o depósito, de permeabilidad elevada, entre 0,3 y 2 km de profundidad; suelo fracturado que permite una circulación de fluidos por convección, y por lo tanto la transferencia de calor de la fuente a la superficie, y una fuente de calor magmático, entre 3 y 15 km de profundidad, a unos 500 °C. La explotación de un campo de estas características se hace por medio de perforaciones.

##### MEDIA TEMPERATURA

Es aquella en que los fluidos de los acuíferos están entre 90 y 150 °C. En este caso la conversión vapor-electricidad se realiza con un rendimiento menor, y debe explotarse por medio de otro fluido más volátil. Permiten explotar pequeñas centrales eléctricas, pero el mejor aprovechamiento puede hacerse mediante sistemas urbanos de distribución de calor para su uso en calefacción y en refrigeración mediante máquinas de absorción.

##### BAJA TEMPERATURA

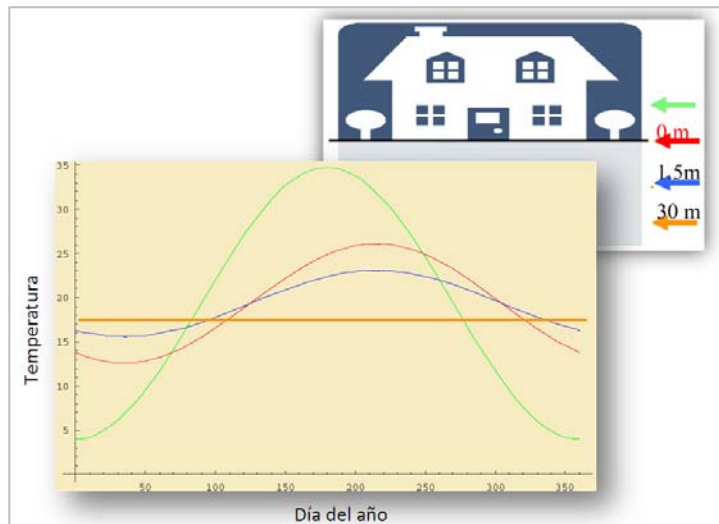
Es aprovechable en zonas más amplias que las anteriores; por ejemplo, en todas las cuencas sedimentarias. Es debida al gradiente geotérmico. Los fluidos están a temperaturas entre 30 y 90 °C.

##### MUY BAJA TEMPERATURA

La energía geotérmica de muy baja temperatura se considera cuando los fluidos se calientan a temperaturas menores de 30 °C. Esta energía es el ámbito de aplicación de la bomba de calor geotérmica para climatización.

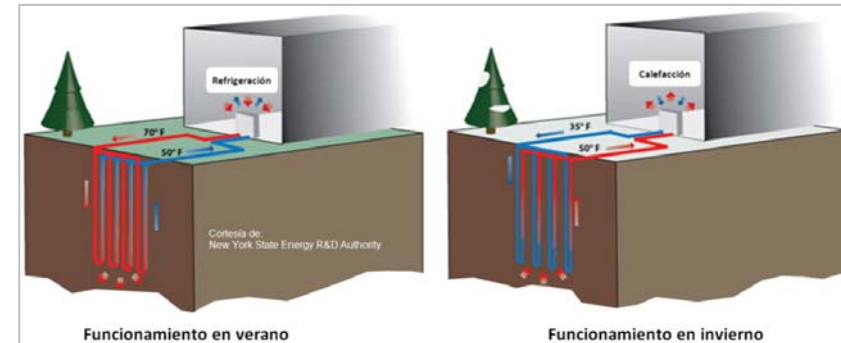
La bomba de calor geotérmica es la tecnología que presenta el crecimiento más rápido durante los últimos años en el sector de la geotermia.

La energía geotérmica de baja entalpía basa su principio en la capacidad que tiene la Tierra para acumular el calor procedente del Sol, manteniendo una temperatura prácticamente constante a lo largo del año a partir de una determinada profundidad, tal y como se muestra en la siguiente figura.



*Geotermia. Perfil de temperaturas*

Esto es debido a la elevada inercia térmica que presenta el terreno, de tal forma que, conforme se avanza en profundidad, menos energía se transmite y es más necesaria ésta para producir variación. A la profundidad que se utiliza la energía para la bomba de calor geotérmica, la temperatura se encuentra muy cercana a la de confort. Por este motivo se consigue una eficiencia alta, debido a que se trabaja con menores saltos térmicos que los que utiliza una bomba convencional.



*Sistema geotérmico de muy baja temperatura*

Para refrigerar un edificio en verano, el sistema geotérmico transmite el calor excedente del interior de la edificación al subsuelo. Por otra parte, en invierno el equipo geotérmico permite caldear un edificio con el proceso inverso: extrayendo calor del suelo para transmitirlo a la edificación. Un equipo de climatización geotérmica cuenta con:

- Una bomba de calor geotérmica. Éste es un aparato eléctrico que realiza el intercambio de calor con el suelo.
- Un intercambiador enterrado. Este dispositivo está formado por un conjunto de tuberías plásticas de alta resistencia y gran duración enterradas en el suelo por las que circula agua.
- Una bomba hidráulica, que bombea el agua que fluye por las tuberías.

A una profundidad de 20 m la temperatura del subsuelo se estabiliza alrededor de los 17 °C. Una bomba de calor es mucho más eficiente si tiene que conseguir los 21 o 22 °C de confort en invierno desde los 17 °C del subsuelo que desde los 10 °C o menos a los que está el aire. En verano esta diferencia se acentúa, ganando eficiencia la bomba de calor cuando trabaja como refrigerador. Mantener la temperatura de confort de 25 °C en verano desde los 17 °C del subsuelo tiene un coste energético mucho menor que hacerlo desde los 35 °C del aire exterior.

A esta ventaja que presenta el subsuelo le añade otra que incrementa la eficiencia de la bomba de calor, y que el hecho de realizar el intercambio de calor de forma óptima, mediante un fluido y no mediante un gas del aire.

## ENLACES

---

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





## **Bloque 5: Iluminación Interior**

## 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de una correcta iluminación en cualquier tipo de ambiente es fundamental y atiende a dos objetivos:

- Buena visibilidad.
- Satisfacción visual.

Este bloque contiene información relativa los equipos utilizados en iluminación, que se debe considerar tanto cuando se realicen instalaciones nuevas como cuando se renueven las existentes. Un sistema de iluminación debe conciliar una adecuada calidad de iluminación con un uso racional de la energía, y para ello se requiere actuar durante la fase de diseño (diseño eficiente) y en la gestión y el mantenimiento de las instalaciones (de acuerdo con lo previsto en la fase de diseño):

- Fase de diseño: El diseño debe ajustarse a las necesidades de utilización, introduciendo las tecnologías más adecuadas. De los tipos de instalaciones que cubran las necesidades deben elegirse aquellos que tengan un coste mínimo a lo largo de la vida útil de la instalación (deben compararse los costes totales de inversión y los de funcionamiento durante la vida de las instalaciones de iluminación).
- Gestión y mantenimiento: La mayor eficiencia de una instalación de iluminación, se consigue con una buena gestión y un mantenimiento adecuado, consistente en realizar un seguimiento constante de los parámetros de luminosidad y de seguridad.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO.

En el diseño de una instalación de iluminación interior deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Espacio a iluminar.

Los espacios deben clasificarse según la actividad visual a desarrollar (biblioteca, laboratorios, oficinas, aulas, piscinas,

pasillos...), el tiempo anual de utilización y lo aporte de luz natural que presenten.

- b) Parámetros de iluminación recomendados.

Para cada espacio existen niveles de iluminación recomendados que deben seguirse:

- Iluminancia media (lux).
- Rendimiento del color (Ra, IRC).
- Clase de deslumbramiento.

En la siguiente tabla pueden observarse los valores recomendados para distintos locales:

Tipo de dependencia		Iluminancia media (lux)	Clase de cegamiento	Índice de reproducción cromática (Ra, IRC)
Aula de enseñanza	General	300	B	70-80
	Pizarra			
Aula de informática, laboratorio	General	500	A	70-80
	Pizarra	300		
Aula de dibujo	General	750	A	90-100
	Pizarra	300		
Biblioteca	Zona lectura	500	B	70-80
	Ambiental	200		
Salón de actos	General	200	C	70-80
	Escenario	700	--	
Gimnasio		300	C	80-90
Aula de profesores		300	B	70-80
Cartografía		700	B	70-85
Dibujo técnico		700	B	80-90
Sala de ordenadores		400	B	70-85
Secretaría, Administración, Contabilidad		500	B	70-85
Sala de conferencias,		300	C	70-85

Tipo de dependencia	Iluminancia media (lux)	Clase de cegamiento	Índice de reproducción cromática (Ra, IRC)
Recepción, Atención al público			
Laboratorios, Talleres	500	B	70-85
Archivo	200	C	70
Centralita, Correos	300	C	70
Cocina	300	C	70-85
Locales auxiliares, Áreas de servicio	150	C	70
Sala de exposiciones	200	-	90
Sala de demostraciones	100-1000	-	90
Sala de conferencias, visitas	300	C	70-85
Sala de descanso, Cafetería/comedor, vestuarios	200	C	70-85
Corredores, Aseos	150	C	70-85
Almacenes	100	D	70

A continuación, se exponen algunas recomendaciones para el diseño de instalaciones:

- Agrupar en una misma zona las actividades semejantes y, en el caso en que esto no sea posible, adoptar una solución de iluminación media.
- Las actividades que requieran de mayor iluminación deben situarse en las zonas próximas a la iluminación natural.
- En zonas de trabajo interiores, el factor más importante es proporcionar iluminación adecuada en el plano de trabajo.

### 3. ELECCIÓN DE EQUIPOS

A la hora de seleccionar el tipo adecuado de luminaria, bombilla y equipo auxiliar, es necesario determinar, en primer lugar, la dependencia objeto de estudio, teniendo en cuenta la actividad que se va a realizar en ella.

#### 3.1. BOMBILLAS.

Para reducir costes (instalación, funcionamiento y mantenimiento), la elección de las bombillas debe hacerse considerando las siguientes características:

- Índice de reproducción cromática: A mayor índice de reproducción cromática más capacidad para reproducir los colores "verdaderos" de los objetos. Entre las bombillas que cumplan el rendimiento de color mínimo recomendado para la actividad a desarrollar, debe elegirse aquella que tenga mayor eficiencia (lum/W) y mayor vida útil.
- Eficacia luminosa (lum/W): Deben emplearse bombillas con eficacia luminosa igual o superior a 90 lum/W. A mayor eficacia luminosa menor número de bombillas y luminarias, lo que supone una menor inversión inicial y menores costes de funcionamiento.
- Vida útil: A mayor vida útil, menores costes de mantenimiento. Conviene instalar bombillas con una vida útil superior a las 12.000 horas.

A continuación se presenta una tabla comparativa de los diferentes tipos de bombillas utilizadas en iluminación interior, en la que se indica también su campo de utilización recomendado.

Tipo bombilla	Eficacia (lumen/w)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Encendido en caliente	Uso recomendado
Halógenas (**)	13 a 25	2.000-5.000	100	Instantáneo	Iluminación localizada, decorativa
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000-79.000	60-90	Instantáneo	General

Tipo bombilla	Eficacia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Encendido en caliente	Uso recomendado
Fluorescentes compactas	65 a 90	6.000-15.000	80	Instantáneo	General, localizada, decorativa
Inducción	65-80 (***)	60.000	80-89	Instantáneo	General
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000-16.000	50-60	10 minutos	General
Halogenuros metálicos	70 a 120	10.000-16.000	60-95	15 minutos	General, localizada
Vapor de sodio de alta presión	66 a 150	12.000-18.000	20-65	1 a 15 minutos	General
LED	10 a 20	100.000	75-80	Instantáneo	Balizamiento, señalización

\*IRC: índice de rendimiento del color.

\*\*Debido a su bajo rendimiento este tipo de bombilla so conviene utilizarla para iluminaciones de corta duración.

\*\*\*Teniendo en cuenta el consumo del sistema (bombilla, antena, generador de HF)

En lo referente a la temperatura de color, el tipo a emplear depende de la actividad que se realice, tal y como se refleja a continuación:

Temperatura de color de la bombilla	Actividad
Tonos cálidos: < 3.000 K	Áreas de descanso. Salas de espera. Áreas de recreo.
Tonos neutros: 3.300-5.000 K	Áreas con importante aportación de luz natural Tareas visuales medias
Tonos fríos: 5.000 K	Tareas visuales de alta concentración

#### Especificaciones técnicas recomendadas para bombillas de interior:

- Marcada CE.
- Rendimiento:  $\geq 90$  lumen/watio.
- Vida útil:  $\geq 12000$  horas.
- Índice de reproducción cromática: igual o superior a lo recomendado para el tipo de actividad a desarrollar.

En líneas generales, puede indicarse que en las zonas de altura reducida (inferior a 5 metros), conviene emplear bombillas fluorescentes de elevado rendimiento, mientras que en las zonas de mayor altura conviene emplear bombillas de vapor de sodio a alta presión o de halogenuros metálicos.

### 3.2. LUMINARIAS.

La luminaria es el aparato de iluminación que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias bombillas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, fijación y protección de las bombillas y sus equipos auxiliares.

Las luminarias se caracterizan por los siguientes parámetros:

- Distribución fotométrica. Según el porcentaje de flujo en el hemisferio superior e inferior (C.E.I.): directa, semidirecta, directa-indirecta, semi-indirecta, indirecta.
- Rendimiento de la luminaria
- Sistema de montaje: techo, pared, superficie ...
- Grado de protección
- Clase eléctrica
- Cumplimiento de normativa específica.

Entre las luminarias que cumplan la clase de deslumbramiento se elegirán aquellas que tengan mayor rendimiento, utilizando siempre que sea posible iluminación directa.



**Especificaciones técnicas recomendadas para luminarias de interior:**

- Marcada CE.
- Compliances: EN 60598.
- Clase I o superior.
- Rendimiento en el hemisferio inferior  $\geq 70\%$ .
- Clase de deslumbramiento: igual o mejor que el recomendado según el tipo de actividad a desarrollar.
- IP mínimo: Ambientes limpios 20, Ambientes sucios 43.
- Cumplimiento de la normativa particular relativa a la dependencia en la que va a instalarse.

**3.3. EQUIPOS AUXILIARES.**

Las bombillas incandescentes, halógenas (excepto las de baja tensión) y de luz de mezcla no necesitan ningún equipo auxiliar para conectarse a la red, pero las bombillas de descarga, requieren balastos y algunas también arrancadores. A continuación se resumen brevemente los diferentes equipos auxiliares de las bombillas de descarga.

- Bombillas fluorescentes: Requieren un balasto electromagnético, un arrancador y un condensador, o bien un balasto electrónico que hace la función de esos tres elementos.
- Bombillas de vapor de mercurio de alta presión: Requieren un balasto inductivo y un condensador para compensar el factor de potencia, o bien un balasto electrónico.
- Bombillas de halogenuros metálicos: Requieren un balasto electromagnético, un arrancador y un condensador, o bien un balasto electrónico.
- Bombillas de sodio de alta presión: Requieren un balasto electromagnético, un arrancador y un condensador, o bien un balasto electrónico.

La eficiencia energética de los balastos varía en función del tipo de balasto, de la potencia y tipo de bombilla, y del número de bombillas asociadas al equipo. En la siguiente tabla se observa el porcentaje de pérdidas de los balastos, sobre la potencia de la bombilla, en función de estos factores:

Tipo de bombilla	Tipo de balasto		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de bajas pérdidas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
Halógenas de baja tensión	15-20%	10-12 %	5-7 %

En general, se recomienda la utilización de balastos electrónicos de bajas pérdidas o electrónicos regulables debido a que ofrecen múltiples ventajas en comparación con los electromagnéticos.

En las bombillas fluorescentes, conviene utilizar balastos electrónicos con precaldeo (estos son imprescindibles en aquellas que tienen tres o más encendidos al día, si no se quiere reducir drásticamente la vida útil de la bombilla).

**4. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL**

La implantación de sistemas de control reduce los costes energéticos y de mantenimiento de las instalaciones e incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación. Este control permite realizar encendidos selectivos y regulación de las luminarias durante diferentes períodos de actividad, o según el tipo cambiante de actividad, y permite conseguir ahorros de energía de hasta un 65%.

Existen cuatro tipos fundamentales:

- Regulación y control por el usuario mediante interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
- Regulación de la iluminación artificial según el aporte de luz natural.
- Encendido y apagado según presencia en la sala.
- Regulación y control por un sistema de gestión centralizado.

#### 4.1. CONTROL MANUAL O TEMPORIZADO.

El control manual por el usuario es una herramienta buena y sencilla, pero por desgracia no suene funcionar bien (muchas veces las luces están encendidas innecesariamente). Cuando se empleen interruptores manuales, conviene seguir estos consejos:

- Los interruptores deben estar etiquetados, indicando sobre que instalación o circuito actúan.
- Los interruptores deben estar separados entre sí para evitar que el usuario active varios con un solo movimiento de la mano.
- Las luminarias próximas a las ventanas deben accionarse de forma independiente de las otras.
- Conviene limitar lo más posible el número de luminarias accionadas por cada interruptor. En un local o sala, el número de interruptores no debe ser menor a la raíz cuadrada del número de luminarias instaladas.

Los interruptores temporizados pueden emplearse en aquellas dependencias donde la permanencia de personas tiene un tiempo limitado (por ejemplo, aseos).

Los interruptores horarios (de programa diario o semanal), pueden utilizarse para apagar las bombillas desde un cuadro de control en los períodos en los que las dependencias no se utilicen.

#### 4.2. CONTROLADORES DE LUZ NATURAL.

En la mayoría de los locales, puede aprovecharse la luz natural hasta una distancia de unos 4 metros desde las ventanas y durante la mayor parte del año, permitiendo reducir el flujo de las luminarias instaladas en esta zona.

Este sistema de control se basa en un sensor de luz, colocado habitualmente en el techo, que mide la cantidad de luz natural que penetra en el local y permite ajustar automáticamente la luz artificial necesaria para mantener el nivel de iluminación.

Existen dos tipos de sistemas de regulación:

- Todo/nada: la iluminación se prende o se apaga por debajo o por encima de un nivel de iluminación prefijado. El sistema debe tener cierto inercia para evitar encendidos y apagados de las bombillas motivados por variaciones transitorias del aporte de luz natural. Este modo de regulación puede causar molestias a los usuarios.
- Regulación progresiva: la iluminación va ajustándose progresivamente según lo aporte de luz exterior para mantener el nivel de luz prefijado. Esto se hace de forma sencilla mediante balastos electrónicos regulables controlados por una fotocélula.

Se recomienda la instalación de sistemas de regulación progresiva en todas las luminarias próximas a las ventanas y en aquellas zonas donde se requiera variar el nivel de iluminación según la tarea que se realiza en cada momento (por ejemplo, salas de reunión).

#### 4.3. CONTROL MEDIANTE DETECTORES.

Los detectores de presencia apagan la iluminación artificial cuando no hay nadie en el local que controlan. Hay cuatro tipos de detectores: de infrarrojos, por ultrasonidos, por microondas, e híbridos ultrasonidos-microondas. Este sistema se recomienda para zonas con ocupación intermitente, por ejemplo aseos.

#### 4.4. SISTEMA CENTRALIZADO DE GESTIÓN.

Este sistema permite la posibilidad de encendido y apagado de zonas mediante órdenes centrales, bien sea manuales o automáticas (apagado en los períodos de no utilización de los locales). Se puede proceder a la modificación de circuitos de encendido sin obras eléctricas, solamente modificando la programación. El sistema permite el control del estado y consumo de los distintos circuitos. El control centralizado debe disponer de forma simultánea de control local.

**Sobrecostes: Se incluyen costes y período de retorno de la sobreinversión en sistemas de regulación y control de la iluminación (mano de obra e IVA incluido), para valores medios de funcionamiento de 4.000 horas/año.**

Equipo	Inversión adicional	Retorno
Detector de presencia	30 euros	2 años
Balasto electrónico regulable (A1) + fotocélula (regulación en función del aporte de luz natural)	65 euros	4 años
Temporizador	80 euros	4 años
Interruptor horario	90 euros	3 años

## 5. MANTENIMIENTO

Con el paso del tiempo, la suciedad va depositándose en las luminarias, lo que unido a la disminución del flujo luminoso de las bombillas, hace que el nivel de iluminación inicial descienda sensiblemente. Los valores iniciales de iluminancia pueden volver a conseguirse limpiando las luminarias y las bombillas periódicamente y cambiando las bombillas al final de su vida útil.

Además, los vidrios de las luminarias deben limpiarse para mantener la transmisión de luz natural. Lo mismo puede decirse de las superficies de techos y paredes para mantener la reflectancia.

Al realizar el proyecto de iluminación, debe preverse la disminución de iluminancia provocada por la suciedad entre períodos de limpieza: hay que aplicar un factor de depreciación según el mantenimiento realizado sobre la instalación. Para reducir esta depreciación, en los locales con alto grado de contaminación conviene emplear luminarias estancas.

	Factores de reflexión recomendados
Paredes	0,5-0,7
Techos	0,7-0,8
Suelos	0,15-0,20
Mobiliario y equipos	0,20-0,40
Cortinas	0,50-0,70

## ENLACES

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)  
 Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)  
 Comité Español de Iluminación: [www.ceisp.com](http://www.ceisp.com)  
 International Commission on Illumination: [www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)  
 Associação Certificadora de Instalações Eléctricas: [www.certiel.pt](http://www.certiel.pt)  
 Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)  
 Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)  
 Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)  
 Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





**Bloque 6: Alumbrado Exterior**





## 1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los ayuntamientos, gran parte del consumo de energía eléctrica corresponde a la iluminación pública, lo que implica un coste elevado imputado a este concepto (hasta el 70% del gasto total en energía). Por este motivo es necesario un adecuado diseño y una buena gestión de estas instalaciones.

En este capítulo se incluyen consejos de optimización energética y sobre características de equipos, que el Gestor Energético Municipal debe tener en consideración cuando se renuevan las instalaciones de iluminación y cuando se plantean nuevas instalaciones. Estos consejos tienen en cuenta las reglamentaciones y normas que establecen los niveles máximos y mínimos de iluminación y buscan compatibilizar una óptima calidad del servicio de iluminación pública con un uso racional de la energía.

- Fase de diseño: a la hora de iniciar la realización de un proyecto de iluminación pública es necesario ajustar el diseño a las necesidades de utilización, introduciendo las tecnologías más adecuadas. De los tipos de instalaciones que cubren las necesidades planteadas deben elegirse aquellos que tengan un

coste mínimo, incluyendo los gastos derivados del funcionamiento a lo largo de la vida útil de la instalación.

- Gestión y mantenimiento: el correcto funcionamiento de una instalación de iluminación pública, y por tanto una mayor eficiencia energética de la misma, se consigue con un sistema adecuado de gestión y mantenimiento. Este sistema consiste, en general, en realizar un seguimiento constante de los parámetros de luminosidad y de seguridad.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

EFICIENCIA ENERGÉTICA		
$\epsilon = (S \cdot L_m)/P$		
Parámetro	Definición	Unidades
$\epsilon$	eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior	m <sup>2</sup> ·lux/W
P	potencia activa total instalada, lámparas y equipos auxiliares	W
S	superficie iluminada	m <sup>2</sup>
L <sub>m</sub>	luminancia media en servicio de la instalación, con el mantenimiento previsto	lux

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores: Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares, que es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar. Factor de mantenimiento, es la relación entre los valores de luminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales. Factor de utilización, es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

EFICIENCIA ENERGÉTICA		
$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u$		
Parámetro	Definición	Unidades
$\varepsilon_L$	eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares	$m^2 \cdot lux/W$
$f_m$	factor de mantenimiento de la instalación	valor p.u.
$f_u$	factor de utilización de la instalación	valor p.u.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores sea máximo.

A la hora de proponer una reforma de la instalación de alumbrado, se tendrán en consideración los siguientes aspectos:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado.
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas.
- El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible.
- El factor de mantenimiento de la instalación será el máximo alcanzable.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se exponen los parámetros que se deben tener en cuenta para la realización de proyectos de iluminación pública bajo los condicionantes de mayor eficiencia y ahorro energético, sin perder de vista los niveles mínimos de iluminación exigidos reglamentariamente para cada utilización.

Estas recomendaciones se basan en normas establecidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), la Comisión Europea de Normalización (CEN) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), así como en normas europeas EN. El principal objetivo de una iluminación pública es proporcionar fiabilidad de percepción, máxima seguridad y comodidad visual. El principal objetivo de una iluminación pública es proporcionar fiabilidad de percepción, máxima seguridad y comodidad visual.

### PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA FIABILIDAD DE PERCEPCIÓN

- Luminancia media de la superficie de la calzada:  $L_m$
- Uniformidad global,  $U_0$ :  $L_{min}/L_m$  (luminancia mínima / luminancia media)
- Deslumbramiento perturbador

### PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA COMODIDAD VISUAL

- Uniformidad longitudinal,  $U_1$ :  $L_{min}/L_{máx}$  (luminancia mínima / luminancia máxima)
- Deslumbramiento molesto:  $G$
- Guiado visual

Estos parámetros deben de tenerse en cuenta para conseguir una óptima instalación de iluminación pública. Previamente, y siguiendo los criterios de la Comisión Internacional de Iluminación (CEI), para fijar los niveles de calidad de una iluminación pública deben establecerse y diferenciarse las distintas zonas a iluminar. A continuación se muestra, a modo de referencia, una tabla indicativa de la clasificación de las vías públicas:

Clase de vía	Tipo de densidad de tráfico	Tipo de vía	Ejemplos	
Tráfico motorizado	A	Vías con calzadas separadas, libre de cruces a nivel y accesos totalmente controlados	Autopistas Autovías	
	B	Tráfico motorizado denso y de alta velocidad	Vías importantes para tráfico motorizado sólo pudiendo tener calzadas separadas para vehículos lentos y/o peatones	Carreteras nacionales Carreteras principales Circunvalaciones
	C	Tráfico motorizado denso de velocidad moderada o tráfico mixto denso de velocidad moderada y de alta velocidad	Vías públicas importantes para todo uso, rurales o urbanas	Carreteras radiales
Tráfico mixto	D	Tráfico mixto lento del cual la mayor parte es tráfico lento o de peatones	Vías públicas urbanas o de centros comerciales. Todas las vías con tráfico mixto denso y lento o gran circulación de peatones	Carreteras Calles comerciales Calles industriales
	E	Tráfico mixto de velocidad limitada y densidad moderada	Vías de unión de zonas residenciales con la red general de vías (de clase A a la D)	Carreteras de unión Calles locales

En función de las diferentes vías públicas, el tratamiento que se debe aplicar para realizar el proyecto de iluminación es distinto. A modo de resumen, se indican en la siguiente tabla los estándares y niveles mínimos de calidad luminotécnica que se establecen para cada tipo de vía:

Clases de vía	Zonas próximas	Nivel de luminancia*	Uniformidad		Limitación del deslumbramiento	
		Luminancia media (cd/m <sup>2</sup> )	Uniformidad global U <sub>0</sub>	Uniformidad longitudinal U <sub>L</sub>	Índice de control de deslumbramiento (Gr)	Incremento de la entrada (%)
A	Cualquiera	2	0,4	0,7	6	10**
B	Claros	2		0,7	5	10
	Oscuros	1		0,7	6	10**
C	Claros	2		0,5	5	20**
	Oscuros	1		0,5	6	10
D	Claros	2		0,5	4	20
	Oscuros	1		0,5	4	20
E	Claros	1		0,5	4	20
	Oscuros	0,5		0,5	5	20**

(\*) La luminancia recomendada es la luminancia media en servicio de la calzada. Con el fin de mantener dicho nivel debe considerarse un factor de depreciación no mayor que 0,8, dependiendo del tipo de iluminaria y del grado de contaminación del aire. Para más detalles se vea la publicación CIE en °. 33. "Depreciación y mantenimiento de las instalaciones de iluminación pública".

(\*\*) En vista de la poca experiencia que se tiene respecto a la aplicación del concepto "incremento de la entrada" es preferible no llegar a valores que sean superiores a 0,7 veces el valor en la tabla.



En general y a modo de referencia pueden tomarse los siguientes niveles de iluminación para los distintos tipos de vía que se indican:

	Nivel medio de iluminación (lux)
Zonas peatonales	8-15
Zonas peatonales y de vehículos la baja velocidad	10-25
Zonas de vehículos la velocidad moderada	15-30

### 3. ELECCIÓN DE EQUIPOS

#### 3.1. LÁMPARAS

Para reducir costes (instalación, funcionamiento y mantenimiento), la elección de las lámparas debe hacerse teniendo en cuenta principalmente:

- Eficiencia lumínica (lum/W): deben utilizarse las lámparas de mayor eficiencia lumínica (igual o superior a 100 lum/W). A mayor eficiencia lumínica menor número de lámparas, luminarias y apoyos, lo que implica una menor inversión inicial y menores costes de funcionamiento.
- Vida útil: Cuanto mayor sea la vida útil son menores los costes de mantenimiento. Conviene instalar lámparas con una vida útil superior a las 12.000 horas.
- Calidad de iluminación: A mayor índice de reproducción cromática, mayor será la capacidad para reproducir los colores "verdaderos" de los objetos. En iluminación pública debe elegirse el índice estrictamente necesario para la zona a iluminar.

A continuación se incluye una tabla comparativa de los diferentes tipos de lámparas utilizadas en iluminación exterior, en la que se indica también su campo de utilización recomendado.

Tipo bombilla	Eficiencia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC *	Enc. en caliente	Uso recomendado
Halógena	13 a 25	2.000 - 5.000	100	Instantáneo	Iluminación de seguridad y de monumentos**
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000 - 79.000	60 - 90	Instantáneo	Túneles, pasos inferiores, puentes
Inducción	65-80***	60.000	80 - 89	Instantáneo	Calles urbanas
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000 - 16.000	50 - 60	10 minutos	Parques y jardines
Halogenuros metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Calles urbanas, zonas comerciales, monumentos
Vapor de sodio AP	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Calles urbanas, carreteras y autopistas, grandes espacios, monumentos
Vapor de sodio BP	100 a 200	12.000	NU LO	0,2 minutos	Carreteras y autopistas, túneles, pasos inferiores, balizamiento
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	instantáneo	Balizamiento, señalización

\*IRC: índice de rendimiento del color.

\*\*Debido a su bajo rendimiento este tipo de bombilla solamente conviene utilizarla para iluminaciones de corta duración.

\*\*\*Tendo en cuenta el consumo del sistema (bombilla, antena, generador de HF)

### 3.2. EQUIPOS AUXILIARES: BALASTOS

Las lámparas de descarga necesitan disponer de algún dispositivo estabilizador de la corriente (balastos) y además, en algunos casos es necesario un elemento de arranque (arrancador) y un elemento para corregir el factor de potencia (condensador). En los balastos se producen unas pérdidas de energía que dependen del tipo de balasto (electromagnético o electrónico) y del tipo y la potencia de las lámparas.

En la siguiente gráfica se observa el porcentaje de pérdidas de estos equipos, sobre la potencia de la bombilla, en función de estos factores:

Tipo de lámpara	Tipo de balasto		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de bajas pérdidas	Electrónico
Fluorescencia	20-25 %	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20 %	8-12 %	6-8 %
Halógenas de baja tensión	15-20 %	10-12 %	5-7 %

Como se puede observar en el cuadro anterior, los balastos electrónicos tienen menores pérdidas que los electromagnéticos. Además, los balastos electrónicos estabilizan y regulan la tensión con lo que contribuyen a alargar la vida de las lámparas y que mantenga sus características a lo largo del tiempo, por otra parte aseguran el corte automático de la alimentación cuando la lámpara está defectuosa. En una instalación con balastos electromagnéticos un 1% de sobretensión implica un 3% de consumo adicional y un funcionamiento permanente con una subtensión del 7% puede aumentar la mortalidad de las lámparas y de los equipos en un 50%. Esto se evita con los balastos electrónicos. La diferencia de precio entre ambos tipos (los electrónicos son más caros) se amortiza en unos seis años de funcionamiento de las instalaciones.

#### BALASTOS ELECTRÓNICOS

##### Ventajas:

- Reducción de consumo superior al 25% respecto a uno electromagnético de bajas pérdidas.
- Incremento de la eficacia de la lámpara (hay que instalar menos lámparas para obtener el mismo nivel de iluminación).
- Incremento de la vida de la lámpara hasta un 50%. Reducción de costes de mantenimiento.
- No se necesita arrancador para el encendido de la lámpara, lo que implica otra reducción de costes de mantenimiento.
- No se necesita condensador para la corrección del factor de potencia, puesto que la demanda de energía reactiva de los balastos electrónicos es despreciable.
- Se eliminan los ruidos producidos por los equipos.
- Nivel de iluminación constante, no afectado por las variaciones de tensión.
- Incorporan protección contra sobretensiones.
- Desconexión automática de lámparas defectuosas o agotadas.
- Posibilidad de regular el nivel de iluminación.

##### Inconvenientes:

- Coste más elevado que los balastos electromagnéticos.

Existen también balastos, tanto electrónicos como electromagnéticos, con posibilidad de reducción de la potencia y del flujo luminoso emitido por la bombilla (balastos de doble nivel). Por otra parte, las lámparas de inducción requieren un generador de alta frecuencia adaptado al tipo de lámpara, el cual se debe adquirir conjuntamente con la lámpara.



### 3.3. LUMINARIAS

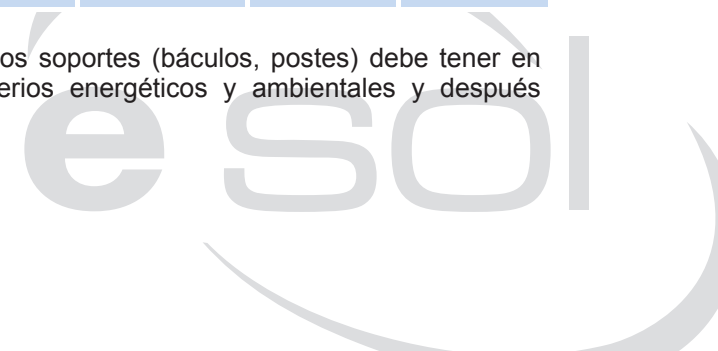


Se define luminaria como todo equipo que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para su fijación y protección. En definitiva, la luminaria es el dispositivo que distribuye la luz proporcionada por la lámpara. Desde el punto de vista energético, para la selección de una luminaria deben tenerse en cuenta tres criterios principales:

- a) Rendimiento de la luminaria ( $\eta = \text{Flujo luminaria} / \text{Flujo bombilla}$ ): Debe observarse el rendimiento de la luminaria en el hemisferio inferior y en el superior. Para evitar contaminación lumínica debe reducirse al máximo la emisión en el hemisferio superior (conviene elegir luminarias de rendimiento en el hemisferio superior nulo o próximo a cero) y para maximizar el aprovechamiento de la luz emitida por la lámpara deben elegirse luminarias de elevado rendimiento en el hemisferio inferior. La elección de luminarias de alto rendimiento permite reducir la potencia y el número de los puntos de luz, con el consiguiente ahorro de energía.
- b) Factor de depreciación y mantenimiento: La disminución de la luminancia con el tiempo está motivada principalmente por la disminución del flujo emitido por las lámparas debido a su envejecimiento y debido a factores como el ensuciamiento, humedad, etc. La utilización de luminarias de elevado índice de protección contra polvo y agua permite mantener los niveles de iluminación con el tiempo y reduce costes de mantenimiento.
- c) Deslumbramiento: Para reducir los efectos de deslumbramiento e implantar instalaciones de iluminación eficientes, se aconseja limitar las potencias de las fuentes de luz en función de la altura de implantación, según se recoge en la siguiente tabla.

Altura implantación (m)	Flujo lumínico recomendado (lm)	Tipo de lámpara			
		Vapor de sodio AP (W)	Halogenuros metálicos (W)	Vapor de mercurio (W)	Vapor de sodio BP (W)
5	5.000	50 - 70	70	50 - 80 -125	18 - 35
8	7.500 - 17.000	100 - 150	100 - 150	250	55-90
10	17.000 - 32.000	150 - 250	150 - 250	400	135
12	32.000 - 56.000	250 - 400	250 - 400	700	180
15	56.000 - 90.000	400 - 600	400 - 600	1.000	---
20	90.000 - 130.000	600 - 1.000	600 - 1.000	---	---

La elección de la altura de los soportes (báculos, postes) debe tener en cuenta en primer lugar criterios energéticos y ambientales y después

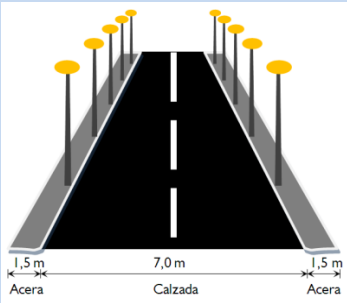
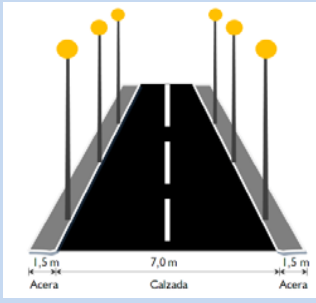


criterios estéticos. Las luminarias deben elegirse en función de sus prestaciones fotométricas y el control de la contaminación lumínica.

A continuación se muestra un ejemplo comparativo de una instalación con una luminaria tipo globo, con un índice de protección IP-55 y un flujo de lámpara al hemisferio superior (FHS-inst.) de un 40%, con otra luminaria de índice IP-66 y con un FHS-inst. de 0%.

### EJEMPLO – COMPARACIÓN ENTRE LUMINARIAS

Características de la vía: La vía a iluminar tiene una anchura de 10 m y una longitud de 500 m. Se trata de una vía peatonal con tráfico rodado, para la cual el nivel de iluminación recomendado se encuentra entre 10 y 25 lux. La instalación dispondrá de un sistema de encendido inteligente y de un sistema de doble nivel.

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
<b>Luminaria</b>	Tipo globo. IP 55. FHS-inst de 40%	Tipo globo. IP 66. FHS-inst de 0%
<b>Altura</b>	3 m	7 m
<b>Distancia entre luminarias</b>	15 m	30 m
<b>Instalación</b>	En paralelo, intercaladas	En paralelo, intercaladas
<b>Lámpara</b>	VSAP 100 W	VSAP 100 W
<b>Flujo luminoso</b>	9.600 lm	9.600 lm
	 <p>1,5 m Acera 7,0 m Calzada 1,5 m Acera</p>	 <p>1,5 m Acera 7,0 m Calzada 1,5 m Acera</p>
	<b>RESULTADOS OPCIÓN 1</b>	<b>RESULTADOS OPCIÓN 2</b>

<b>Nivel medio en servicio</b>	9,15 lux	11,85 lux
<b>Uniformidad media</b>	0,28	0,46
<b>Uniformidad extrema</b>	0,08	0,21
<b>Grado de deslumbr.</b>	2	7
<b>Nº pts. luz necesarios</b>	33	17
<b>Consumo energético</b>	11.253 kWh	5.797 kWh

### CONCLUSIONES

La utilización de una iluminaria más eficiente supondrá:

- Una mejora de los niveles de iluminación con la misma lámpara y menos puntos de luz (incremento de un 23%).
- Un ahorro energético, y en consecuencia económico, de unos 5.456 kWh/año.
- Un ahorro económico por reducción de los costes de mantenimiento y reposición de unos 300 €/año.
- Una reducción de la contaminación lumínica de la zona.
- Reducción del grado de deslumbramiento hasta 5 puntos.

La inversión de la instalación, en el caso de realizarla nueva, sería en el caso de la opción 1 de 45.000 euros, y en el caso de la opción 2 de 35.000 euros. A diferencia de precio para la inversión supone una disminución de 10.000 € en la opción 2, ya que:

- Aunque la iluminaria de la opción 2 sea más cara, al llevar un menor número de puntos de luz, supondrá una reducción de la inversión final a realizar.
- La menor cantidad de puntos de luz a instalar supondrá una menor potencia instalada que posibilita la utilización de conductores de menor sección con la consiguiente reducción de los costes.
- La menor potencia instalada en la opción 2 permitirá instalar equipos de doble nivel en cabecera de línea de menor potencia y menor coste.
- Asimismo, la utilización de menos puntos a más altura, supondrá una reducción de los costes en apoyos (columnas) y en arquetas con sus correspondientes tomas de tierra.

### 3.4. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y DE LAS PRESTACIONES

Es necesario efectuar un mantenimiento periódico de las instalaciones para conservar la eficacia energéticas de las mismas: limpiar luminarias, cambiar lámparas y condensadores, controlar los soportes.

En los contratos de mantenimiento de las instalaciones debe figurar el nivel de iluminación medio a mantener y la periodicidad de las operaciones de mantenimiento que se realizarán, con el objetivo de mantener ese nivel de iluminación.

### 3.5. AUTOMATIZACIÓN DE INSTALACIONES

#### a) Sistemas de encendido

Existen dos sistemas principales de prendido de instalaciones de iluminación pública, el interruptor crepuscular y el interruptor con reloj astronómico. El interruptor crepuscular permite el encendido y apagado de las instalaciones en función del nivel de iluminación natural, pero tiene como inconveniente principal la pérdida de sensibilidad con la suciedad. Al ensuciarse, las instalaciones funcionan más tiempo, lo que implica un consumo de energía innecesario. El interruptor con reloj astronómico es un aparato diseñado para el encendido y apagado de la iluminación pública, coincidiendo exactamente con las salidas y puestas del sol del lugar en el que se encuentre, cualquier día del año, utilizando como dato de situación la longitud y latitud del lugar. Respecto a una instalación con interruptor crepuscular, el reloj astronómico permite reducir el tiempo de funcionamiento de las instalaciones en un 5%, por el que el período de retorno de la inversión en este equipo (unos 300 euros) se amortiza en menos de un año.

#### b) Sistemas de regulación del nivel de iluminación.

En las instalaciones de iluminación pública con lámparas de descarga puede reducirse el consumo energético en las horas de madrugada o en circunstancias de menor exigencia visual mediante la reducción del flujo luminoso. Para conseguir esta reducción existen tres sistemas principales: los balastos electromagnéticos de doble nivel, los reguladores de la

tensión en cabecera de línea y los sistemas basados en balastos electrónicos.

#### *Balastos electromagnéticos de doble nivel:*

Estos equipos actúan independientemente sobre cada lámpara (es necesario instalar un equipo por lámpara), reduciendo la tensión de alimentación al recibir una señal programada, que se traduce en una reducción del consumo y de la cantidad de luz emitida. Dentro de estos equipos se encuentran las unidades reductoras de consumo con línea de mando, que necesitan una línea de mando adicional a la línea de la iluminación pública para poder actuar sobre las lámparas. Además, suelen llevar un reloj y un contactor en el cuadro de mando donde se programa la hora de entrada en funcionamiento del doble nivel. A través de la programación del reloj puede elegirse cuando se realiza la reducción de consumo. También pueden utilizarse unidades reductoras de consumo sin línea de mando. Este tipo de equipos actúan sobre las lámparas a través de la programación que tiene cada equipo. Esta programación puede realizarse a través de microinterruptores que lleva el propio equipo o puede venir programado de fábrica. El inconveniente de este tipo de unidades reside en la dificultad de cambiar en un momento dado la programación, ya que tendría que realizarse la actualización punto por punto, el que representa un elevado coste.

#### *Reductores de flujo en cabecera de línea:*

Estos equipos, instalados junto al cuadro de mando, protección y medida, actúan de la misma forma que a las unidades reductoras de consumo, con la diferencia de que, en vez de realizar la modificación de la tensión de forma independiente sobre cada lámpara, actúan sobre el conjunto de la instalación. Es decir, el reductor de flujo baja la tensión de alimentación al conjunto lámpara-balasto, para obtener disminuciones de potencia en torno al 40 % para reducciones de flujo luminoso del 50 %. Estos equipos están constituidos básicamente por un transformador de salidas múltiples, un reloj para establecer el período de reducción y conmutadores para elegir la tensión de salida. El reductor de flujo debe estar dotado de estabilización de la tensión y regulación independiente por fase. El principio de funcionamiento de este equipo se basa en un autotransformador, que se alimenta directamente de la tensión de red en



su circuito primario. Sus tomas en el circuito secundario van unidas a la salida a través de los interruptores estáticos de la unidad electrónica. Al activarse la orden de ahorro en un momento dado, el microprocesador, en cada fase, irá disminuyendo lentamente esta tensión de referencia en rampa, de forma que la salida permanezca estabilizada, incluso, durante el transcurso de la misma.

#### *Sistemas de gestión centralizada:*

Estos sistemas tienen como objetivo reducir los costes de mantenimiento y el consumo de las instalaciones. Existen muchos sistemas de gestión diferentes, pero los más completos están constituido por las siguientes unidades:

##### **Unidad de punto de luz**

Recoge la información del estado de la lámpara y de su tensión, de los equipos auxiliares y de la apertura de la puerta del soporte (se existe) y la transmite a la unidad de cuadro de mando.

##### **Unidad de cuadro de mando**

Mide las tensiones de suministro, intensidades, potencia activa y reactiva, energía consumida (diariamente y acumulada). Controla el encendido y apagado de la instalación. Transmite y recibe información de la unidad de control remoto mediante módem telefónico, telefonía móvil o radio.

##### **Unidad de control remoto**

PC con software de control específico. Recibe la información de las unidades de cuadro de mando y envía órdenes de funcionamiento. Emite diariamente los partes de avería derivados de la información recopilada. Permite configurar los parámetros de funcionamiento de la instalación y conocer en todo momento el estado de los distintos componentes. Con balastos electrónicos puede regularse el nivel de iluminación entre un 20% y un 100%, mediante la regulación de la potencia entre un 35% y un 100%.

## **4. AUDITORÍA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES**

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía ha publicado un PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR. El objeto de este documento es facilitar un procedimiento de actuación con el alcance de los trabajos para la realización de una auditoría energética de instalaciones de alumbrado público exterior.

La auditoría energética debe abarcar a todas las instalaciones de alumbrado público de titularidad municipal, tanto ejecutadas por el propio Ayuntamiento como recibidas o asimiladas de promociones privadas, abarcando tanto a la iluminación vial, sea funcional o ambiental, como a la ornamental y a cualquier otro tipo de instalación de iluminación exterior fija que se considere susceptible de incluir en la auditoría.

El alcance de los trabajos a realizar será el siguiente: en una primera etapa se procederá a la toma de datos inicial, posteriormente se procederá a la auditoría energética de cada una de las instalaciones de alumbrado, las últimas etapas contemplan el análisis del cumplimiento de normativas y la elaboración de propuestas de actuación.

El trabajo a desarrollar en la auditoría debe permitir conocer el estado físico de las instalaciones de alumbrado respecto a un uso racional de la energía que consumen y a su aptitud para cumplir el fin para el que fueron diseñadas y ejecutadas, cumpliendo la normativa que le sea de aplicación.

El punto de partida del presente trabajo es el acceso a la información de base del diseño y características de las instalaciones de alumbrado, con los criterios asumidos en su día como premisas respecto a la funcionalidad perseguida en los espacios iluminados.

Esta información deberá ser aportada por los servicios técnicos del Ayuntamiento, al estar contenida en la documentación y planos de los proyectos originales y replanteos o reformas acometidas con posterioridad.

Analizada esta información de base, el Auditor procederá a realizar una labor de campo in situ para la toma de datos de la situación actual de las instalaciones de alumbrado que sirva para la realización de los distintos análisis técnicos. Para ello, realizará sobre cada una de las instalaciones de alumbrado público el análisis de los elementos integrantes de la misma.

El Auditor realizará las mediciones correspondientes de todos los parámetros eléctricos, como pueden ser: tensión entre fases, fases y

neutro, corriente en cada fase, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, etc.

Igualmente, realizará las mediciones y cálculos de los parámetros lumínicos de cada tipo de instalación: flujos luminosos y niveles de iluminación, luminancias e iluminancias, etc. Para la realización de estas mediciones y la obtención de los datos necesarios, el Auditor deberá disponer de los equipos de medida necesarios, tales como: registradores de intensidad y tensión, tenaza amperimétrica y voltimétrica, analizador de redes, luxómetro, etc. A tal efecto, y con carácter enunciativo y no limitativo, se analizarán los aspectos citados a continuación.

**1) Inventario desglosado de la instalación y de sus componentes**

Identificación de la situación de cada uno de los centros de mando existentes, sus elementos, su estado, etc.	
Cuadros eléctricos de mando y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de los componentes.</li> <li>- Características mecánicas.</li> <li>- Características eléctricas.</li> <li>- Protecciones.</li> <li>- Líneas de salida.</li> <li>- Puntos de luz por línea.</li> <li>- Características de los puntos.</li> </ul>
Identificación de cada uno de los suministros eléctricos a cada cuadro de mando y control	
Líneas de distribución y acometida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de líneas.</li> <li>- Ubicación y características.</li> <li>- Secciones.</li> <li>- Protecciones.</li> </ul>
Identificación de los puntos de luz en cuanto a su distribución, que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Puntos de luz. Disposición	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación.</li> <li>- Características.</li> <li>- Disposición.</li> <li>- Tipología.</li> </ul>
Identificación de todas y cada una de las luminarias en cuanto a sus características, que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Tipo de luminarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación.</li> <li>- Características.</li> <li>- Disposición.</li> <li>- Tipología.</li> </ul>

Identificación de todas y cada una de las lámparas en cuanto a sus características, que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Tipos de lámparas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Identificación.</li> <li>- Potencia.</li> <li>- Tipología.</li> </ul>
Identificación de todos y cada uno de los equipos de arranque de las lámparas en cuanto a sus características, tipo electromagnético o electrónico, nivel de encendido, etc., que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Equipos de encendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Identificación de los elementos</li> <li>- Sistema.</li> <li>- Posibilidades de variación.</li> </ul>
Identificación de cada uno los sistemas de regulación y control, por lámpara, por línea o general, que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Sistemas de regulación y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Sistema.</li> <li>- Capacidad del mismo.</li> </ul>
Identificación de todas y cada una de las protecciones, tanto de entrada como de salida de línea, que pertenecen a cada cuadro de mando y control	
Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Tipología.</li> </ul>
Realización de una valoración general de la situación y estado de cada uno de los componentes en cada instalación	
Valoración general	



## 2) Análisis funcional de las instalaciones

Se realizará un análisis de la tipología de funcionamiento de las distintas instalaciones de alumbrado

- Tipos de vía.
- Niveles de iluminación (Iluminancia)
- Niveles de iluminación (luminancia)
- Flujo hemisférico superior instalado
- Parámetro y criterios de calidad
- Uniformidades x Parámetros eléctricos
- Cumplimiento del REBT-ITC-09

## 3) Análisis energético de las instalaciones

Se analizarán los parámetros de consumo y eficiencia energética

- Potencia instalada
- Potencia reducida
- Elementos de medida
- Elementos de reducción de potencia
- Sistemas de maniobra y protección.
- Índices de eficiencia energética.
- Coeficientes de utilización.
- Rendimiento de la instalación.

## 4) Mantenimiento y gestión. Horarios de funcionamiento

Es importante conocer bajo qué condiciones se está gestionando y manteniendo cada una de las instalaciones que conforman el alumbrado público del municipio

- Régimen de funcionamiento general.
- Régimen de funcionamiento reducido.
- Régimen general de utilización.
- Horario anual de funcionamiento.

La fase de auditoría energética contempla el análisis de la información obtenida, persiguiendo repartir el gasto energético por ratios relativos a la actividad desarrollada o el servicio atendido, y evaluando la eficiencia de los distintos equipos e instalaciones, determinando con ello las posibles actuaciones a acometer para su optimización en el gasto energético o su adecuación a normativas y reglamentos.

En este sentido, el análisis de eficiencia energética versará en gran medida sobre el diseño de este tipo de instalaciones, basándose en aspectos relativos a la definición de espacios iluminados, implantación de sistemas de regulación y control, optimización de potencias instaladas, limitación del resplandor luminoso y de la luz intrusa, y de todo ello, valorando la calidad de las instalaciones en estos aspectos.

Igualmente, se analizarán las posibles pautas, procedimientos o sistemas adoptados en el municipio para el uso racional de la energía en sus instalaciones de alumbrado, como programas de gestión, de contabilidad energética, etc.

La presentación de los resultados seguirá el guión establecido en este documento y deberá reflejar los datos obtenidos en la cumplimentación del cuestionario de características, las mediciones realizadas sobre equipos, instalaciones y espacios iluminados, los ratios o consumos específicos obtenidos, así como la evaluación del grado de eficiencia de aquellos sistemas o subsistemas que se considere afectan de forma propia al consumo global de las instalaciones. Se incluirá una evaluación técnica del funcionamiento de cada instalación, con observaciones relativas a las medidas correctoras que se deberían adoptar para la perfecta explotación de la misma. El Auditor propondrá las reformas que fueran precisas para alcanzar el máximo ahorro energético en la explotación de las instalaciones y el cumplimiento de los parámetros de calidad de las mismas, en función del análisis de todos los datos obtenidos del estudio de la instalación.

Las posibles mejoras serán valoradas en términos energéticos y económicos. El documento final incluirá el escenario de la situación actual del alumbrado en el municipio mediante un cuadro resumen donde se refleje el nº de puntos de luz, la potencia instalada, las horas de funcionamiento anuales y su consumo y coste anuales de energía. Este mismo cuadro se cumplimentará para el escenario futuro, asumidas las reformas propuestas, y con las consecuencias energéticas y económicas derivadas de su implantación.

La evaluación económica incluirá el alcance de la realización de las medidas propuestas, así como los periodos de amortización propuestos de menor a mayor: medidas con periodo de amortización menor de un

año, medidas con periodo de amortización menor de tres años y medidas con periodo de amortización superior a tres años.

El informe final será complementado, en sus distintos capítulos, con información descriptiva de aquellas técnicas o nuevas tecnologías que le fueran de aplicación, puestas en el mercado para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y la reducción de su impacto ambiental: lámparas de menor consumo específico, luminarias con limitación de flujo al hemisferio superior, sistemas de regulación y control, etc.

#### **ENLACES:**

---

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)  
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)  
Comité Español de Iluminación: [www.ceisp.com](http://www.ceisp.com)  
International Commission on Illumination: [www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)  
Associação Certificadora de Instalações Eléctricas: [www.certiel.pt](http://www.certiel.pt)  
Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)  
Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)  
Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)  
Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





## **Bloque 7: Transporte**

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento del transporte en el interior y los alrededores de las áreas urbanas genera relevantes efectos negativos como la congestión de las vías, emisiones y accidentes. La necesidad de un transporte urbano más sostenible está aumentando la relevancia de las actividades de I+D que abordan estas cuestiones. Las áreas principales actuales de desarrollo tecnológico en relación al transporte urbano son las fuentes alternativas de energía y los sistemas de gestión de transporte.

## 2. PLANES DE MOVILIDAD

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) es un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles (peatonal, bicicleta, transporte público) dentro de una ciudad o área de influencia; es decir, de modos de transporte que hagan compatibles el crecimiento económico, la cohesión social y la defensa del medio ambiente, garantizando así una mejor calidad de vida para los ciudadanos. Los PMUS reportan al municipio una serie de beneficios:

Disminución de atascos y de los efectos derivados de la congestión: ruido, contaminación atmosférica, contribución al efecto invernadero y accidentes.

Disminución del consumo de energías no renovables, promoviendo el consumo de combustibles renovables (biocombustibles), y otras energías más limpias.

Reducción del tiempo de los viajes.

Mejora de los servicios de transporte público.

Recuperación del espacio público disponible, al destinarse menos al tráfico y a las infraestructuras.

Mejora de las condiciones de accesibilidad para todos, incluidas las personas de movilidad reducida.

Mejora de la salud de los habitantes gracias a la reducción de la contaminación y el ruido, a la promoción del uso de la bicicleta y la delimitación de áreas urbanas de baja contaminación.

Mejora de la calidad del medio ambiente urbano.

Las fases de elaboración de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible, de manera general, pueden englobarse en las seis siguientes:

### Fase A: Organización y arranque del proceso

A1 – Promoción de la iniciativa

A2 – Establecimiento del Plan y organización del trabajo

### Fase B: Prediagnóstico y Objetivos Generales

#### Fase C: Análisis y Diagnóstico Global

C3 – Prediagnóstico

C4 – Esbozo de Objetivos Generales

C5 – Recogida de datos

C6 – Análisis y Diagnóstico

### Fase D: Elaboración del Plan

D7 – Definición de objetivos específicos

D8 – Selección de medidas

D9 – Definición de indicadores

D10 – Definición de escenarios

D11 – Establecimiento de una estrategia

D12 – Redacción del plan

D13 – Búsqueda de financiación

### Fase E: Puesta en práctica del Plan

E14 – Participación pública

E15 – Puesta en marcha del Plan de Acción

### Fase F: Seguimiento, evaluación y medidas

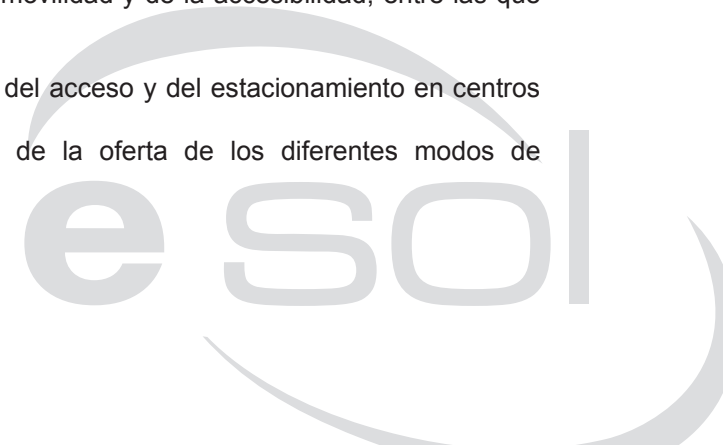
F16 – Seguimiento

F17 – Evaluación

F18 – Medidas correctoras

Los planes de movilidad urbana sostenible se desarrollarán mediante políticas de regulación de la movilidad y de la accesibilidad, entre las que se incluyen:

- Regulación y control del acceso y del estacionamiento en centros urbanos.
- Desarrollo y mejora de la oferta de los diferentes modos de transporte público.



- Desarrollo de medidas de integración institucional, tarifaria y física de los diferentes sistemas de transporte público y su intermodalidad.
- Potenciación de estacionamientos de disuasión en las estaciones o paradas de las afueras de las ciudades o en el ámbito metropolitano.
- Ordenación y explotación de la red principal del viario, en relación a los diferentes modos de transporte.
- Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta, mediante la construcción y/o reserva de espacios y la supresión de barreras arquitectónicas, para el peatón y la bicicleta, en un entorno adecuado, seguro y agradable para los usuarios.
- Gestión de la movilidad en aspectos relativos a grandes centros atractores.
- Regulación de la carga, descarga y reparto de mercancías en la ciudad.

Los planes de movilidad urbana han de ser implantados por la Administración Local, y deberían contar con el apoyo de la Administración Regional y de la Administración General del Estado. Cada municipio ha de desarrollar las medidas que mejor se adapten a sus circunstancias y características. Las medidas a aplicar para abordar la resolución de los problemas de movilidad en el entorno urbano es uno de los puntos fundamentales del proceso. Hay que tener en cuenta que mediante la combinación de medidas se definen las estrategias, y que una adecuada combinación de las medidas puede potenciar considerablemente los efectos derivados de su implantación. Por tanto, es importante definir la adecuada combinación de medidas que permita desarrollar una estrategia óptima, tanto por su efectividad, como por la reducción de costes y la aceptación social.

Las posibles medidas de implantación que establece el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), en su documento "Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible", se pueden clasificar según las siguientes áreas de intervención:

### **A) Medidas de control y ordenación de tráfico**

- *Templado de tráfico, zona 30:* El templado del tráfico es una medida encaminada a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos que circulan por una zona para conseguir una utilización peatonal confortable y segura del espacio público. Zona 30 es el conjunto de calles en las que se establece un templado de tráfico, imponiendo limitación de velocidad a 30 km/h, muchas veces reforzado mediante actuaciones sobre la calzada (badenes y estrechamientos de calzada).
- *Regulación de intersecciones con prioridad para autobuses y tranvías:* Una forma de potenciar el uso del transporte público es el de mejorar sus prestaciones. Con esta medida se reduce el tiempo de viaje en transporte público, convirtiéndose así en un modo más competitivo frente al vehículo privado. Dentro de este apartado es especialmente interesante la prioridad semafórica para autobuses y tranvías en intersecciones, que consiste en un sistema de detección de proximidad de autobuses, de forma que los semáforos se vayan abriendo al paso de los autobuses para minimizar el tiempo de viaje en este medio.
- *Circunvalaciones:* A la hora de abordar los problemas de congestión en las vías urbanas se deben priorizar las actuaciones encaminadas a realizar una utilización más eficiente de las infraestructuras existentes (promocionando el uso de los modos no motorizados, el transporte público y los vehículos de alta ocupación), frente a las actuaciones basadas en el aumento de la capacidad y la construcción de nuevas vías. Para ello deberá hacerse un análisis riguroso de las necesidades del sistema, desarrollándose un estudio integral del conjunto de la red viaria que permita conocer de forma real cuáles son estas necesidades y promoviendo además el desarrollo de una intermodalidad. Todo lo anterior supone que se haya de estudiar el diseño de las circunvalaciones en colaboración con las diferentes Administraciones para que no se favorezca la dispersión urbana, lo que provocaría nuevos problemas ambientales y de movilidad.

### **B) Medidas de gestión y limitación del aparcamiento para el vehículo privado:**

Este tipo de medidas pueden ir encaminadas a la regulación del estacionamiento en viario, como el caso de la zona azul o de los aparcamientos reservados para residentes, o también a la regulación de aparcamientos públicos externos a la red viaria (afectando al número de plazas y al régimen de tarifas). Este tipo de medidas serían competencia del propio Ayuntamiento. También sería competencia del Ayuntamiento la intervención sobre la dotación de plazas de aparcamiento en edificios y parcelas exigidas en planeamiento. Sin embargo, otro tipo de medidas puede estar asociado a otros actores, como por ejemplo la limitación de aparcamientos en zonas empresariales o en centros comerciales y de ocio.

### **C) Medidas de potenciación del transporte colectivo**

- *Intercambiadores:* Los intercambiadores son nodos del sistema de transporte público. En ellos hay una gran accesibilidad, lo que les convierte en puntos estratégicos de la red de transportes. Estos polos se pueden convertir en centros de actividad comercial y social, por lo que su interés va más allá de los aspectos estrictamente ligados al transporte.
- *Carriles bus, plataformas reservadas y carriles para vehículos de alta ocupación:* La reserva de espacio exclusivo, tanto para autobuses como para vehículos de alta ocupación, tiene un doble efecto positivo: por un lado, mejora considerablemente los tiempos de viaje del transporte público, haciendo de él un modo más competitivo, pero además tiene un efecto psicológico sobre el usuario del vehículo privado, que al ver desde el atasco la fluidez del sistema de transporte público se encuentra más dispuesto a cambiar de modo de transporte.
- *Sistemas de transporte público:* Cualquier mejora del sistema, ya sea por ampliación de la red, mejora de frecuencias, renovación de flotas... y especialmente una buena interconexión entre metros, tranvías y autobuses, es una forma clara y directa de

fomentar su uso, aunque suele requerir grandes inversiones (sobre todo los modos ferroviarios).

- *Sistemas tarifarios integrados:* Un sistema tarifario integrado supone la unificación de títulos de viaje y tarifas en transporte público sin distinción de empresas sobre una determinada área, generalmente un área metropolitana de transportes. Ello implica una coordinación de los servicios para facilitar los transbordos entre las distintas empresas, generalmente llevada a cabo por un Consorcio de Transportes con competencias en el área de integración de tarifas.
- *Aplicación de nuevas tecnologías:* La introducción de las nuevas tecnologías para la mejora del servicio son también medidas a tener en cuenta, muy especialmente los sistemas de información del servicio en tiempo real o los títulos de transporte de lectura sin contacto.

### **D) Medidas de recuperación de la calidad urbana y ciudadana**

- *Mejora de la red de itinerarios peatonales principales:* Los itinerarios peatonales principales están constituidos por aceras, plazas y áreas totalmente peatonalizadas, áreas con distintos sistemas de coexistencia peatón-vehículo y bulevares o andenes centrales de paseos de cierta anchura. Esta medida consiste en tratar de subsanar los principales problemas que suelen afectar a estos itinerarios, como la falta de conexión entre diferentes áreas, tramos inconfortables, accesibilidad deficiente o falta de seguridad.
- *Red de itinerarios ciclistas:* Estrictamente, la circulación de bicicletas no precisa de infraestructuras específicas, ya que puede desarrollarse en la calzada junto con el tráfico rodado. Sin embargo, el aumento creciente de tráfico automóvil hace hoy en día difícil de integrar al ciclista en la calzada por el alto riesgo que ello supone. Por ello, con el objetivo de promover el uso de la bicicleta de forma más segura, se puede promocionar la creación de una red adecuadamente articulada de carriles exclusivos para las bicicletas.



- *Alquiler o préstamo de bicicletas:* El municipio puede disponer de una flota de bicicletas con vistas a fomentar su uso entre los ciudadanos, ya sea mediante el préstamo o el alquiler de las mismas.

### **E) Medidas específicas de gestión de la movilidad**

- *Transporte a la demanda:* El transporte a la demanda consiste en un sistema de autobuses o microbuses, planificado de forma que el servicio se presta al usuario cuando éste ha interactuado con el operador haciéndole llegar sus necesidades de transporte, todo ello a través de métodos telefónicos o telemáticos. Es decir, el servicio no se establece a no ser que haya una demanda previa del mismo. Este sistema está pensado como una solución para cubrir la demanda en zonas, franjas horarias o tipos de explotación en los que el servicio de transporte público no resulte económicamente rentable y que, por lo tanto, no se justifique la creación de un servicio de autobús convencional.
- *Promoción del viaje compartido en coche y viaje en coche multiusuario:* El viaje compartido en coche (también conocido como coche compartido o carpooling) consiste en coordinar e incentivar a los empleados que tengan su lugar de residencia próximos entre sí para que se pongan de acuerdo y acudan juntos al trabajo empleando un sólo automóvil, de uno de los trabajadores. Con ello se consigue reducir el número de vehículos circulando y aparcados, y reducir el coste global de transporte al repartirse los gastos entre varios. En muchos países se están creando entidades de lo que se denomina viaje en coche multiusuario (también conocido como carsharing), que es un sistema que ofrece la posibilidad de utilizar un vehículo cuando se necesita sin necesidad de ser propietario.
- *Peaje urbano:* El peaje urbano es el pago que se efectúa por acceder al centro de la ciudad en vehículo privado. Esta medida puede venir impuesta por una necesidad de preservar el medio ambiente urbano, o por la necesidad de reducir la congestión en la zona centro.

### **F) Medidas para mejorar la movilidad a personas de movilidad reducida**

- *Accesibilidad para la movilidad en el viario:* Esta medida contempla actuaciones para adecuar las aceras, pasarelas y pasos de peatones al tránsito de personas de movilidad reducida. Ello implica actuaciones del orden de rebajar las aceras en los pasos de peatones o preservar un ancho mínimo de las aceras y pasarelas.
- *Adecuación de paradas y vehículos de transporte público:* Con esta medida se pretende disponer de una flota y de unas infraestructuras de transporte público que se adecuen a las necesidades de las personas de movilidad reducida.

### **G) Medidas para la mejora de la movilidad de mercancías**

- *Control de la circulación de vehículos pesados:* La restricción de circulación a pesados consiste en impedir la circulación de pesados (a partir de un determinado peso o tamaño) dentro del área urbana, estableciendo un límite a partir del cual no pueden circular y, por lo tanto, a partir del cual su carga ha de ser fraccionada en vehículos de menor galibo para ser distribuida en ciudad.
- *Limitación de horarios:* Otra medida interesante a tener en cuenta para el control de la carga y descarga en ciudades es la limitación de los horarios en que se puede realizar. Gran parte de las operaciones de carga y descarga coinciden con la hora punta de tráfico de la mañana, empeorando sensiblemente las condiciones de tráfico y entorpeciendo a menudo el paso de los autobuses, precisamente en la franja horaria en la que pasan con mayor frecuencia.
- *Centros de transporte:* Los centros de transporte son los puntos dentro de la cadena logística establecidos en la periferia de la ciudad donde la carga de los vehículos pesados es fraccionada para ser distribuida en el interior de la ciudad. Con esta medida se

evita que vehículos de mercancías de gran galibo entren en la ciudad, soslayando el impacto que ello supone para el medio ambiente urbano.

#### **H) Medidas para la integración de la movilidad en las políticas urbanísticas**

- *Peatonalización:* La peatonalización es una medida ya muy aplicada a los centros históricos de las ciudades para preservarlos del deterioro que en ellos causa el paso del tráfico rodado. Esta medida es ampliable a otras zonas, con el fin de recuperarlas para el peatón y para la actividad comercial y de ocio.
- *Modelos urbanos orientados al transporte público en el planeamiento urbanístico:* Los objetivos de esta medida son reservar, desde las primeras fases de la planificación, un espacio para el transporte público y promover densidades que le permitan ser competitivo con el vehículo privado. Dentro de este tipo de medidas entraría también la posibilidad de que las juntas de compensación financien total o parcialmente las infraestructuras necesarias para la nueva red de transporte público necesaria, de la misma manera que financian la distribución y acometidas del resto de servicios urbanos.
- *Diseño de ciudades y barrios amigables orientados a una movilidad sostenible:* Se trata de diseñar la ciudad para los modos amigables, sobre todo de cara al peatón y a la bicicleta, implantando medidas ya comentadas, como el templado del tráfico, las zonas 30, áreas peatonalizadas o carriles bici.

#### **I) Medidas para mejorar la calidad ambiental y el ahorro energético**

- *Transporte público y flotas municipales (eléctricos, gas natural, biodiesel, etc.):* La adopción de este tipo de tecnologías por parte de las flotas municipales y de transporte público es una medida interesante desde varios puntos de vista: primero, porque es una fracción del parque móvil que contamina menos, pero además permite que las nuevas tecnologías vayan abriendo mercado y así

evolucionando, al mismo tiempo que contribuye a dar ejemplo y concienciar a la ciudadanía.

- *Distribución de mercancías:* La flota de distribución de mercancías en entorno urbano también es considerable, y sería positivo desde un punto de vista energético y medioambiental el fomentar flotas que incorporen nuevas tecnologías más respetuosas con el medio ambiente.
- *Nueva fiscalidad sobre los automóviles o los carburantes:* Mediante incentivos fiscales se pueden promocionar determinados tipos de vehículos o de carburantes; con ello se pretende promocionar las formas de propulsión alternativas que proporcionan los nuevos avances tecnológicos, desde el coche híbrido hasta los biocarburantes. También se pueden aplicar incentivos fiscales orientados a la renovación del parque móvil.
- *Carriles bici e itinerarios peatonales:* Hay que tener en cuenta que los modos amigables no consumen energía al no estar motorizados. Desde este punto de vista es interesante fomentar este tipo de desplazamientos. Con la creación de zonas de prioridad para estos modos, el peatón y la bici ganan un espacio propio, bien definido, donde los vehículos pasan a un plano secundario.

#### **J) Medidas para la mejora del transporte a grandes áreas y atractores de viajes**

Se trata de medidas dirigidas tanto a áreas de concentración industrial, empresarial o de servicios como a grandes centros de actividad que por sus características y volumen generen un número apreciable de desplazamientos, tanto de trabajadores como de usuarios-clientes (hospitales, centros de ocio, centros comerciales, universidades, etc.).

- *Políticas de localización de centros atractores:* Los grandes centros atractores de viajes deberán localizarse en áreas de buena accesibilidad en transporte público de tal modo que exista una alternativa eficaz al transporte privado motorizado.

- *Autobuses de empresa*: Mediante servicio de lanzadera entre un nodo o intercambiador de transporte público y el centro atractor o una ruta de autobús de empresa.
- *Líneas específicas de transporte público*: A menudo, las líneas de transporte público se suelen definir sobre la base de la movilidad general, que está muy orientada a población residente y a proporcionar accesibilidad a núcleos urbanos. Pero el desarrollo de grandes centros atractores de viajes concentrados en las periferias de las ciudades está generando nuevas demandas. Implantando líneas específicas de transporte público en estas áreas atractoras de viajes (especialmente viajes por motivo de trabajo) que conecten con un nodo de transporte con buena accesibilidad, se puede proporcionar la cobertura y la accesibilidad adecuadas a la demanda.
- *Horarios alternativos*: Mediante horarios flexibles u horarios comprimidos
- *Bonos de transporte en empresas*: Esta medida comprende ayudas económicas para sufragar el coste de los títulos de transporte. La mayor parte de las empresas que dan este tipo de ayudas sufragan entre el 50 y el 100% del coste mensual y, además, el precio de los títulos suele ser más reducido si es la empresa la que los compra.

### 3. FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

Actualmente existe un gran número de opciones, incluso ya comerciales, para transporte no basadas en combustibles derivados del petróleo. No obstante, actualmente es imposible predecir qué tecnologías emergerán como predominantes. Las tecnologías principales son:

A) *Hidrógeno y pilas de combustible*: Con el tiempo, el hidrógeno conjuntamente con las pilas de combustible, fundamentalmente tipo PEM, parece ser la tecnología más prometedora con aplicación en el transporte. Pero a día de hoy, esta tecnología todavía debe superar una serie de barreras, como pueden ser el rendimiento y durabilidad de las pilas, o las fuentes de obtención del hidrógeno. Actualmente la única forma de

obtención de hidrógeno a escala industrial y competitiva económicamente es a partir del reformado de gas natural. En una perspectiva a medio plazo, puede servir como alternativa para alcanzar la penetración de esta tecnología en el mercado, pero el pilar fundamental para el desarrollo de estos sistemas es que la producción de hidrógeno no dependa de fuentes fósiles. La obtención de hidrógeno a partir de fuentes renovables mediante la electrólisis del agua será la opción más limpia de obtención de combustible para el transporte, siendo además un sistema adaptable a las fuentes renovables predominantes en cada país o región.

B) *Híbridos*: La tecnología híbrida está disponible actualmente en el mercado y es altamente probable que durante los próximos 20 o 30 años forme parte de los sistemas de propulsión desarrollados por los distintos fabricantes, ya que son una opción para ahorrar energía y evitar emisiones. La opción actual en sistemas híbridos es la combinación de dispositivos eléctricos con motores de combustión interna, pero una de las posibilidades abiertas para el futuro es la combinación de propulsores de pila de combustible con baterías y motores eléctricos. Esta última puede ser una de las vías de introducción de las pilas de combustible en los sistemas de transporte.

C) *Vehículos Eléctricos*: La comercialización de vehículos eléctricos puros (Vehículos Eléctricos de Baterías) depende de manera fundamental del desarrollo de baterías apropiadas. A pesar de décadas de actividades de investigación y desarrollo, los descubrimientos tecnológicos decisivos en cuanto a baterías aún no se han alcanzado. Parece claro que nuevos avances en las tecnologías de baterías en sistemas de tracción en transporte implicarían cambios radicales tanto para el transporte como para el sector de la energía.

D) *Biocombustibles*: Los biocarburantes son combustibles producidos a partir de biomasa, por lo que son una fuente de energía renovable. Tienen grandes ventajas ya que contribuyen a disminuir la dependencia energética y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Los biocarburantes de primera generación principales son el biodiésel (alternativa al gasóleo) y el bioetanol (aditivo o sustituto de la gasolina). Los conocidos por biocombustibles de segunda generación son obtenidos mayoritariamente por síntesis.

Biocombustibles de primera generación (convencionales)			
Tipo de biocombustible	Nombre específico	Origen	Proceso de producción
Bioetanol	Bioetanol convencional	Remolacha azucarera, cereales	Fermentación e hidrólisis
Aceite vegetal	Aceite vegetal puro	Cultivos oleaginosos	Prensado/extracción
Biodiésel	Biodiésel de cultivos energ. RME FAME/FAEE	Cultivos oleaginosos	Prensado/extracción y transesterificación
Biodiésel	Biodiésel de residuos FAME/FAEE	Aceite de residuos	Transesterificación
Biogás	Biogás mejorado	Biomasa húmeda	Digestión
Bio-ETBE		Bioetanol	Síntesis Química
Biocombustibles de segunda generación			
Tipo de biocombustible	Nombre específico	Origen	Proceso de producción
Bioetanol	Bioetanol celulósico	Material lignocelulósico	Hidrólisis avanzada y fermentación
Biocombustibles sintéticos	BTL Biodiésel sintético Biometanol Biodimetileter (Bio-DME)	Material lignocelulósico	Gasificación y síntesis
Biodiésel (híbrido entre 1ª y 2ª generación)	NExBTL	Aceites vegetales y grasa animal	Hidrogenación
Biogás	Gas Natural Sintético (SNG)	Material lignocelulósico	Gasificación y síntesis
Biohidrógeno		Material lignocelulósico	Gasificación y síntesis o proceso biológico

E) *Gas Natural y GLP*: El gas licuado del petróleo (GLP) es una mezcla de propano y butano extraído de los procesos de refinación y de los yacimientos de gas natural. El rendimiento y la potencia de los vehículos de GLP son similares a sus equivalentes de gasolina, y a la hora de conducir se aprecian pocas diferencias entre ambos. Presentan ventajas medioambientales al emitir menos contaminantes y partículas que los carburantes convencionales, y unas emisiones de CO<sub>2</sub> inferiores a las de gasolina y similares a las del gasóleo. Los vehículos de gas natural son considerados bastante limpios en lo que respecta a emisiones atmosféricas que afectan a la salud humana: CO, NO<sub>x</sub>, HC y partículas. En relación al CO<sub>2</sub>, las emisiones de estos vehículos son del orden de un 20% inferiores a las de los vehículos de gasolina y entre 5-10% inferiores a las de sus análogos diésel, aunque esta ventaja se invalida en entorno urbano, donde las emisiones son del mismo orden.

Todas las tecnologías mencionadas anteriormente tienen opciones de futuro pero también todas tienen puntos claramente débiles. Hoy por hoy, ninguna de ellas hace frente individualmente a las dificultades, en términos de suministro completo, de la demanda global futura de combustible. Parece claro que son necesarios nuevos desarrollos para abordar los tres desafíos centrales en este campo: el cambio climático, la seguridad energética y los desafíos competitivos.

#### 4. CONSEJOS DE UTILIZACIÓN DE VEHÍCULOS

##### USO CORRECTO DEL AUTOMÓVIL

Planificar la ruta y escoja el camino menos congestionado.

Evitar la sobrecarga del vehículo ocasionada por el exceso de peso y de objetos, ya que por cada 100 kg de peso adicional se incrementa el consumo un 5%. El sólo el uso de la baca, vacía o no, aumenta el consumo del carburante entre un 2 y un 35%, por esta razón es aconsejable retirarla si no se está usando.

El uso del aire acondicionado incrementa hasta un 20% el consumo de carburante. Es recomendable utilizarlo con moderación, sabiendo que para conseguir una sensación de bienestar en el coche, se aconseja mantener la temperatura interior en torno a 23-24°C.

No llevar las ventanillas totalmente abiertas cuando conduce, pues incrementa el consumo en un 5%. En su lugar se puede utilizar la ventilación forzada del coche.

Consumir gasolina del octanaje establecido por el fabricante del vehículo.

Revisar el consumo de carburante periódicamente. Si los datos varían, puede haber algún fallo en el vehículo.

No utilizar el coche para trayectos muy cortos. En pequeños recorridos urbanos, un vehículo puede llegar a consumir más del doble que en carretera.

### MANTENIMIENTO REGULAR

Mantener la presión correcta de los neumáticos. Una presión de 0,3 bares por debajo de la presión fijada por el fabricante incide en un sobreconsumo de aproximadamente un 3%.

Cuidar el correcto alineado de los neumáticos. No sólo se ahorra carburante, sino que evita el desgaste prematuro de la banda de rodadura.

Cambiar filtros, aceite y bujías en el momento indicado. La elección incorrecta del tipo de aceite puede aumentar el consumo hasta un 3%.

El motor debe estar bien reglado. Un motor mal reglado puede incrementar el consumo en un 9%.

### ESTILO DE CONDUCCIÓN

Arranque y puesta en marcha:

- Arrancar el motor sin pisar el acelerador.
- En los motores de gasolina iniciar la marcha inmediatamente después del arranque.
- En los motores diesel, esperar unos segundos antes de comenzar la marcha.

Primera marcha

- Usarla sólo para el inicio de la marcha; cambiar a 2ª a los 2 segundos o 6 metros aproximadamente.

### ESTILO DE CONDUCCIÓN

Aceleración y cambios de marchas:

Según las revoluciones:

- En los motores de gasolina: entre las 2.000 y 2.500 rpm
- En los motores diesel: entre las 1.500 y 2.000 rpm

Según la velocidad:

- a 2ª marcha: a los 2 segundos o 6m
- a 3ª marcha: a partir de unos 30km/h
- a 4ª marcha: a partir de unos 40km/h
- a 5ª marcha: por encima de unos 50km/h

Acelere tras la realización del cambio.

Utilización de las marchas

- Circular lo más posible en las marchas más largas y a bajas revoluciones.
- Es preferible circular en marchas largas con el acelerador pisado en mayor medida que en marchas cortas con el acelerador menos pisado.
- En ciudad, siempre que sea posible, utilizar la 4ª y 5ª marcha.
- El coche consume menos en las marchas largas y a bajas revoluciones. Por ejemplo, un coche de pequeña cilindrada (1,2 litros), circulando a una velocidad de 60 km/h: En 3ª marcha, consume 7,1 litros de gasolina, en 4ª, 6,3 litros (un 11% menos), en 5ª, sólo 6 litros (un 15% menos).

Velocidad de circulación:

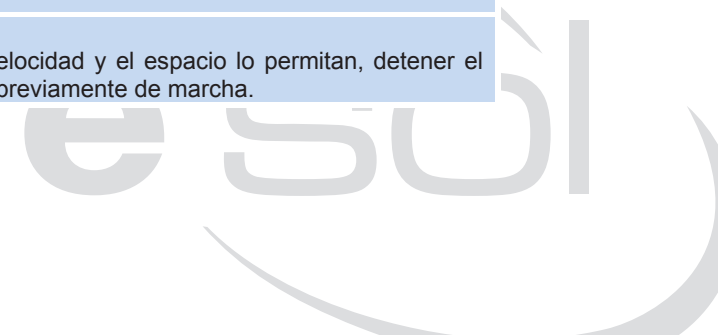
- Mantenerla lo más uniforme posible; buscar fluidez en la circulación, evitando los frenazos, aceleraciones y cambios de marchas innecesarios.
- Moderarla: el consumo de carburante aumenta en función de la velocidad elevada al cuadrado. Un aumento de velocidad del 20% (pasar por ejemplo de 100 a 120km/h), significa un aumento del 44% en el consumo (de 8l/100km a 11,5l/100km).

Deceleración:

- Levantar el pie del acelerador y dejar rodar el vehículo con la marcha engranada en ese instante.
- Frenar de forma suave con el pedal del freno.
- Reducir de marcha lo más tarde posible, con especial atención en las bajadas.

Detención:

- Siempre que la velocidad y el espacio lo permitan, detener el coche sin reducir previamente de marcha.



### ESTILO DE CONDUCCIÓN

#### Paradas:

- En paradas prolongadas (por encima de 60 segundos), es recomendable apagar el motor.

#### Anticipación y previsión:

- Conducir siempre con una adecuada distancia de seguridad y un amplio campo de visión que permita ver 2 ó 3 vehículos por delante.
- En el momento en que se detecte un obstáculo o una reducción de la velocidad de circulación en la vía, levantar el pie del acelerador para anticipar las siguientes maniobras.

#### Seguridad:

- En la mayoría de las situaciones, aplicar las reglas de la conducción eficiente contribuye al aumento de la seguridad vial.
- Pero obviamente existen circunstancias que requieren acciones específicas distintas, para que la seguridad no se vea afectada.

Anualmente se presentan listados con los vehículos con menores valores de consumo oficial de combustible. Estos listados son elaborados en Portugal por el *Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT)* y en España por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)*. A continuación se presentan los 10 vehículos con menores consumos para gasolina y para gasóleo en el año 2010.

		MARCA/MODELO	Consumo mixto l/100 km	Emisiones gCO <sub>2</sub> /km
Gasolina PT	1	SMART FORTWO CDI	3,3	90
	2	FORDFIESTA 1.6 TDCi	3,7	98
	3	VOLKSWAGEN POLO 1.6 TDI	3,7	96
	4	SEAT IBIZA 1.4 TDI	3,7	98
	5	VOLKSWAGEN POLO 1.4 TDI	3,8	99
	6	VOLVO C30 16D VOLVO C30 1.6D	3,8	99
	7	SEAT LEON 1.6 TDI	3,8	99

Gasóleo PT	8	VOLKSWAGEN GOLF 1.6 TDI	3,8	99
	9	PEUGEOT 207 1.6 HDi	3,8	99
	10	CITROEN C3 1.6 HDi	3,8	99
	1	TOYOTA PRIUS 1.8 HSD	3,9	89
	2	TOYOTA iQ 1.0 VVT-i	4,3	99
	3	PEUGEOT 107 1.0i	4,3	106
	4	SMART FORTWO	4,4	103
	5	HONDA INSIGHT	4,4	101
	6	SUZUKI ALTO 10 L	4,4	103
	7	NISSAN Pixo 1.0	4,4	103
Gasolina ES	8	CITROEN C1 1.0	4,5	106
	9	TOYOTA AYGO 1.0 VVT-i	4,5	106
	10	HONDA CIVIC HYBRID CVT	4,6	105
	1	Toyota Prius Eco y llantas 15"	3,9	89
	2	Smart 52 coupe 52 coupe micro híbrido	4,3	103
	3	Honda INSIGHT 1.3 i-VTEC IMA ELEGANCE CVT	4,4	101
	4	Citroën C1 1.0i 12v Airdream	4,5	106
	5	Honda CIVIC 4P. 1.3 i-DSI HYBRID	4,6	109
	6	Peugeot 107 5P URBAN 1.0 68 2-TRONIC	4,6	109
	7	Citroën C2 1.0i 12v SensoDrive Airdream	4,6	107
Gasóleo ES	8	Toyota Aygo 1.0 MMT 3/5 p	4,6	109
	9	Toyota Yaris YARIS 1.0 5 PUERTAS LIVE	5	118
	10	Toyota Yaris YARIS 1.0 5 PUERTAS ACTIVE	5	118
Gasóleo ES	1	Smart CDI Pure Cabrio CDI 45 CV	3,3	88
	2	Volkswagen POLO BLUE M. 1.4 TDI MAN. 5V	3,8	99
	3	Seat IBIZA ECOMOTIVE 1.4 TDI MAN. 5V	3,8	99

4	Volkswagen GOLF (V) BLUE M. 1.6 TDI MAN. 5V	3,8	99
5	MINI Cooper D (R56)	3,9	104
6	Skoda FABIA GREEN L. SW 1.4 TDI MAN. 5V	4,1	109
7	Audi A3 1.9 TDIe MAN 5V	4,1	109
8	Peugeot 107 3P URBAN 1.4 HDI 54	4,1	109
9	Citroën C1 HDi 55	4,1	109
10	Toyota Aygo 1.4 3/5 p	4,1	109

## ENLACES

---

Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres: [www.imtt.pt](http://www.imtt.pt)

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)



## **Bloque 8: Instalaciones Singulares**



## 1. SEMÁFOROS

Para la señalización vertical en ciudades, existen dos tecnologías de semáforos aplicables:

### Sistema lumínico tradicional basado en lámparas incandescentes formado por:

- Lámparas de filamento (incandescentes o halógenas).
- Reflector parabólico.
- Difusor de vidrio o metacrilato teñido.

### Sistema lumínico basado en óptica LED (Light Emitting Diode) formada por:

- Circuito impreso con LEDs soldados y electrónica situada en el interior de un sistema envolvente de protección.
- Tapa de metacrilato transparente.



*Semáforo convencional Semáforo LED*

Las características principales de los semáforos con lámparas incandescentes y halógenas son las siguientes:

- Consumo elevado: La potencia unitaria de las lámparas va desde los 25 hasta los 100 W, siendo la más habitual 70 W.

- Baja fiabilidad: La vida útil de las lámparas utilizadas en los semáforos es inferior a las 8.000 horas (varía desde las 2.000 hasta las 8.000 horas dependiendo del tipo de lámpara).
- Baja seguridad operativa: El fallo de una lámpara deja sin iluminación a la señalización correspondiente.
- Elevado mantenimiento: Es necesario sustituir las lámparas como mínimo una vez al año (cada trimestre en las de menor vida útil) y realizar una limpieza anual interna (reflector y lente) y externa (lente).
- Existencia del efecto fantasma: Reflejo de la luz solar en los reflectores de las lámparas apagadas que provoca la apariencia de estar encendidas.
- Bajo contraste con luz solar: Baja visión a elevadas distancias.
- Señalización luminosa no uniforme.
- Sensibles a las vibraciones y al vandalismo: Las vibraciones provocadas por el viento y por el tráfico suelen provocar averías en las lámparas. Además, los equipos presentan baja resistencia al vandalismo (roturas).

Las características principales de los semáforos con LED respecto a los que utilizan lámparas incandescentes son las siguientes:

- Consumo mucho menor: Los semáforos con LED presentan un consumo del 5 al 15% respecto a los semáforos con lámparas incandescentes o halógenas: ahorros energéticos del 85 al 95%.
- Mayor fiabilidad: La vida útil de las lámparas utilizadas en los semáforos actuales es inferior a las 8.000 horas frente a las 100.000 horas de vida de los LED (el número de fallos es inferior al 3% después de 100.000 horas de funcionamiento).
- Mayor seguridad operativa: El fallo de un LED representa una pérdida de la luz total muy pequeña (menores al 5%).
- Mínimo mantenimiento: Reducción de costes de mantenimiento debido a la mayor vida de funcionamiento del dispositivo óptico y a la no existencia de reflector. Solamente se requiere una limpieza anual externa de la lente. Sustitución de la tarjeta de LED después de más de 10 años.

- Simple recambio: Las unidades ópticas pueden sustituir directamente a las que utilizan lámparas incandescentes.
- Desaparición del efecto fantasma causado por la luz solar: Los semáforos de LED no necesitan ningún elemento reflectante en su interior para emitir la luz (el elemento reflectante causa el efecto fantasma en los semáforos de lámparas cuando les da la luz del sol).
- Condición neutral cuando está apagado: Lente incolora, con lo que se evitan confusiones.
- Unidad óptica a prueba de luz solar: Los rayos ultravioleta no afectan a la coloración de los discos ópticos.
- Alto contraste con luz solar. Mejor visión a elevadas distancias.
- Señalización luminosa uniforme.
- Mayor seguridad vial: Los semáforos de LED ofrecen mayor brillantez y luminosidad. Mayor resistencia a las vibraciones provocadas por el viento y por el tráfico.
- Mayor resistencia al impacto: Reducción de los efectos del vandalismo.

A continuación se indican las inversiones correspondientes a los semáforos con tecnología LED y la recuperación de las inversiones adicionales respecto a semáforos con lámparas incandescentes. Los semáforos de tecnología LED requieren mayores inversiones que los semáforos con lámparas incandescentes (o halógenas) pero como consecuencia de su menor consumo de energía, de su bajo mantenimiento y de su larga vida útil, la sobreinversión puede recuperarse en unos 5 años.

### SEMÁFOROS CON ÓPTICA LED

#### VENTAJAS:

- Bajo consumo: 4 – 15 W/óptica.
- Elevada fiabilidad: vida útil de 100.000 horas (unos 20 años de funcionamiento normal).
- Bajo mantenimiento: vida muy elevada e inexistencia de reflector (solamente se requiere una limpieza exterior anual).
- Eliminación del efecto fantasma creado por la luz solar: semáforos sin reflector y con lentes incoloras.
- Alto contraste y señalización uniforme.
- Mejora de la seguridad vial: elevada brillantez, luminosidad y resistencia a las vibraciones provocadas por el viento y por el tráfico.

#### INCONVENIENTES:

- Elevado coste.

#### SOBRECOSTES:

Se pueden estimar los costes e el período de retorno de la sobreinversión respecto a un semáforo con lámparas incandescentes o halógenas (mano de obra e impuestos incluidos): Semáforo de vehículos con un funcionamiento del 48,33% en rojo, 3,33% en ámbar y 48,33% en verde. Semáforo de peatones con un funcionamiento al 50% verde – rojo).

Equipo	Inversión adicional	Retorno
Óptica LED verde 200 mm	210 euros	7 años
Óptica LED ámbar 200 mm	80 euros	> 10 años
Óptica LED rojo 200 mm	80 euros	3 años
Óptica LED verde 100 mm	80 euros	3 años
Óptica LED ámbar 100 mm	70 euros	> 10 años
Óptica LED rojo 100 mm	70 euros	3 años
Óptica LED verde peatones	160 euros	8 años
Óptica LED rojo peatones	140 euros	7 años

## 2. EQUIPOS OFIMÁTICOS

La proliferación de equipos ofimáticos (ordenadores, impresoras, fotocopiadoras) ha hecho que se preste atención al consumo energético de este tipo de equipamiento. Esta es un área relevante en cuanto al consumo de energía en la Administración. Se calcula que, en algunos edificios dedicados a oficinas, el equipamiento ofimático puede consumir hasta el 20% de la electricidad. Del equipamiento ofimático, los ordenadores personales, por su número, son los principales responsables del consumo de energía. El proyecto Efforts (Energy Efficient Improvement in the Use of Computer Equipment in the European Public Administrations) estima que el consumo de los ordenadores personales supone en torno al 56% del consumo total de los equipos ofimáticos. A continuación se muestran sugerencias de buenas prácticas en el uso de equipos ofimáticos.

### APAGADO DEL ORDENADOR

El ordenador consume energía siempre que este encendido pero dado que la mayoría de las veces los periodos en los que se abandona temporalmente el puesto de trabajo para realizar otra función son cortos y es exagerado desconectar el ordenador cada pocos minutos, se recomienda apagarlo en los siguientes casos:

- Horas de comida. Durante los periodos de comida o equivalentes.
- Reuniones. En caso de reuniones o actividades similares de duración superior a una hora.
- Fin de la jornada laboral.
- Fines de semana o días de ausencia del puesto de trabajo.

Es útil disponer de equipos con sistemas de apagado "bookmark" o marcador. Estos sistemas permiten, mediante la secuencia de teclas adecuada, desconectar el equipo grabando la posición última en la que se ha apagado lo que posibilita que al arrancar nuevamente el equipo este lo haga en la posición de trabajo en la que lo habíamos dejado al apagar.

Si su ordenador o monitor tiene el logotipo "Energy Star" significa que cumple con la normativa "Energy Star" de la Agencia Americana de Protección del Medio Ambiente (EPA, Environmental Protection Agency), esto significa que su

ordenador o monitor es capaz de pasar a un estado de baja energía transcurrido un tiempo determinado, que suele estar fijado en 30 minutos. En este estado el consumo de cada elemento debe ser inferior a 30 W. La configuración correcta del sistema "Energy Star" del ordenador permite disminuir el consumo durante los periodos de inactividad.

### SALVAPANTALLAS

El único modo de salvapantallas que ahorra algo de energía es el que deja la pantalla en negro; se recomienda configurar el salvapantallas en modo "Black Screen", esto proporciona un ahorro de 7,5 kWh/año frente a cualquier otro salvapantallas con animación. Se aconseja un tiempo de 10 minutos para que entre en funcionamiento este modo de salvapantallas.

### IMPRESORAS

Si dispone de una impresora local (solo usted tiene acceso a ella) debe apagarse siempre que no esté siendo utilizada. Si la impresora es compartida debe apagarse tras la jornada laboral y también durante los fines de semana (debe comprobarse que nadie la ha de utilizar). Si la impresora dispone de sistemas de ahorro de energía (Powersave u otros) deben ser configurados adecuadamente.

### FOTOCOPIADORAS

La fotocopiadora es un elemento de gran consumo, aproximadamente 1 kW de potencia, por lo que si dispone de modo de ahorro de energía debe ser configurado adecuadamente (consulte a la persona encargada de su mantenimiento). La fotocopiadora debe apagarse al abandonar el personal la oficina o centro de trabajo, debe quedar apagada durante la noche y los fines de semana.

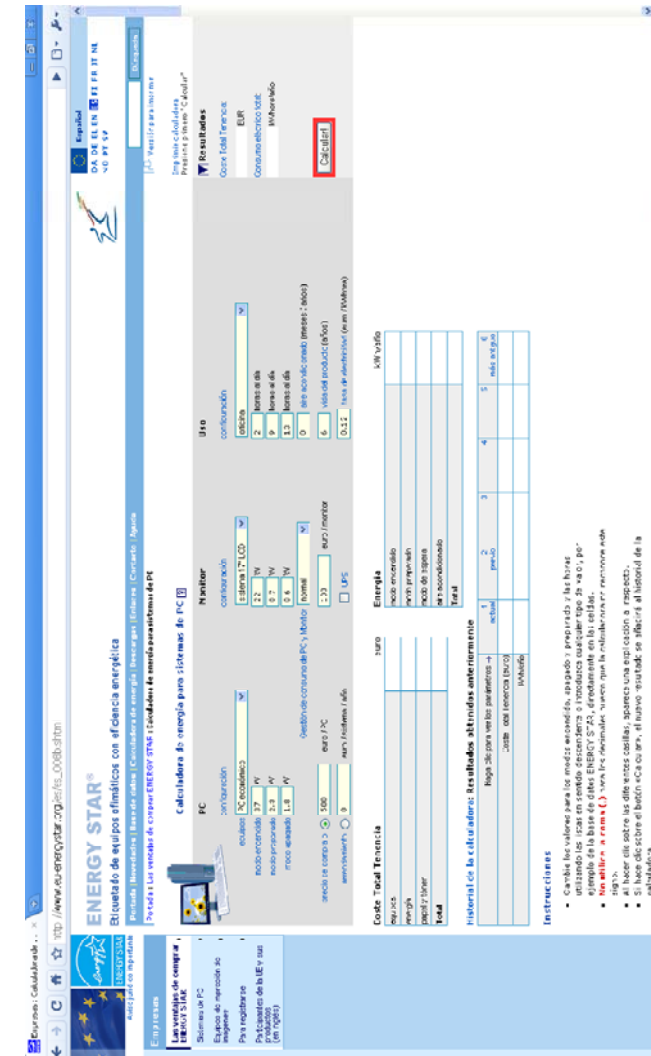
### FAX

Algunos modelos incorporan sistemas de ahorro de energía tipo "Energy Star" o similar. Desde el punto de vista energético los faxes más ahorradores son los que no utilizan procesos térmicos para la impresión (por ejemplo los de chorro de tinta). Es conveniente que el fax pueda usar papel normal, es más barato y requiere menos energía para su fabricación.

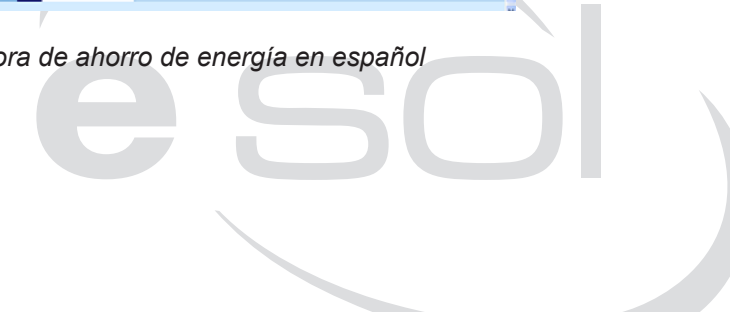


Distintivo del programa ENERGY STAR

ENERGY STAR es un programa voluntario de etiquetado para la eficiencia energética iniciado por la Agencia de Protección del Medioambiente estadounidense (EPA) en 1992. La Unión Europea, a través de un acuerdo celebrado con el gobierno de los Estados Unidos, participa en el programa ENERGY STAR para los equipos ofimáticos. El etiquetado ENERGY STAR representa los requisitos de eficacia energética que cualquier fabricante respetuoso con el medio ambiente debe cumplir. Con la base de datos ENERGY STAR se pueden elegir los modelos de equipos ofimáticos con mayor eficiencia energética y que mejor se adaptan a los distintos criterios de rendimiento. En la web [www.eu-energystar.org](http://www.eu-energystar.org) está disponible una herramienta calculadora de ahorro de energía en equipos.



Calculadora de ahorro de energía en español



### 3. ASCENSORES

La mayoría de los edificios públicos disponen de este servicio. En edificios de cierta altura suele haber más de uno y en ocasiones también algún montacargas o ascensor de servicio. En cualquier caso, los ascensores originan un consumo de energía eléctrica y unos gastos por averías y mantenimiento considerables. Un ascensor eficiente energéticamente puede consumir entre un 50% a un 60% menos que uno convencional eléctrico, y entre un 60% a un 70% menos que uno hidráulico. Se estima que en el futuro, si no se obtiene un avance tecnológico específico del sector, la elevación vertical continuará pidiendo un alto consumo de energía, que en estos momentos ya representa en torno al 3-8% del total de un edificio. Parece evidente que existe un gran margen de mejora para el ahorro energético de los ascensores, basta con analizar algunos datos a nivel global.

El parque de ascensores mundial se estima en alrededor de 8,5 millones de ascensores. Reducir su gasto energético en un 25% (existe mayor margen de mejora, especialmente en los ascensores convencionales que vienen a ser los más comunes en todo el mundo) significaría un ahorro anual de aproximadamente 5 terawatios/hora. Concretamente, se necesitaría cerca de 4.000 aerogeneradores para generar dicha potencia. Este dato deja constancia de la importancia de afrontar el nuevo reto energético que tiene el sector de elevación.

Se consideran cuatro tipos fundamentales de ascensores:

- Ascensores hidráulicos.
- Ascensores eléctricos de dos velocidades.
- Ascensores eléctricos con frecuencia y tensión variables.
- Ascensores eléctricos con frecuencia y tensión variables, sin engranajes, con motor de imanes permanentes y cintas planas de alta resistencia; es decir, ascensores de última generación con alta eficiencia energética.

Este último tipo de ascensores supone un importante cambio tecnológico en lo que se refiere a consumo y eficiencia energética ya que consumen entre un 25% y un 40% menos que los ascensores eléctricos convencionales y en torno a un 60% menos que los ascensores hidráulicos. Además, generan hasta diez veces menos ruido. Por ejemplo, si se compara un ascensor de última generación con un ascensor de máquina convencional y control de movimiento de dos velocidades, el ahorro de energía sube hasta el 41,17% según queda reflejado en la siguiente tabla:

Capacidad del ascensor	Consumo anual en kWh		Ahorro kWh/año	Ahorro %
	Ascensor de última generación	Convencional de 2 velocidades		
4 personas	375	600	225	37,50%
6 personas	400	680	280	41,17%
8 personas	455	700	245	35,00%

Existen fundamentalmente dos enfoques para abordar el problema del gasto energético. El primero consiste en reducir al máximo la energía perdida durante el funcionamiento del ascensor, mientras que el segundo lo haría mediante el aprovechamiento de esa energía excedente vía reutilización in situ a través de otros sistemas del ascensor, o directamente reintegrando esa energía sobrante a la red general a cambio de una remuneración, cosa que ya se hace en otros dispositivos energéticos. De manera general, se pueden plantear las siguientes acciones para mejorar la eficiencia energética:

- Potenciar el uso racional del ascensor entre el personal y usuarios del edificio, informando y concienciando sobre las siguientes ideas:
- Para alturas por debajo del tercer piso y si no se sufre ningún problema físico, es mucho más saludable, económico y ecológico subir y bajar a pie que hacerlo en el ascensor.
- Por debajo del quinto piso, se ahorra, energía y tiempo e incluso es más saludable bajar a pie hasta la calle.

- En caso de que el edificio disponga de varios ascensores, con más de un botón de llamada, es conveniente pulsar sólo uno de ellos. Así se evita que se realicen viajes innecesarios.
- En ocasiones, casi inconscientemente, se pulsa el botón de llamada del ascensor y pasado un tiempo de espera, se cambia de opinión y se baja o se sube andando con lo que se ocasiona un consumo innecesario de energía.

Por otra parte, en caso de que se disponga de varios ascensores, se puede instalar, en ellos, un mecanismo de maniobra selectiva, que optimice los desplazamientos, y proporcione un servicio más rápido y energéticamente más eficiente. Es recomendable que el habitáculo del ascensor sea de tonos claros y esté equipado con las lámparas adecuadas para iluminar en su justa medida, sin excesos. Hay que tener en cuenta el consumo que supone la iluminación de cabina. Como la mayoría de los ascensores están equipados con dos fluorescentes de entre 20 y 40 W cada uno, podemos calcular una media de 60 W por ascensor. La iluminación de cabina está permanentemente encendida, 24 horas al día y 365 días al año, lo que supone un consumo medio anual por ascensor de 525 kWh. Con un sistema de temporizador de apagado de la iluminación de cabina cuando no haya presencia en la misma, el ahorro puede alcanzar los 393,6 kWh al año.

#### 4. ETIQUETADO ENERGÉTICO

La etiqueta energética es la que figura en los electrodomésticos y que informa sobre el consumo de energía y otros recursos esenciales, así como también sobre datos complementarios relativos a cada tipo de aparato, de manera que el consumidor, cuando adquiere un electrodoméstico, pueda escoger el más adecuado a sus necesidades y posibilidades. Actualmente, este tipo de información se puede encontrar en las lavadoras, frigoríficos, congeladores y frigoríficos congeladores de uso doméstico, siempre que estos aparatos se alimenten por la red eléctrica. Progresivamente se debe imponer en otros electrodomésticos. Esta etiqueta está dividida en cuatro zonas que recogen, respectivamente:

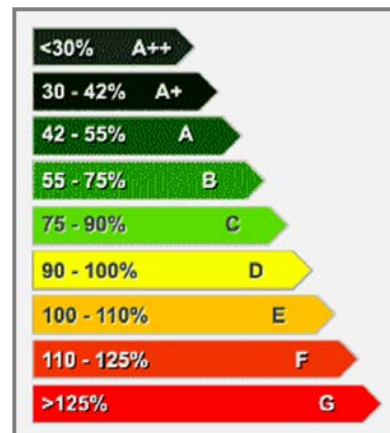
- Los datos relativos al fabricante y al modelo de electrodoméstico
- La clase de eficiencia energética del aparato, indicada con flechas de diversos colores y diversas letras. La letra A significa la máxima eficacia, mientras que la G la mínima posible. Si el aparato ha obtenido la etiqueta ecológica europea, el símbolo que lo indica puede estar en esta zona
- Los datos específicos para cada tipo de electrodoméstico
- El ruido que el aparato emite mientras funciona, medido en decibelios y siempre que sea necesario indicarlo

Es recomendable la adquisición de electrodomésticos con índices de eficiencia energética elevados, aunque su precio pueda ser superior. Compensará el ahorro energético a lo largo de la vida útil del aparato.

Según la Directiva 92/75/CE, se definen 7 clases de eficiencia energética, identificadas por un código de colores y letras que van desde el color verde y la letra A para los equipos más eficientes, hasta el color rojo y la letra G para los equipos menos eficientes, siendo común para todos los electrodomésticos, aunque exista una etiqueta para cada familia de ellos. La etiqueta energética nos permite conocer y comprar electrodomésticos que nos ayuden a ahorrar durante su funcionamiento. Las clases energéticas para electrodomésticos que se consideran de bajo consumo vienen representadas en las letras A, B y C, con tres tonos de verde diferentes. Los que pertenecen a la clase A se consideran como los más eficientes presentando un consumo de energía inferior al 55%. Aquellos que se engloban dentro de la categoría B presentan un nivel de consumo un poco más elevado, entre 55% y el 75 % y los de la clase C son los que gastan entre el 75 % y el 90 %. En el caso de los frigoríficos, existen además las clases A+ y A++. Estas clases tienen una eficiencia energética mayor (consumen entre un 58% y un 70% menos del consumo normal) y se han creado a raíz de las mejoras técnicas producidas en la fabricación de frigoríficos en los últimos años. De este modo, el comportamiento energético de estos equipos puede ser:

Clase energética	Consumo energético	Calificación
A	< 55 %	Bajo consumo de energía
B	55 - 75 %	
C	75 - 90 %	
D	95 - 100 %	Consumo de energía medio
E	100 - 110 %	
F	110 - 125%	Alto consumo de energía
G	> 125 %	

Con los nuevos avances en aislamientos y prestaciones, frigoríficos y lavadoras alcanzan categorías A+ y A++, que consumen hasta un 70% menos que el electrodoméstico de referencia. A continuación se muestra la escala de clasificación energética con letras y porcentajes de ahorro sobre uno de clase D (referencia):



Porcentajes de Reducción de Consumo

## 5. INSTALACIONES DE BOMBEO

Según el plan de acción "Estrategia de Ahorro y eficiencia en España 2008-2012" del IDAE el consumo de energía correspondiente al abastecimiento y tratamiento de agua para el 2004 era el 56% del total del consumo eléctrico en el sector público distribuido de la siguiente forma: depuración de agua (40%), abastecimiento de agua (14%) y potabilización de agua (2%). Las actuaciones de eficiencia energética en este tipo de instalaciones deben basarse en adaptar las características de las bombas y sus patrones de funcionamiento, a la demanda de caudal que deben satisfacer, manteniendo las consignas de operación en los márgenes admisibles, con el mínimo consumo posible. Los bombeos pueden optimizarse:

- Mediante el análisis de la demanda.
- Eligiendo el tipo más adecuado de bomba.
- Si es posible, reduciendo el número de bombas y el de depósitos.
- Adecuando sus regímenes de funcionamiento a la demanda, mediante la variación continua de la velocidad de la bomba (instalando variadores de velocidad).
- Mediante la instalación de arrancadores electrónicos.
- Seleccionando motores más eficientes.

Debido a las variaciones en las necesidades uso en estas instalaciones, que funcionan a base de motores eléctricos, no siempre es necesario o justificado que éstos trabajen al máximo de su velocidad y régimen de potencia nominal. Para conseguir una disminución en la potencia consumida por el motor, es conveniente adaptar la velocidad del mismo en cada momento según necesidades.

Los reguladores electrónicos de velocidad están formados por circuitos electrónicos de potencia que transforman la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia y tensión variables.

Ventajas que aporta el regulador de velocidad:

- Disponibilidad de una amplia gama de velocidades para responder a todas las demandas del proceso sin recurrir a medios mecánicos (válvulas de estrangulamiento, by-pass, etc.).
- Reducción de los problemas de reparación y mantenimiento de los equipos al poder utilizar motores de corriente alterna (más sencillos y robustos que los de corriente continua utilizados hasta ahora).
- Procesos de arranque y parada de las máquinas más suaves y controladas, provocando menores picos de intensidad en los arranques y eliminando los golpes de ariete en las instalaciones hidráulicas de bombeo.
- Ahorro de energía producido al elevar el rendimiento del motor.
- Menor inversión inicial de coste entre el motor de alterna, al de continua.
- Reducción costes de mantenimiento e instalación, tanto en costes directos como indirectos por parada en proceso de producción.
- Mejora del factor de potencia debido a la presencia de rectificadores que se comportan como baterías de condensadores.
- Disminución de nivel acústico generado por los motores.
- Reducción de las emisiones de las centrales generadoras de energía eléctrica al ser menor la energía demandada, que por otro motor similar sin regulador.

Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor eléctrico por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad.

Al variar la velocidad de la bomba, su curva característica también cambia. Como el flujo de salida es directamente proporcional a la velocidad de la bomba centrífuga, si ésta gira a una menor velocidad, la curva se desplaza hacia abajo. Luego, tanto la presión como el flujo disminuyen, obteniendo una potencia relativa asociada menor. Los principales costes (ordenados de mayor a menor) asociados a un sistema de bombeo son la energía consumida, la inversión inicial y su correspondiente mantenimiento, la disminución de la energía consumida por las bombas se

reflejará directamente en el coste total del sistema. El uso de variadores de frecuencia en aplicaciones de bombeo, presenta las siguientes ventajas:

- Menores costes de mantenimiento y reparación.
- Reducción del estrés mecánico de la bomba.
- Reducción de riesgos de cavitación.
- Reducción de daño en la bomba debido a cambios bruscos de flujo, asociados al arranque de la misma.
- Permite la aplicación de bombas en paralelo (redundantes), controladas según la demanda de flujo solicitada.

### ENLACES

Instituto Enerxético de Galicia: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

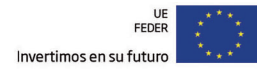
Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)







inega  
INSTITUTO  
ENERXETICO DE GALICIA



MUNICIPIO DE A MEZQUITA



MUNICIPIO DE A VERÍN



MUNICIPIO DE A RÍOS



MUNICIPIO DE BALTAR



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO



CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES



CÂMARA MUNICIPAL DE VILAS

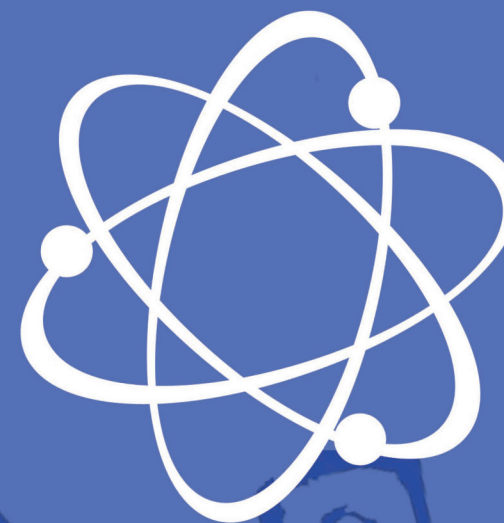
## **CURSO DE GESTÃO ENERGÉTICA MUNICIPAL**

*“Curso de Formação de Gestão Local no  
campo das energias renováveis on-line”*

Projecto e-sol



**inega**  
INSTITUTO  
ENERXETICO DE GALICIA



## **CURSO DE GESTÃO ENERGÉTICA MUNICIPAL**

***“Curso de Formação de Gestão Local no campo das energias renováveis on-line”***

PROJECTO ESOL



# índice

<b>BLOCO 0 : ENERGIA E GESTÃO ENERGÉTICA</b>	<b>5</b>	<b>8. REPARTIÇÕES INTERIORES. LINKS.</b>	<b>23 24</b>
<b>BLOCO 1 : CONTRATAÇÃO DE ABASTECIMENTO E FACTURAÇÃO ENERGÉTICA.</b>	<b>9</b>	<b>BLOCO 3:CLIMATIZAÇÃO E AQS.</b>	<b>25</b>
1. CONTABILIDADE ENERGÉTICA.	10	1. CRITÉRIOS DO DESIGN.	26
2. CONTRATAÇÃO DE ABASTECIMENTO E FACTURAÇÃO ENERGÉTICA.	11	2. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS.	27
2.1. MERCADO ELÉCTRICO EM PORTUGAL.	11	2.1. EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO.	27
2.2. MERCADO ELÉCTRICO EM ESPANHA.	12	2.2. EQUIPAMENTOS DE ARREFECIMENTO.	37
2.3. MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDADE.	13	3. VENTILAÇÃO.	39
2.4. MERCADO DO GÁS EM PORTUGAL.	13	4. AQS.	41
2.5 MERCADO DO GÁS EM ESPANHA.	14	LINKS.	43
3.CONTRATAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS ENERGÉTICOS.	14	<b>BLOCO 4 : INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.</b>	<b>44</b>
LINKS	15	1. INTRODUÇÃO.	45
<b>BLOCO 2: EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL.</b>	<b>16</b>	2. ENERGIA SOLAR.	45
1. CONTRATAÇÃO DE UM PROJECTO.	17	2.1. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.	45
2. ORIENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.	17	2.2. ENERGIA SOLAR TÉRMICA.	48
3. ENVOLVENTE TÉRMICA.	19	3. BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEIS.	49
4. FACHADAS.	20	4. ENERGIA GEOTÉRMICA.	53
4.1 ACABAMENTO EXTERIOR.	20	LINKS.	55
4.2 ELEMENTO ISOLANTE.	21	<b>BLOCO 5 : ILUMINAÇÃO INTERIOR.</b>	<b>56</b>
4.3 ELEMENTOS DE CONTROLO DE FLUXOS.	21	1. INTRODUÇÃO.	57
4.4 ELEMENTOS ESTRUTURAIS.	21	2. CRITÉRIOS DE DESIGN.	57
4.5 REVESTIMENTO INTERIOR.	21	3. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS.	58
5. ABERTURAS.	21	3.1. LÂMPADAS.	58
6. COBERTURAS.	22	3.2. LUMINÁRIAS.	59
6.1 ACABAMENTO EXTERIOR.	23	3.3. EQUIPAMENTOS AUXILIARES.	59
6.2 IMPERMEABILIZANTES E ISOLANTES.	23	4. SISTEMAS DE REGULAÇÃO E CONTROLO.	60
6.3 ELEMENTOS ESTRUTURAIS.	23	4.1. CONTROLO MANUAL OU TEMPORIZADO.	60
7. DIVISÕES HORIZONTAIS.	23	4.2. CONTROLADORES DE LUZ NATURAL.	60

4.3. CONTROLO ATRAVÉS DE DETECTORES.	61
4.4. SISTEMA CENTRALIZADO DE GESTÃO.	61
5. MANUTENÇÃO.	61
LINKS.	62
<b>BLOCO 6 : ILUMINAÇÃO EXTERIOR.</b>	<b>63</b>
1. INTRODUÇÃO.	64
2. CRITÉRIOS DE DESIGN.	65
3. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS.	67
3.1 LÂMPADAS.	67
3.2 EQUIPAMENTOS AUXILIARES: BALASTRO.	67
3.3 LUMINÁRIAS.	68
3.4 MANUTENÇÃO.	71
3.5 AUTOMATIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.	71
4. AUDITORIA ENERGÉTICA DE INSTALAÇÕES.	72
LINKS.	75
<b>BLOCO 7 : TRANSPORTE.</b>	<b>76</b>
1. INTRODUÇÃO.	77
2 . PLANOS DE MOBILIDADE.	77
3 . FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA.	82
4 . CONSELHOS DE UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS.	83
LINKS.	85
<b>BLOCO 8 : INSTALAÇÕES SINGULARES.</b>	<b>86</b>
1. SEMÁFOROS.	87
2. EQUIPAMENTOS BURÓTICOS.	88
3. ELEVADORES.	91
4. ROTULAGEM ENERGÉTICA.	92
5. INSTALAÇÕES DE BOMBAGEM.	93
LINKS.	94



## ***Curso de Formação de Gestão Local no campo das energias renováveis on-line***

No âmbito da convocatória do Programa Operacional de Cooperação Transfronteiriça Espanha-Portugal 2007 - 2013, o projecto ESOL, co-financiado com fundos europeus FEDER, lança um curso transfronteiriço de Gestão Energética Municipal, coordenado **pelo Instituto Enerxético de Galicia - INEGA** - e com a colaboração das Câmaras Municipais de A Mezquita, Verin, Riós, Baltar, Chaves, Vinhais e o Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

A figura do **Gestor Energético Municipal Espanhol e Português** permite que os municípios possam aplicar as ferramentas de contabilidade energética com a finalidade de conhecer os seus perfis de consumo de energia, dispor de instrumentos para a sua avaliação e estar em condições de implementar planos de acção para reduzi-los.

O curso aborda questões relacionadas com o consumo de energia e seu impacto sobre os orçamentos municipais. Também são tratadas as medidas de poupança e eficiência energética em consumos térmicos e eléctricos e as possibilidades de implementação de energias renováveis em instalações municipais. São abordados, igualmente, estudos e casos práticos para verificar o potencial de melhoria das instalações.

A formação não é presencial, é realizada através duma ferramenta de e-learning. O curso com duração de 50 horas tem oito blocos de conteúdos, no final dos quais são fornecidos testes com questões de escolha múltipla. Estes testes permitem aos coordenadores do curso avaliar cada aluno/a. Com base nos resultados obtidos é emitido um certificado. O curso conta com uma tutoria on-line gerida por especialistas qualificados que resolvem as dúvidas sobre o seu conteúdo.



**Bloco 0: Energia e Gestão Energética**

## ENERGIA E GESTÃO ENERGÉTICA

Este bloco serve de introdução ao curso GESTOR ENERGÉTICO MUNICIPAL desenvolvido no âmbito do projecto E-SOL. Ao ser descritivo, ao contrário dos outros blocos, não é objecto de teste de avaliação final do bloco.

À medida que a sociedade evolui para maiores cotas de desenvolvimento, também aumenta a procura de serviços mais extensos e de maior qualidade, o que exige aos governos locais investir mais na melhoria da qualidade de vida e dos serviços prestados aos cidadãos. Continuamente, e ano após ano, aumentam as despesas relacionadas com o consumo das instalações de energia (iluminação, bombagem da água, dependências locais, serviços em geral, etc.). Tudo isto requer e exige manter o consumo de energia dentro de um intervalo controlado, o que é factível através de uma gestão técnica e económica de planificação que analise as possibilidades de redução de custos e melhore a eficiência dos serviços. Um plano para a optimização energética municipal deve alcançar os objectivos previamente programados, proporcionando, por um lado, as acções necessárias para conseguir a máxima eficiência energética com alta rentabilidade, e por outro lado, as directrizes para a organização dos serviços que influenciam a despesa de energia, incluindo a manutenção.

Nos últimos anos destacou-se a necessidade de reduzir as emissões de efeito estufa, cuja influência no clima está a acelerar as mudanças climáticas, com efeitos palpáveis e, até mesmo, a curto prazo. Para tentar reverter este facto surgiram muitas iniciativas dentro das quais se destacam as actuações locais pela efectividade e capacidade de consciencialização, embora os compromissos adquiridos com o protocolo de Quioto continuem a ter mais repercussão mediática.

Podemos definir a gestão energética como o conjunto de acções realizadas para obter o maior rendimento possível da energia consumida. Para tal, a gestão energética compreenderá o conhecimento e controlo dos consumos energéticos de todas as unidades de consumo de um município. O objectivo é usar os recursos energéticos de modo racional sem que isso implique uma diminuição das prestações dos vários serviços municipais, tais como iluminação pública, abastecimentos e edifícios municipais.

Quanto à despesa energética municipal é uma prática habitual cujo controlo depende de várias vereações ou de vários técnicos municipais. Assim, existe um risco de descoordenação da informação dos consumos energéticos municipais. Cada função é realizada correctamente, mas, contudo, não existe comunicação e as medidas são tomadas de forma unilateral o que não beneficia a eficiência energética. É comum que os técnicos municipais conheçam o estado das instalações, cargas, horários e tipos de fornecimentos, mas ignoram os aspectos relacionados com a contratação e facturação de ditas estruturas.

Com o fim de conseguir um ambiente mais próspero, habitável, equitativo, limpo, acessível e solidário, é necessário ter em conta alguns aspectos relacionados com a sustentabilidade energética, que devem ficar manifestos num documento assinado pelos responsáveis municipais. Como exemplos de compromissos é possível citar:

- Reduzir ao mínimo necessário o consumo de energia primária utilizada directamente.
- Reduzir consumos prescindíveis.
- Aumentar a eficiência energética e primar a arquitectura.
- Deslocar o consumo de fontes não renováveis para fontes renováveis, aproveitando os recursos locais.
- Elaborar disposições municipais e sistemas de contratação pública que incluam critérios eficientes.

Na gestão energética têm que estar representados todos os responsáveis pelo município, desde a presidência da câmara aos serviços de manutenção. A organização da gestão energética estabelecerá a autoridade, a responsabilidade e as relações necessárias para obter com efectividade os objectivos para os quais foi criada. É necessário definir um grupo de trabalho que execute todas as tarefas necessárias. Embora a fase inicial seja da competência do plenário municipal, a gestão estará a cargo da comissão energética criada para o efeito, e no plano executivo o responsável último será o **GESTOR ENERGÉTICO**, figura chave para a manutenção e acompanhamento do sistema. A comissão energética deve ter representantes de todas as áreas da Câmara Municipal que tenham relação com o consumo energético, que na prática supõe a grande maioria de departamentos. Destacam-se, entre outros, os Serviços



Urbanos (iluminação pública, abastecimento de água, depuração), Contabilidade (controlo orçamentário e facturação), Educação (escolas, creches), Desporto (polidesportivos), Bem-estar Social (centros da terceira idade), Cultura (bibliotecas, museus), Urbanismo e Transporte (Semáforos, transporte público).

O **GESTOR ENERGÉTICO** será escolhido entre os técnicos municipais e deverá ser seleccionado de acordo com a sua formação, experiência, capacidade de trabalho e de organização.

#### RESPONSABILIDADES DO GESTOR ENERGÉTICO MUNICIPAL

Fazer o seguimento e o controlo do consumo e as despesas energéticas, efectuar obras e velar pela efectividade dos planos de manutenção e dos programas estabelecidos.

Propor actuações de poupança e eficiência energética.

Fazer o seguimento e o controlo das melhorias implementadas.

Informar sobre novas tecnologias e oportunidades de poupança, realizar uma tarefa de investigação e promovê-la.

Elaborar programas de manutenção preventiva.

Coordenar e colaborar com os departamentos e as áreas relacionadas com a despesa energética.

Propor à Comissão Energética acções de informação e sensibilização dos utilizadores.

As etapas de um sistema de informação para uma estratégia de Gestão Energética são:

#### 1-Recolha de dados. O objectivo é identificar os pontos fracos quanto ao uso da energia.

1.1-Dados de consumo. O objectivo é obter todos os valores em unidades de energia para comparar o consumo total dos vários combustíveis. Em função do combustível, deve-se utilizar várias formas de recolha:

- Contadores: electricidade, gás natural...
- Medidas de volume: gásóleo, GPL...
- Medidas de massa: carvão...

1.2-Dados de custo da energia. Comparando as facturas dos fornecedores de energia ou as tarifas, seremos capazes de ter uma ideia aproximada do consumo

energético. Recomenda-se controlar as facturas de energia e comparar os preços de vários fornecedores. Isto permitir-nos-á:

- Detectar irregularidades no uso da energia
- Saber quais são os fornecedores mais baratos

1.3-Dados de factores condicionantes. Os factores condicionantes podem ser definidos como qualquer factor que influi no consumo de energia.

- Factores de actividade: medidas organizativas que influem no consumo de energia (horas trabalhadas, número de pessoas no edifício, hora de abertura e fecho do edifício, manutenção dos equipamentos...)
- Factores de condição: são factores externos que influem no consumo de energia (factores meteorológicos, horas de escuridão, isolamento do edifício, funcionamento das instalações...)

#### 2-Análise de dados. O objectivo é transformar os valores em informação útil.

As ferramentas utilizadas para analisar os dados são:

- Manualmente.
- Com uma folha de cálculo.
- Com um pacote informático de Gestão Energética.

Os dados podem ser analisados das seguintes formas:

- Comparação com anos anteriores.
- Comparação com valores de referência.
- Comparação com outros edifícios ou instalações.
- Comparação com outros combustíveis.

#### 3-Comunicação. O objectivo de um sistema de informação energético (lista de verificação) é ajudar na Gestão Energética.

Os resultados obtidos a partir da análise de dados devem ser apresentados a todo o pessoal para que possam contribuir para melhorar o funcionamento. O Gestor Energético deve informar o máximo responsável. Regra geral, deve-se informar o mais rápido possível. Contudo, a resposta depende da urgência da informação. Por exemplo, se for detectado um aumento inusual no consumo energético e não sabemos porquê, recomenda-se determinar a causa e uma solução. Talvez seja

devido a um problema com algum equipamento, que é preciso resolver o mais rápido possível.

#### 4- Acção. Depois da recolha e análise de dados, o Gestor Energético deve preparar um plano de acção.

Nesta etapa, terá a informação adequada para:

1. Definir as possíveis oportunidades de poupança.
2. Calcular, para cada uma, o seguinte:

- Custo da implementação
- Poupanças energéticas esperadas
- Tempo de retorno (dinheiro poupado em energia dividido entre o custo de implementação)
- Melhorias de qualidade, melhorias de eficiência, inconvenientes e outros.

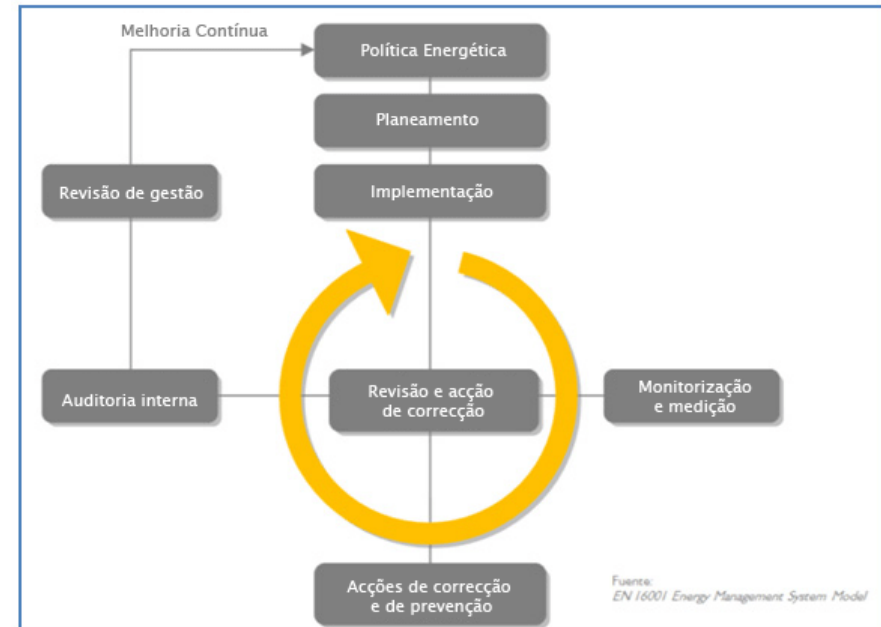
3. Classificar as oportunidades de poupança, da que tem mais potencial de poupança à menos importante. Isto será utilizado para decidir em que ordem as tarefas devem ser desenvolvidas.

4. Propor quem será o responsável por cada acção.

5. Apresentar o programa de Gestão Energética ao Comité Energético.

Quando o programa de Gestão Energética for aprovado e implementado, o Gestor Energético deve controlar os resultados. Isto permitir-lhe-á confirmar se houve algum problema que deve ser resolvido ou se os resultados obtidos são os esperados.

A implementação de um sistema de gestão energética, cujos requisitos foram recentemente retratados em normativas europeias, proporciona às corporações uma ferramenta que facilita a optimização para a redução dos consumos energéticos e custos associados. O esquema geral do “Energy Management System Model” proposto na EN 16001 é o seguinte:



## **Bloco 1: Contratação de Abastecimento e Facturação Energética**

## 1. CONTABILIDADE ENERGÉTICA

A Contabilidade Energética é o registo de consumos energéticos e custos associados, assim como a avaliação e análise. Assim, a Contabilidade Energética Municipal consistirá em determinar e controlar os elementos de consumo associados às instalações municipais, de modo a alcançar uma planificação energética destinada a alcançar um uso racional da energia e oferecer benefícios económicos e ambientais. Os objectivos da contabilidade energética são:

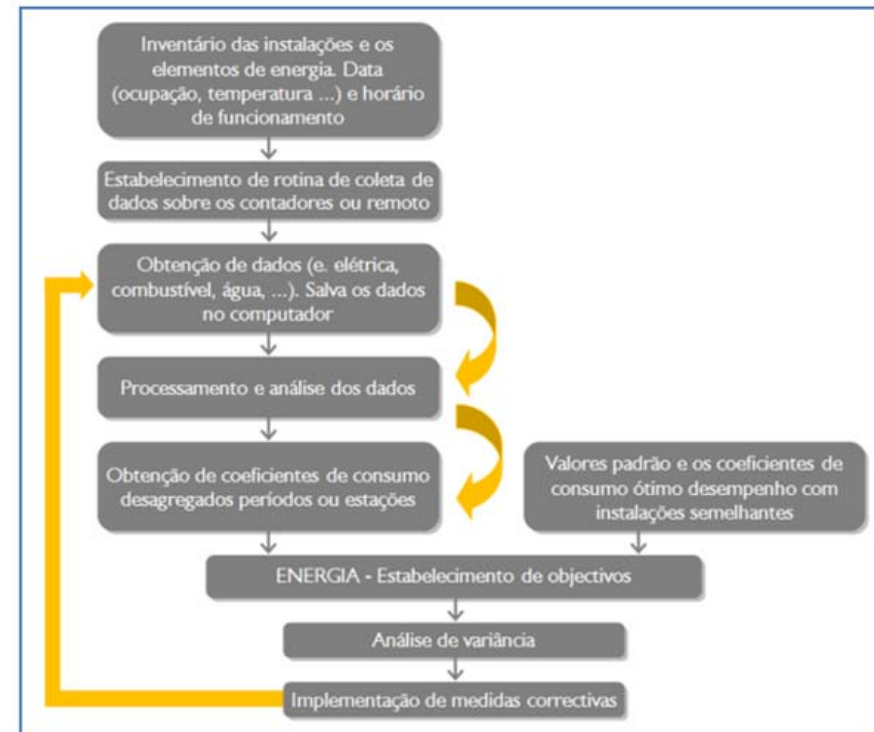
- Alcançar um maior conhecimento dos sistemas e dos consumos energéticos associados.
- Poupança de energia, custos e emissões.
- Controlo do consumo e alertas face ao desvio de parâmetros energéticos.
- Alcançar melhorias de baixo custo.
- Promoção do uso eficiente da energia como medida de exemplo.
- Facilitar a contratação de abastecimentos energéticos.
- Implementar planos de manutenção adequados.

A primeira etapa para diminuir os custos associados ao consumo de energia e aumentar a eficiência é conhecer os dados de consumo actuais. Para tal, é preciso estabelecer um sistema de contabilidade energética. Cada um dos sistemas considerados baseia-se no anterior, e para os efectuar é necessário completar uma série de formulários que contemplem a informação relativa aos vários consumos de energia. Os sistemas de contabilidade energética devem permitir o estudo da evolução do consumo ao longo do tempo.

SISTEMAS DE CONTABILIDADE ENERGÉTICA			
Sistema	Variáveis contabilizadas	Metodologia	Vantagens/inconvenientes
Simple	Energia consumida (detalhada por tipos)	Comparação com dados históricos	Sistema simples
Consumos específicos	Energia consumida (detalhada por indicadores)	Comparação indicadores consumo com valores	Sistema simples que permite estudar a eficiência energética

		históricos e estatísticos	
Rendimento	Diagnóstico/ auditoria	Avaliação de perdas de energia	Exige a realização de balanços de energia

O diagrama do processo a seguir é o representado no seguinte diagrama:



As ferramentas para este processo vão de uma simples folha de cálculo a programas de *software* específico de contabilidade energética ou aplicações web de contabilidade energética. Os parâmetros mais comuns para interpretar as variáveis são:

	Parâmetro	Unidades
Energia eléctrica	Consumida em função da superfície útil do edifício ou instalação	kWh eléctrico / m <sup>2</sup> úteis
	Consumida em função da ocupação ou número de utilizadores da dependência municipal	kWh eléctrico / utilizador
	Exigida pela instalação de iluminação por unidade de superfície iluminada	kWh eléctrico / m <sup>2</sup> iluminados
Energia	Utilizada em instalações térmicas em função da superfície útil do edifício ou instalação	kWh térmico / m <sup>2</sup> úteis
	Utilizada em instalações térmicas em função da ocupação ou número de utilizadores da dependência municipal	kWh térmico / utilizador
Energia consumida	Instalações de climatização em função da superfície climatizada	kWh térmico / m <sup>2</sup> climatizados
	Instalações de climatização em função do número de utilizadores	kWh térmico / utilizador
	Instalações de climatização em função da superfície aquecida	kWh térmico / m <sup>2</sup> aquecidos
	Instalações de climatização em função do número de utilizadores	kWh térmico / utilizador
Custo	kWh de energia eléctrica	€ / kWh eléctrico
	kWh de energia térmica utilizada em climatização	€ / kWh térmico frio
	kWh de energia térmica utilizada em aquecimento	€ / kWh térmico calor

## 2. CONTRATAÇÃO DE ABASTECIMENTO E FACTURAÇÃO ENERGÉTICA

A contratação no mercado da energia não é um processo uniforme nem simples, é uma escolha que deve ter em conta os serviços e os critérios técnicos, económicos e ambientais. Para este processo, na maior parte das vezes, o responsável energético deve contar com a assessoria de um especialista externo.

Quanto à facturação da energia, como foi comentado anteriormente, deve ser efectuado um controlo das várias unidades de consumo ao longo do tempo. Pode-se utilizar um software específico que permita a

telecontagem dos contadores de consumo, mas uma forma mais simples pode ser através de folhas de cálculo. A seguir é ilustrado o modelo mais simples:

Datas	Consumos/Despesas						Outras Despesas (avarias, manutenção,...)
	Electricidade		Gás Natural/ Outros gases		Gasóleo		
	kWh	€	m <sup>3</sup>	€	l	€	

### 2.1. MERCADO ELÉCTRICO EM PORTUGAL

O processo de liberalização dos sectores eléctricos da maior parte dos países europeus foi efectuado de forma faseada, tendo começado por incluir os clientes de maiores consumos e níveis de tensão mais elevados. Em Portugal foi seguida uma metodologia idêntica, tendo a abertura do mercado sido efectuada de forma progressiva entre 1995 e 2006. Desde 4 de Setembro de 2006 todos os consumidores em Portugal continental podem escolher o seu fornecedor de energia eléctrica. Esta data antecipa o cumprimento da Directiva nº 2003/54/CE, que estabelece que a partir de 1 de Julho de 2007 todos os clientes de energia eléctrica poderão escolher livremente o seu fornecedor de energia eléctrica. Associada à liberalização e à construção do mercado interior de electricidade está um esperado aumento da concorrência, com reflexos ao nível dos preços e da melhoria da qualidade de serviço, a que deverá corresponder uma maior satisfação dos consumidores de energia eléctrica.

Com a abertura total do mercado, todos os consumidores têm direito a escolher o seu comercializador de energia eléctrica. Para efeitos de escolha do comercializador, são consideradas as seguintes modalidades de contratação de energia eléctrica:

- Celebração de contrato de abastecimento de energia eléctrica com comercializadores, no mercado liberalizado.

- Celebração de contrato de abastecimento de energia eléctrica com comercializadores de último recurso.
- Contratação de energia eléctrica através de contratação bilateral.

Os clientes têm o direito a mudar de comercializador de electricidade até 4 vezes em cada período de 12 meses consecutivos, não podendo ser exigido o pagamento de qualquer encargo pela mudança de comercializador.

A liberalização do mercado eléctrico representa novas oportunidades de contratar o abastecimento de electricidade, exigindo, em contrapartida, uma maior necessidade de informação por parte dos consumidores para poderem efectuar escolhas conscientes e informadas que correspondam aos seus interesses. A escolha de um novo comercializador de electricidade deve incluir os seguintes passos:

- Consultar os vários comercializadores que actuam no mercado liberalizado.
- Verificar qual a oferta globalmente mais vantajosa de acordo com os critérios do cliente (preços, periodicidade de facturação, condições de pagamento, qualidade comercial, serviços oferecidos, condições gerais e particulares dos contratos, duração e condições de denúncia dos contratos, etc.), tendo também em consideração as condições oferecidas pelo comercializador de electricidade actual.

A Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), consciente da importância que a informação assume na formulação esclarecida das escolhas num ambiente de mercado, passa a disponibilizar publicamente, com periodicidade mensal, um resumo informativo sobre o mercado liberalizado. Por outro lado, a divulgação dos resumos informativos mensais sobre o mercado liberalizado visa contribuir para o acesso mais transparente à informação do mercado por parte da generalidade dos agentes envolvidos.

Estes resumos informativos são complementados pela informação constante dos boletins mensais sobre o MIBEL -Mercado Ibérico de Electricidade, elaborados conjuntamente pela ERSE, pela Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (CMVM) de Portugal, pela Comissão

Nacional de Energia (CNE) e pela Comissão Nacional do Mercado de Valores (CNMV), ambas de Espanha, no âmbito do Conselho de Reguladores. Estes documentos são divulgados mensalmente nos *sites* das referidas entidades.

## 2.2. MERCADO ELÉCTRICO EM ESPANHA

Desde 1 de Julho de 2009, os consumidores com tensão baixa, T<1000 Vóltios com potências contratadas iguais ou inferiores a 10 kW (quase todos os consumidores domésticos) podem receber o abastecimento eléctrico de duas formas:

- Através de contrato de abastecimento de último recurso através de um Comercializador de último recurso (a escolher entre uma lista de comercializadores autorizados pelo Ministério de Indústria, Comércio e Turismo espanhol) e cujo preço é determinado pela tarifa de último recurso (Preço regulado estabelecido periodicamente pelo Ministério de Indústria, Comércio e Turismo espanhol).
- Através de contrato de abastecimento no mercado livre.

Para os consumidores integrados na modalidade de abastecimento através de tarifa de último recurso, o abastecimento é contratado com o comercializador de último recurso que escolherem entre a lista de comercializadores autorizados, com o que estabelecerão a relação comercial para a contratação, facturação, consideração de consultas e reclamações.

Neste caso, o comercializador de último recurso substitui a função anteriormente realizada pela empresa distribuidora à que o consumidor está fisicamente ligado. A empresa distribuidora só realizará a operação e a manutenção da rede de distribuição e será responsável pela medida do consumo. Assim, o distribuidor continuará a ser o responsável pelos aspectos técnicos do abastecimento, entre os quais está a qualidade do abastecimento (qualidade do produto e continuidade, cortes e interrupções).

Neste caso, em caso de abastecimento no mercado livre, o preço do abastecimento está composto por um preço regulado ou tarifa de acesso

que se refere ao uso da rede e um preço livre que se refere ao valor da energia que se consome. Nesta modalidade de consumo são contratados dois tipos de serviços:

- O uso das redes do distribuidor ao qual está ligado o ponto de abastecimento, pelo que se paga a tarifa de acesso, preço regulado e estabelecido periodicamente pelo Ministério da Indústria, Comércio e Turismo espanhol.
- A energia eléctrica que se adquire ao comercializador de acordo com o preço livremente pautado.

Não obstante, o comercializador, ao actuar como mandatário do consumidor, incluirá na factura a totalidade do preço de abastecimento e abonará a parte correspondente ao uso da rede (Tarifa de acesso) ao distribuidor.

Desde 1 de Julho de 2009, os consumidores ligados em baixa tensão com potências contratadas  $P > 10$  kW e todos os consumidores com abastecimentos em alta tensão,  $T > 1000$  Vóltios, só poderão contratar o abastecimento eléctrico na modalidade de livre mercado.

### 2.3. MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDADE

O Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL) é o resultado da integração dos mercados de electricidade espanhol e português. Supõe um avanço importante na integração económica de ambos os países. O MIBEL dá lugar à criação de operadores de mercado, o OMIE (Operador do Mercado Ibérico de Espanha), que será o encarregado de gerir as transacções diárias e o OMIP (Operador do Mercado Ibérico de Portugal) que centralizará as compras de energia para o futuro.

As empresas produtoras de energia eléctrica realizarão diariamente ofertas económicas para vender a electricidade através do mercado grossista, organizado pelo Operador do Mercado Eléctrico (OMEL). As ofertas cruzam-se com a procura realizada, por sua vez, pelos comercializadores, as distribuidoras e alguns grandes consumidores.

A cassação de oferta e procura, partindo da oferta mais barata até a igualar com a procura, permite obter o preço de electricidade, que

corresponderá à última oferta cassada. A Comissão Nacional da Energia, sob a supervisão do Ministério da Indústria, Comércio e Turismo espanhol, garante a função de regulador e vela pelo correcto funcionamento do mercado liberalizado. O operador da rede de transporte, Rede Eléctrica de Espanha (REE), garante o funcionamento do sistema e a gestão técnica da rede.

No sentido de aprofundar o MIBEL, os Governos de Portugal e de Espanha decidiram acordar um plano de compatibilização regulatória. O plano de compatibilização assenta em seis áreas principais:

1. Definição dos princípios gerais de organização e gestão do OMI e respectivo modelo de implementação.
2. Reforço da articulação entre Operadores de Sistema.
3. Regras comuns para aumentar a concorrência no MIBEL e reduzir o poder de mercado.
4. Incentivo à liberalização e definição do plano de convergência tarifária entre sistemas eléctricos ibéricos.
5. Mecanismo da gestão conjunta das interligações.
6. Mecanismo da garantia de potência.

### 2.4. MERCADO DO GÁS EM PORTUGAL

A primeira fase da construção do mercado interno de gás natural remonta à década de 90, nomeadamente através da Directiva 90/377/CEE de 29 de Junho de 1990 que estabelece um processo comunitário para garantir a transparência dos preços ao consumidor industrial de gás e electricidade, cujo objectivo era a promoção da livre escolha dos fornecedores por parte destes consumidores e da Directiva 91/296/CEE de 31 de Maio, relativa ao trânsito de gás natural nas grandes redes, que visava facilitar o aumento das trocas, tendo sempre em conta a qualidade e a segurança do abastecimento.

O Conselho de Ministros aprovou, em 22 de Junho de 2006, um diploma relativo ao sector do gás, o qual, em matéria de liberalização do sector, estabelece o seguinte calendário:

- Produtores de electricidade em regime ordinário - Janeiro de 2007;

- Clientes com consumo anual superior a 1 milhão de m<sup>3</sup> (n) - Janeiro de 2008;
- Clientes com consumo anual superior a 10 000 m<sup>3</sup> (n) - Janeiro de 2009;
- Para todos os clientes - Janeiro de 2010.

O Leilão Anual visa dinamizar o processo de liberalização do mercado do gás natural, promovendo o aumento de concorrência, induzido pela disponibilização de gás aos novos comercializadores em regime de mercado e aos consumidores elegíveis que considerem vantajoso adquirir gás natural nestes leilões. Neste sentido, o Regulamento de Relações Comerciais do Sector do Gás Natural (art.º 60º) estabelece que a Galp Gás Natural, enquanto comercializador do SNGN – Sistema Nacional de Gás Natural, deve promover a realização de leilões anuais de gás natural em 2009, 2010 e 2011, numa quantidade de 300 milhões de m<sup>3</sup> (n)/ano.

Desde Janeiro de 2010, todos os consumidores de gás natural têm o direito de escolher o comercializador. Para a escolha do comercializador, são considerados os seguintes métodos de aquisição de gás natural:

- Contrato com comercializadores de gás natural no mercado liberalizado.
- Contrato com comercializadores de gás natural de último recurso.
- Aquisição de gás natural nos mercados organizados ou através de contratos bilaterais.

A gestão do processo de mudança de comercializador é atribuída ao operador da rede nacional de transporte, e os procedimentos e prazos para mudar de comercializador são aprovados pela ERSE.

Os clientes têm direito a mudar de comercializador de gás natural até 4 vezes em cada período de 12 meses consecutivos e não são obrigados a pagar nenhum cargo por mudar de comercializador. A actividade do último recurso e as tarifas e os preços cobrados pelos comercializadores são aprovados pela ERSE.

A liberalização do mercado eléctrico representa novas oportunidades de contratar o abastecimento de electricidade, exigindo, em contrapartida,

uma maior necessidade de informação por parte dos consumidores para poderem efectuar escolhas conscientes e informadas que correspondam aos seus interesses.

## 2.5. MERCADO DO GÁS EM ESPANHA

Desde 1 de Julho de 2008, desaparecem as tarifas de gás natural, isto é, os preços de venda de gás natural deixam de ser preços regulados e começam a ser preços livremente pautados entre consumidor e comercializador. As empresas que vendem gás natural a um preço livremente pautado são empresas comercializadoras.

Não obstante, foram criadas tarifas de último recurso. Trata-se de preços regulados aplicáveis aos consumidores que, segundo o seguinte calendário de aplicação, estão nos seguintes supostos:

- Desde 1 de Janeiro de 2008, podem adoptar as tarifas de último recurso os consumidores com gasodutos com pressão igual ou inferior a 4 bar, independentemente do consumo anual. Nesta situação encontram-se os consumidores domésticos.
- Desde 1 de Julho de 2008, só podem adoptar a tarifa de último recurso os consumidores com gasodutos com pressão igual ou inferior a 4 bar e cujo consumo anual é inferior a 3 GWh. Nesta situação encontram-se os consumidores domésticos.
- Desde 1 de Julho de 2009 só podem adoptar a tarifa de último recurso os consumidores com gasodutos com pressão igual ou inferior a 4 bar e cujo consumo anual é inferior a 50.000 kWh.

## 3. CONTRATAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS ENERGÉTICOS

É recomendável valorizar a utilidade de um contrato de serviços energéticos e manutenção integral para as instalações em edifícios de titularidade municipal. A Federação Espanhola de Municípios e Províncias (FEMP) e o Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia (IDAE) elaboraram um modelo deste tipo de contrato, com o fim de facilitar a materialização das potencialidades de poupança de energia no sector público, possibilitando a eliminação das barreiras que dificultam a poupança energética. A particularidade deste contrato é que, respeitando



os procedimentos e a normativa, permite integrar a manutenção e a prestação de serviços energéticos.

O contrato compreende a realização de cinco prestações:

- A gestão energética tem como objectivo a gestão do abastecimento de combustíveis e electricidade, incluindo o controlo de qualidade, quantidade e uso.
- Manutenção preventiva das instalações para conseguir a permanência no tempo do rendimento das instalações e de todos os componentes ao valor inicial.
- Garantia total de reparação com substituição de todos os elementos deteriorados nas instalações.
- Compromisso de realizar por conta do adjudicatário as obras de melhoria e renovação das instalações que a Administração titular do edifício especificar no início do contrato.
- Melhoria da eficiência energética que tem como objectivo promover a melhoria da eficiência energética através da incorporação, melhoria ou renovação de equipamentos e instalações que a fomentem, assim como a incorporação de energias renováveis. Ditas incorporações podem ser realizadas pelo adjudicatário de forma condicionada ou incondicionada (se o adjudicatário se comprometer a realizar por sua conta e risco).

Na elaboração do documento teve-se em consideração a Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho sobre a eficiência do uso final da energia e os serviços energéticos que contempla a contratação de serviços energéticos como uma das ferramentas mais adequadas para a redução do consumo energético dos edifícios. Devido à novidade e complexidade deste tipo de contrato e com o objectivo de garantir o êxito do mesmo, considera-se absolutamente necessário que, tanto na redacção dos folhetos de condições técnicas como nas cláusulas administrativas, assim como no acompanhamento do cumprimento do contrato, deve intervir um responsável técnico qualificado e com experiência em manutenção e gestão técnica de edifícios, para que o peticionário não fique nas mãos da empresa adjudicatária.

## LINKS

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)

Rede Eléctrica de Espanha: [www.ree.es](http://www.ree.es)

Redes Energéticas Nacionais: [www.ren.pt](http://www.ren.pt)

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

Mercado Ibérico de Electricidade: [www.mercadoibericoenergia.org](http://www.mercadoibericoenergia.org)

Comissão Nacional de Energia: [www.cne.es](http://www.cne.es)

Operador do Mercado Ibérico de Energia - Pólo Espanhol: [www.omel.es](http://www.omel.es)

Operador do Mercado Ibérico de Energia - Pólo Português: [www.omip.pt](http://www.omip.pt)



## **Bloco 2: Edificação Sustentável**

## 1. CONTRATAÇÃO DE UM PROJECTO

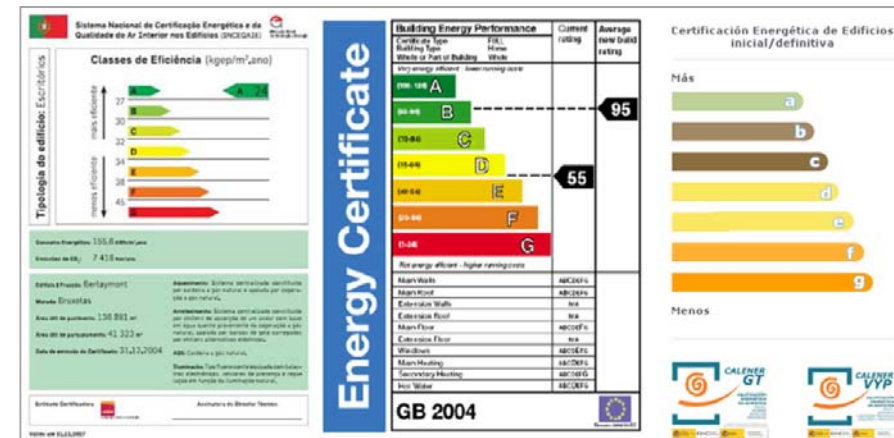
O *design* e a execução de uma edificação determinam o consumo energético da actividade a realizar durante um período de tempo muito amplo. Qualquer medida de optimização energética que se pretenda realizar *a posteriori*, uma vez o edifício em funcionamento, será menos efectiva e muito mais cara do que se for prevista no projecto técnico.

É por este motivo que as administrações públicas têm a obrigação de ter em consideração os critérios energéticos na hora de conceber e contratar uma edificação para além das exigências mínimas legais. É óbvio que nem todas as Câmaras Municipais dispõem de uma equipa técnica qualificada para definir expressamente os requisitos particulares de eficiência energética exigíveis a cada instalação. Além disso, e até mesmo quando se dispõe destes técnicos, as soluções consideradas talvez não sejam as melhores e compatíveis com a aplicação pretendida. É por esta razão que se recomenda incluir sempre no texto sobre as condições técnicas uma cláusula que indique que os projectos devem garantir que se alcance a qualificação energética máxima (Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios) e deve ser valorizada adicionalmente como uma melhoria ao incremento justificado da eficiência energética da edificação. Deste modo, os licitadores terão a obrigação de fazer uma contínua actualização dos conhecimentos em eficiência e poupança energéticas, mantendo os técnicos municipais informados. Além disso, este conhecimento adquirido pelas empresas servirá para melhorar as edificações privadas.

No texto sobre as cláusulas administrativas deve ser especificado o peso da valorização da eficiência energética, juntamente com outros aspectos que se considerem de interesse como preço, estética, funcionalidade ou prazo de execução. É recomendável que a percentagem correspondente à eficiência energética não seja inferior a 20% da pontuação máxima total. A obrigação do carácter de exemplaridade por parte da administração justifica amplamente os eventuais sobrecustos que possam advir da exigência da máxima eficiência energética.

A Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios

impõe a emissão de Certificados Energéticos para os compradores ou utilizadores dos edifícios. Esses certificados deverão incluir informação objectiva sobre as características energéticas dos edifícios para permitir valorizar e comparar a eficiência energética de forma simples. O certificado deverá incluir valores de referência e valorizações comparativas. Uma forma de o realizar é através de uma classificação, por parte de uma empresa certificadora, da edificação no conjunto, estabelecendo um critério para que qualquer pessoa possa distinguir os vários níveis de eficiência (por exemplo, uma letra do abecedário, que quanto mais se aproximar do A implicará maior nível de eficiência). Deste modo, será favorecida a promoção de edifícios de alta eficiência energética e os investimentos em poupança energética.



Certificados energéticos de edifícios

## 2. ORIENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

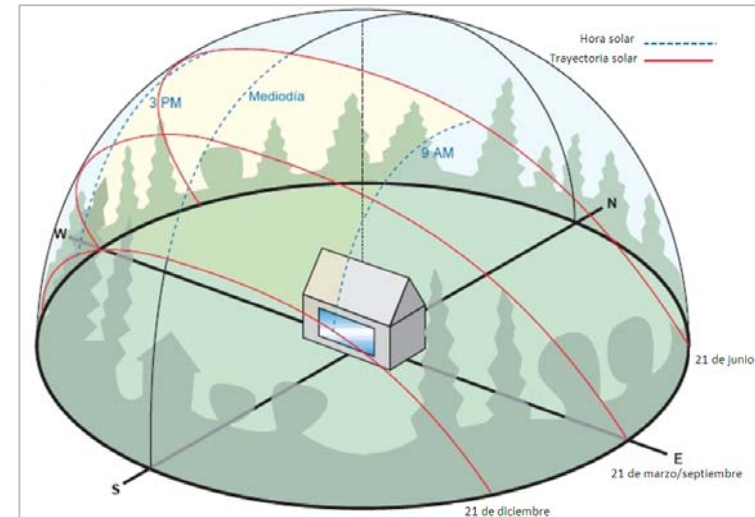
Um bom *design*, tendo em conta os critérios bioclimáticos, pode obter poupanças até 70% para a climatização e iluminação de uma moradia. Tudo isto com um incremento do custo de construção não superior a 15% sobre o custo *standard*. O *design* bioclimático não faz referência a uma arquitectura especial, só tem em conta a localização do edifício e o

microclima no qual se integrará, para adaptar o imóvel ao enclave em que será construído.

O *design* eficiente de um edifício ou de uma casa isolada procurará o máximo aproveitamento das energias gratuitas, evitará as perdas/ganhos de calor não desejados e otimizará o correcto funcionamento dos equipamentos. É necessário considerar as instalações novas como um todo, integrando o *design* da envolvente (tipologia) com outros factores, como a selecção de materiais, iluminação natural e outros aproveitamentos solares passivos, aquecimento, ventilação e sistemas de acondicionamento de ar, sistemas de iluminação e resto de instalações.

Um factor importante a ter em conta é o clima, visto que os condicionantes devem ter várias estratégias e também convém aproveitar as circunstâncias climatológicas favoráveis porque estão em estreita relação com a localização e a orientação:

- Um edifício mal orientado e com uma forma inadequada pode precisar mais do dobro de energia que um com as mesmas características bem desenhado e orientado.
- Deve-se minimizar os efeitos negativos do vento e do frio dominantes na localização escolhida.
- Deve-se maximizar o aproveitamento da energia solar através de elementos estruturais da própria instalação (energia solar passiva) ou através do uso de equipamentos específicos capazes de transformar a energia solar em energia útil.



*Trajectória solar*

As árvores, sebes, arbustos e trepadeiras situados em locais adequados não só aumentam a estética e a qualidade ambiental, como também, além disso, proporcionam sombra e protecção contra o vento. Por outro lado, a água evaporada durante a actividade fotossintética arrefece o ar e obtém-se uma pequena descida da temperatura, entre 3 e 6°C, nas zonas arboradas.

Deste modo, as árvores de folha caduca oferecem um excelente nível de protecção solar no Verão e no Inverno os raios solares aquecem a casa. Além disso, se rodearmos o edifício de vegetação (relva, plantas, etc.) em vez de cimento, asfalto ou similares, conseguiremos diminuir a acumulação de calor.

As janelas e marquises, as estufas, os átrios e pátios com uma adequada orientação permitem que a radiação solar penetre directamente no espaço a aquecer no Inverno, o que produzirá uma poupança a nível de aquecimento.

Nas zonas frias é importante que os remates de maior superfície e os envidraçados nas divisões mais utilizadas estejam orientados para sul e os que estiverem orientados para norte sejam o mais pequeno possível. Nas zonas quentes, pelo contrário, as orientações com maior radiação solar (sul e sudoeste) devem estar na menor superfície envidraçada possível.

A forma desempenha um papel essencial nas perdas de calor de um edifício. Em traços gerais, pode-se afirmar que as estruturas compactas e com formas arredondadas têm menos perdas do que as estruturas com numerosas aberturas, reentrâncias e saliências.

Outro factor primordial no *design* é a actividade que se pretende levar a cabo no interior, e que juntamente com o clima, determinarão as necessidades de climatização. Por um lado, está o grau de actividade dos ocupantes e a emissão por parte de equipamentos e maquinaria e, por outro, o ambiente exterior. A relação entre ambas as cargas térmicas afecta o grau em que o edifício perde ou ganha calor.

#### VERIFICAÇÃO DE CONDICIONANTES NA FASE DO DESIGN DO EDIFÍCIO

##### Clima

Consideração dos condicionantes climatológicos específicos da zona.

Consideração das características das sombras específicas da zona.

##### Orientação e forma

Escolher adequadamente a orientação, dentro do possível.

Dispor elementos exteriores e paisagísticos de modo a participarem como elementos activos no controlo e poupança de energia.

Escolher, dentro do possível, a solução mais "compacta" dentro das que cumprem os requisitos impostos ao edifício.

##### Aberturas

O tamanho, proporções e disposição na fachada deverá respeitar estritamente os requisitos de iluminação natural, térmicos e de ventilação.

Em vez de janelas simples, utilizar duplas (câmara-de-ar simples) ou triplas (câmara-de-ar dupla), e sempre com ruptura de ponte térmica.

Incorporar, se for possível, sistemas de sombra integrados na fachada. Tipo fixo (mais duradouros, mas têm um pior comportamento) ou

dobrável/ajustável (mais propensos para a deterioração, mas podem adaptar-se às várias condições sazonais).

##### Eficiência térmica

Determinar o uso a dar ao edifício e o número de equipamentos instalados, potências e horas de funcionamento, pois determinam a carga interna.

Ter especial cuidado para que nas fachadas, aberturas, coberturas e pavimentos tenham a resistência térmica adequada para manter as condições de conforto e de eficiência.

Prevenção das condensações, e em relação com este aspecto, evitar e quebrar qualquer tipo de ponte térmica. A humificação contínua dos elementos contribui decisivamente para a deterioração.

### 3. ENVOLVENTE TÉRMICA

A envolvente térmica é constituída por todos os materiais estruturais e acabamentos que fecham o edifício, separando os ambientes interior (acondicionado da alguma forma) e exterior. Esta definição inclui as fachadas, aberturas (portas e janelas), coberturas e pavimentos.

A envolvente deve cumprir os requisitos de ventilação e iluminação natural, ao mesmo tempo que proporciona uma protecção adequada face aos agentes atmosféricos. Na seguinte tabela são apresentadas algumas estimativas da percentagem de representatividade do custo de cada elemento da envolvente sobre o total do edifício, em função do tipo de edifício:

Tipo de edifício	Pavimento	Fachada	Cobertura	Total
Hospital 4 - 8 andares	0,6	9,5	0,6	10,7
Plataforma de produção	6,4	9,5	6,7	21,6
Edifício de escritórios 12 - 20 andares	0,3	19,9	0,4	20,6
Centro desportivo 2 - 3 andares	2,3	14,5	2,5	19,3

Fonte: Whole Building Design Guide

Além disso, é o elemento que determina a qualidade estética exterior do edifício, aspecto importante na hora de desenhar instalações de serviço público como os edifícios de titularidade municipal. Actuando na

envolvente ou pele do edifício é possível captar, conservar e armazenar recursos energéticos do âmbito imediato. Além disso, o modo de colocação das várias aberturas e a distribuição das várias divisões poderá facilitar a ventilação natural.

A função básica dos elementos da envolvente é a separação de vários ambientes, suportando cargas de todo o tipo (estruturais e térmicas) e cumprindo, além disso, uma função estética. Convém distinguir os seguintes elementos:

- Fachada: remate vertical exterior.
- Paredes-meias: remate vertical em contacto com outra edificação ou solar vizinho.
- Cobertura: remate superior.
- Soleira: remate vertical inferior em contacto com o terreno.
- Repartição: remate vertical interior entre espaços de um edifício.
- Forjamento: remate horizontal entre andares de uma edificação.

Outros elementos presentes nos remates são as aberturas. Na seguinte lista são mencionados os tipos fundamentais:

- Janela: abertura vertical envidraçada.
- Clarabóia: abertura situada na cobertura.
- Porta: abertura que permite a passagem de pessoas e objectos.

#### 4. FACHADAS

São os remates verticais que separam o ambiente interior do edifício (geralmente acondicionado dalgum modo) do meio exterior. Os elementos constituintes são enumerados a seguir:

##### 4.1. ACABAMENTO EXTERIOR

São os elementos naturais ou sintéticos que constituem a camada mais externa da fachada. Constituem a primeira barreira de protecção face aos agentes exteriores, actuando, além disso, como protecção dos elementos sobre os quais se colocam. É preciso ter em conta as características dos elementos relacionados com a reflexão da radiação solar e a emissão de

radiação infravermelha à noite. Os acabamentos em cores escuras propiciam os efeitos da absorção da radiação solar, incrementando o aquecimento no Inverno nos climas frios, efeito que no Verão pode ser compensado através da incorporação de elementos de sombra ou câmaras-de-ar ventiladas.

No caso das protecções solares, para a orientação sul são recomendáveis as protecções fixas ou semi-fixas, enquanto para a orientação leste ou oeste o mais adequado são as protecções móveis que permitem a entrada de luz solar em épocas de frio.

Na seguinte tabela é detalhada uma série de protecções solares com a percentagem de poupança energética estimada em arrefecimento:

PROTECÇÃO SOLAR	%
Cortina cor escura	42
Cortina cor média	53
Cortina cor clara	60
Estore cor escura	25
Estore cor média	27
Estore cor clara	40
Vidro escuro (5 mm)	40
Vidro polarizado	48
Estore e vidro absorvente	47
Estore branco	85
Toldo de lona	85

Em climas quentes, pelo contrário, convém acabamentos em cores claras que maximizem a reflexão da radiação, mantendo as divisões frescas nos períodos estivais com temperaturas altas.

Pelo contrário, durante a noite produz-se um arrefecimento das superfícies exteriores por causa da emissão de radiação infravermelha para o firmamento.

Os acabamentos em cal típicos dos climas mediterrâneos têm um elevado nível de reflexão da radiação solar e uma elevada emissão de radiação infravermelha, pelo que a arquitectura tradicional destas zonas utilizam

estes efeitos para manter uma temperatura confortável dentro das moradias.

#### 4.2 ELEMENTO ISOLANTE

Trata-se de materiais caracterizados pela elevada resistência térmica, isto é, uma baixa condutividade do calor. Como já foi mencionado anteriormente, pode-se utilizar o ar como isolamento, mas os fenómenos de convecção produzidos nas câmaras-de-ar fazem com que seja mais adequado o uso de materiais porosos ou fibrosos, capazes de imobilizar o ar confinado no interior de pequenas células mais ou menos estancas.

As variáveis do *design* são a espessura do material, a condutividade térmica e a densidade. No *design* de remates com um único elemento constituinte, o facto de obter requisitos mínimos de isolamento levaria ao uso de espessuras consideráveis. Os elementos mais comumente utilizados são o poliestireno, poliuretano, fibra de vidro e lã de rocha.

#### 4.3. ELEMENTOS DE CONTROLO DE FLUXOS

Trata-se de um conjunto de elementos encarregados de controlar e limitar o fluxo de ar e/ou vapor de água através do remate. Quando há um fluxo importante de ar húmido no interior, uma quantidade elevada de vapor de água alcança o lado frio exterior do isolamento, produzindo-se condensação no inteiro do remate, que actuando de forma contínua provocará a deterioração do elemento isolante.

A barreira deverá ser colocada no lado quente do remate para que o seu comportamento seja mais efectivo. Neste sentido, alguns elementos de isolamento térmico também têm um bom comportamento (além de impedirem o fluxo de calor), sendo mínima a quantidade de vapor a alcançar o lado frio do isolamento.

A barreira de vapor é absolutamente necessária em climas muito frios, quando o isolamento estiver colocado no interior do remate e a resistência ao vapor nas camadas exteriores for grande.

Os acabamentos em materiais como a pedra natural apresentam um bom comportamento neste aspecto e actua como barreira de vapor no lado frio do remate.

#### 4.4. ELEMENTOS ESTRUTURAIIS

Podem ser remates de betão executado *in situ*, remates pré-fabricados (de madeira, betão e até mesmo de plástico), ou fábricas, formadas por material resistente (pedras, tijolos cerâmicos ou blocos pré-fabricados de betão) unido através de argamassa, composto por cimento, água e áridos finos (areia). Para um maior isolamento térmico recomenda-se a construção dos tabiques de fábrica com câmara-de-ar e projecção de algum elemento isolante no interior.

#### 4.5. REVESTIMENTO INTERIOR

Não tem uma incidência importante desde o ponto de vista da eficiência térmica, mas tem incidência no consumo total de energia no edifício. Uma variável do *design* importante é o nível de reflexão da luz natural e artificial. Nestes casos, o objectivo é a consecução de um nível de conforto visual adequado com um mínimo consumo energético.

No caso dos pavimentos, quando se permite a incidência directa da radiação solar, podem contribuir para o aquecimento das divisões, embora seja recomendável o uso de materiais com uma capacidade de reflexão controlada (para evitar encadeamentos), mas que manifestam a radiação nas paredes, de modo a serem estes os elementos encarregados pela absorção e acumulação do calor.

#### 5. ABERTURAS

São aberturas nos remates com a finalidade de proporcionar luz e ventilação à divisão correspondente, assim como acesso à mesma. As aberturas são os pontos da envolvente susceptíveis de ter um menor isolamento térmico quanto ao meio exterior. É por esta razão que numa edificação eficiente estarão absolutamente descartadas soluções baseadas em envidraçados simples, sendo a opção mais adequada o envidraçado duplo para climas temperados e triplo para as zonas em que os Invernos sejam severos.

Quando houver uma diferença significativa entre a temperatura exterior e interior da edificação, tanto no Inverno como no Verão, será necessário dispor de elementos de protecção térmica adicional como persianas ou

estores herméticos nos períodos inverniais, e elementos de controlo da insolação nos períodos estivais.

Em qualquer caso, uma opção do *design* pode ser a redução da superfície envidraçada com o objectivo de moderar os fluxos de calor.

A título de orientação são mencionados na tabela seguinte os valores do coeficiente de transmissão térmica K para os vários tipos de envidraçados e as várias carpintarias. Quanto menor for o valor de K, mais eficiente será o comportamento térmico. A espessura dos vidros pode ir dos 4 aos 10 mm. Na câmara ou câmaras de separação introduz-se ar desidratado (para impedir as condensações interiores) ou um gás de alta densidade (árgon ou cripton).

Tipo de envidraçado	Espessura da câmara-de-ar (mm)	$K_{\text{vidro}}$	Tipo carpintaria	K (vidro + carpintaria) Kcal/m <sup>2</sup> h°C
Simples	--	4,9	Madeira	4,3
			Metálica	5,0
Duplo	6	2,9	Madeira	2,8
			Metálica	3,4
	8	2,7	Madeira	2,7
			Metálica	3,3
	12	2,6	Madeira	2,5
			Metálica	3,2
Triplo	6	2,1	Madeira	2,4
			Metálica	2,9
	8	1,9	Madeira	2,3
			Metálica	2,8
	12	1,8	Madeira	2,2
			Metálica	2,7

Fonte: ISOVER. Manual de isolamento na edificação

## 6. COBERTURAS

São elementos de remate estanques às precipitações que limitam de forma superior a edificação. São classificadas em função de vários critérios:

### Segundo a inclinação

- Coberturas planas.
- Coberturas inclinadas.
- Coberturas singulares.

### Segundo a estrutura

- Coberturas com estrutura reticular.
- Coberturas com estrutura laminar.

### Segundo a ordem de colocação das camadas

- Coberturas tradicionais.
- Coberturas invertidas.

### Segundo o comportamento higrotérmico

- Coberturas frias.
- Coberturas quentes.

Os elementos constituintes de uma cobertura são enumerados a seguir.

### 6.1. ACABAMENTO EXTERIOR

Entre os elementos mais usados podemos encontrar os seguintes:

- Telhas numa ampla variedade (cerâmicas, que são as mais utilizadas na edificação civil, em betão e, até mesmo, plásticas).
- Placas de ardósia.
- Painéis sanduíche.
- Chapas metálicas onduladas.
- Chapas de alumínio anodizado.

Estas últimas três são utilizadas fundamentalmente em edifícios com uma certa singularidade, naves industriais e/ou pavilhões desportivos.



## 6.2. IMPERMEABILIZANTES E ISOLANTES

Como já foi referido, o elemento impermeabilizante pode estar colocado por cima ou por debaixo do isolamento, dando lugar às duas tipologias mencionadas: coberturas tradicionais e coberturas invertidas. Os materiais isolantes utilizados são os mesmos que no caso das fachadas.

## 6.3. ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Podem ser elementos pré-fabricados (vigas) de betão, elementos metálicos (pórticos em polidesportivos, em naves para exposições, etc.) ou madeira.

## 7. DIVISÕES HORIZONTAIS

Dentro deste ponto são incluídas todas as separações horizontais entre espaços de uma edificação. Se o pavimento da moradia estiver em contacto com o terreno será necessária a incorporação dalgum tipo de elemento isolante de aplicação tanto horizontal como vertical, no caso de a soleira se situar por debaixo do nível do terreno. Nos casos nos que for previsível a presença de água, é preciso colocar elementos impermeabilizantes e camadas drenantes para evitar estancamentos.

Além disso, uma outra tipologia das soleiras a nível do terreno e os muros semienterrados são os muros soterrados, os forjamentos soterrados e as coberturas ajardinadas.

Os forjamentos soterrados são mais habituais em garagens e caves e como são, regra geral, espaços não habitáveis só necessitarão da correspondente camada de impermeabilização e não de isolamento.

O isolamento só será necessário no caso de a cave estar ocupada ou se for usada para desenvolver alguma actividade que exija manutenção e um determinado nível de conforto.

O nível de isolamento terá as mesmas características que o utilizado nas coberturas, visto que estamos a falar de remates superiores em contacto com o exterior ou com espaços não habitáveis.

Uma consideração similar é aplicável no caso das coberturas ajardinadas, se bem que, neste caso, estamos perante a incorporação de um elemento de controlo do fluxo térmico como o é a camada de vegetação. Este tipo de coberturas foi utilizado tradicionalmente como isolamento em climas frios, mas oferecem oportunidades importantes de arrefecimento nos períodos estivais, devido ao mecanismo de transpiração das plantas e de controlo da rega. Contudo, as vantagens deste tipo de soluções face a um correcto isolamento não estão totalmente demonstradas.

No caso de forjamentos de mezanino, isto é, aqueles que separam níveis (acondicionados) de uma edificação, costuma ser suficiente o nível de isolamento proporcionado pelo próprio forjamento, o tecto falso e a câmara-de-ar horizontal que se forma entre eles, sem a aplicação de elementos adicionais de isolamento, excepto se uma parte do forjamento estiver em contacto com espaços não habitáveis ou directamente com o meio exterior, em cujo caso será necessária a aplicação das camadas correspondentes de impermeabilização e isolamento.

Convém lembrar que o tempo usado para aquecer divisões dependerá também da altura dos tectos pelo que, como norma geral é preciso optar por soluções mais compactas, ou seja, nas quais os tectos sejam o mais baixo possível.

## 8. REPARTIÇÕES INTERIORES

São as que separam entre si as várias divisões dentro de uma mesma edificação, ou então separam espaços habitáveis (acondicionados) dos não habitáveis (em contacto com o exterior e, assim, não acondicionados), também dentro de uma mesma moradia.

No primeiro caso, visto que as condições de conforto nos vários espaços de uma moradia são semelhantes, a condição que este tipo de repartições deve cumprir é a de isolamento acústico. As soluções construtivas mais habituais são as paredes de tijolo oco simples ou duplo, ou as placas de gesso.

No caso dos remates em contacto com espaços não habitáveis, as exigências de isolamento serão as mesmas que no caso das fachadas e,

assim, será necessário incorporar elementos isolantes que garantam as condições de conforto interiores.

### **LINKS**

---

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)

*Whole Building Design Guide*: [www.wbdg.org](http://www.wbdg.org)



## **Bloco 3: Climatização e AQS**

## 1. CRITÉRIOS DO DESIGN

Antes de definir os equipamentos mais adequados para um determinado edifício é necessário determinar as condições ambientais exigidas pelos utilizadores, que dependerão fundamentalmente das características do próprio edifício que se pretende climatizar (forma, tamanho, tipo de remates, orientação, uso, etc.) e das necessidades derivadas do seu uso.

As instalações de climatização constam basicamente de:

- Equipamento gerador-transmissor da energia térmica a um fluido.
- Rede de transporte do fluido.
- Intercambiador da energia térmica com o ambiente.

Para reduzir o consumo das instalações de climatização é necessário que as características construtivas do edifício sejam o mais adaptadas possível às condições ambientais exteriores e que se faça um *design* adequado da distribuição das divisões por uso.

No *design* das instalações de acondicionamento térmico é imprescindível considerar o grau de ocupação e a funcionalidade dos locais do edifício. Neste sentido, é necessário utilizar sistemas que permitam controlar o modo de operação em função dos pedidos de cada momento e em cada zona ou local, o que implica que o sistema escolhido deve ter as seguintes características:

- Regulação das velocidades dos ventiladores.
- Regulação das bombas para circulação dos fluidos portadores de calor.
- Zonagem dos sistemas de controlo.
- Regulação automática das temperaturas de consigna.

Outra característica que os sistemas de climatização devem ter é a incorporação de mecanismos de recuperação do calor contido no ar eliminado, que permitem reduzir o consumo de energia associada à renovação de ar, e sistemas de arrefecimento gratuito (*free cooling*), que

arrefecem com ar exterior quando a temperatura é inferior à do ar interior, reduzindo o tempo de funcionamento dos equipamentos de arrefecimento.

Deve ser incorporado um sistema de controlo central para poder planificar o funcionamento da instalação (planificar funcionamento e interrupção de compressores, ventiladores e bombas de circulação), para evitar o funcionamento dos equipamentos nos períodos nos quais não se utilize o edifício (noites, fins-de-semana).

Para evitar perdas de energia há que incorporar interruptores nas janelas para deter o funcionamento do sistema quando estiverem abertas.

Por outro lado, o sistema terá que manter a temperatura das várias zonas dentro de níveis de conforto determinados pelos utilizadores e, em geral, deve ser capaz de responder às necessidades de calor e de frio de forma simultânea.

As perdas por distribuição devem ser limitadas e isoladas das condutas (deve-se calcular o isolamento económico segundo o preço da energia a utilizar, custos de isolamento e o tempo de funcionamento das instalações).

Deve-se elaborar e aplicar um plano de manutenção preventivo que inclua os seguintes pontos:

- Limpeza dos condensadores (unidades exteriores), visto que a obturação diminui a eficiência.
- Limpeza dos evaporadores (unidades interiores) ou intercambiadores interiores.
- Limpeza e mudança dos filtros.
- Verificação das instalações eléctricas.
- Verificação do isolamento das condutas.
- Verificação do estado e das condições de funcionamento dos equipamentos geradores (temperaturas e pressões do circuito).

## 2. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS

Uma vez indicadas as linhas gerais que os sistemas de climatização devem cumprir, analisaremos agora as características particulares dos vários sistemas de aquecimento e arrefecimento utilizáveis num edifício, embora possam coincidir os dois.

A escolha do sistema de climatização e água quente sanitária dependerá, em primeiro lugar, das fontes energéticas disponíveis na zona, e depois da rentabilidade das que se possam utilizar.

É extremamente complicado estabelecer critérios gerais que se possam aplicar a todas as regiões europeias, visto que as fontes de energia disponíveis em cada zona são diferentes e também os preços associados a cada energia. É por esta razão que para escolher um determinado sistema de aquecimento e climatização convém solicitar um estudo comparativo das várias alternativas a uma empresa especializada em assessoria energética. Deve ser escolhido o sistema que apresente os menores custos ao longo da vida da instalação, tendo em conta a amortização do investimento inicial.

A seguir são referidos os vários equipamentos utilizáveis como equipamento gerador.

### 2.1. EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO

#### a) CALDEIRAS

A caldeira é um equipamento que transmite à água o calor libertado pela combustão de um combustível sólido, líquido ou gasoso. As caldeiras padrão exigem que a temperatura da água de retorno (de entrada à caldeira) seja superior a 60°C para evitar o aparecimento de ácidos provenientes dos gases de combustão e impedir a corrosão. Os rendimentos destes equipamentos rondam os 90% sobre PCI (poder calórico inferior), sendo ligeiramente mais elevados no caso de combustíveis gasosos e mais baixos no caso de combustíveis sólidos.

Existem dois tipos especiais de caldeiras com um rendimento mais elevado do que as caldeiras padrão: as de baixa temperatura e as de condensação.

A Directiva 92/42/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992 relativa às exigências de rendimento para novas caldeiras de água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos define este tipo de caldeiras da seguinte maneira:

*Caldeira de baixa temperatura:* uma caldeira que pode funcionar em contínuo com uma temperatura de água de alimentação de 35 a 40°C e susceptível de criar condensação em certas circunstâncias. Incluem-se aqui as caldeiras de condensação que utilizam combustíveis líquidos. O rendimento destas caldeiras é superior a 93% (sobre PCI).

Vantagens:

- Podem trabalhar com temperaturas de retorno das águas baixas (35°C) sem produzir condensação e sem que a caldeira se deteriore.
- A temperatura da água de impulsão pode ser regulada em função das condições climáticas e das exigências térmicas, o que repercute numa redução de consumo.
- Menor manutenção. Não é necessário uma bomba anti-condensação e os materiais utilizados têm uma vida mais elevada.
- Menor consumo de combustível. Há reduções de consumo superiores a 5% respeito a uma caldeira convencional.

Inconvenientes:

- Custo mais elevado do que o de uma caldeira convencional.

*Caldeira de condensação:* uma caldeira concebida para poder condensar de forma permanente uma parte importante dos vapores de água contidos nos gases de combustão. A técnica de condensação permite recuperar o

calor latente do vapor de água contido nos gases de combustão e permite, assim, obter rendimentos elevados.

Vantagens:

- Podem trabalhar com temperaturas de impulsão e retorno das águas baixas (40–30°C) sem que a caldeira se deteriore.
- O rendimento melhora quando se reduz a carga; ao contrário do que acontece com as caldeiras convencionais.
- Menor consumo de combustível. Há reduções de consumo superiores a 20% respeito a uma caldeira convencional.

Inconvenientes:

- Custo mais elevado do que o de uma caldeira convencional e que uma de baixa temperatura.

Regra geral, para incrementar o rendimento de uma instalação com caldeiras e para obter uma melhor regulação, convém utilizar caldeiras modulantes e dividir a potência total necessária em várias unidades (melhor várias caldeiras que uma só).

#### DEFINIÇÕES BÁSICAS REFERIDAS A CALDEIRAS

**Caldeira:** o conjunto corpo da caldeira-queimador destinado a transmitir à água o calor libertado pela combustão.

**Caldeira padrão:** caldeira concebida de forma a que a sua temperatura média de funcionamento possa ser limitada a partir do *design*.

**Caldeira de baixa temperatura:** caldeira que pode funcionar em contínuo com uma temperatura de água de alimentação de 35 a 40°C e susceptível de criar condensação em certas circunstâncias a partir do vapor da água contido nos gases de combustão sem grandes deteriorações da caldeira.

**Caldeira de condensação:** caldeira concebida para poder condensar de forma permanente uma parte importante do vapor da água contido nos gases de combustão.

**Potência nominal útil de uma caldeira:** potência calorífica máxima fixada e garantida pelo construtor como podendo ser

fornecida em funcionamento contínuo, respeitando os rendimentos úteis anunciados pelo construtor.

**Rendimento útil de uma caldeira:** a relação entre o débito calorífico transmitido à água da caldeira e o produto do poder calorífico inferior (PCI) do combustível a pressão constante pelo consumo expresso em quantidade de combustível por unidade de tempo.

**Poder calorífico:** quantidade de calor produzida pela combustão de um combustível, a uma pressão constante e igual a 101.325 Pa. Poder calorífico superior (PCS): a água produzida pela combustão está supostamente condensada. Poder calorífico inferior (PCI): a água produzida pela combustão permanece supostamente em estado de vapor.

A Directiva 92/42/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992 relativa às exigências de rendimento para novas caldeiras de água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos estabelece valores mínimos de rendimento, a potência nominal e a carga parcial de 30% para cada tipo de caldeira. Se estes rendimentos forem iguais ou superiores aos valores correspondentes para as caldeiras padrão, a caldeira pode ser catalogada com uma estrela. Se o rendimento, a potência nominal e o rendimento com carga parcial forem iguais ou superiores em mais de 3 pontos aos valores correspondentes para as caldeiras padrão, a caldeira terá duas estrelas. Por cada 3 pontos adicionais de excesso de rendimento, a potência nominal e com carga parcial poderá ser acrescentada uma estrela suplementar. A seguir, é incluída uma tabela com os requisitos de cada classificação:

TIPO DE CALDEIRA	POTÊNCIA A (kW)	POTÊNCIA NOMINAL		CARGA PARCIAL (0,3·Pn)	
		Tª MÉDIA	RENDIMENTO	Tª MÉDIA	RENDIMENTO
<b>PADRÃO</b>	4 a 400	70	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 50$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
<b>BAIXA TEMPERATURA</b>	4 a 400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$
<b>CONDENSAÇÃO</b>	4 a 400	70	$\geq 90 + \log P_n$	30	$\geq 97 + \log P_n$

MARCA	REND. A POTÊNCIA NOMINAL (%) Tª MÉDIA 70 °C	REND. A CARGA PARCIAL (%) 0,3Pn Tª > 50 °C
*	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
**	$\geq 87 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 83 + 3 \cdot \log P_n$
***	$\geq 90 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 86 + 3 \cdot \log P_n$
****	$\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 89 + 3 \cdot \log P_n$

Aplicando as equações dadas na directiva obtém-se os rendimentos mínimos exigidos para os vários tipos de caldeiras e as várias potências. Os limites de aplicação da Directiva são de 4 a 400 kW. Na seguinte tabela são indicados os rendimentos correspondentes à potência nominal e à carga parcial a 30% da nominal.

EXIGÊNCIAS DE RENDIMENTOS DE CALDEIRAS EXIGIDOS PELA DIRECTIVA EUROPEIA 92/42 CEE										
POT	70 kW		100 kW		200 kW		300 kW		400 kW	
%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%
<b>CALDEIRAS TIPO PADRÃO. PODEM SER CLASSIFICADAS COM ESTRELAS</b>										
ST	87,6 9	85,54	88,00	86,00	88,60	86,90	88,95	87,43	89,20	87,81

EXIGÊNCIAS DE RENDIMENTOS DE CALDEIRAS EXIGIDOS PELA DIRECTIVA EUROPEIA 92/42 CEE										
POT	70 kW		100 kW		200 kW		300 kW		400 kW	
%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%
*	87,6 9	85,54	88,00	86,00	88,60	86,90	88,95	87,43	89,20	87,81
**	90,6 9	88,54	91,00	89,00	91,60	89,90	91,95	90,43	92,20	90,81
***	93,6 9	91,54	94,00	92,00	94,60	92,90	94,95	93,43	95,20	93,81
****	96,6 9	94,54	97,00	95,00	97,60	95,90	97,95	96,43	98,20	96,81
<b>CALDEIRAS DE BAIXA TEMPERATURA</b>										
BT	90,2 7	90,27	90,50	90,50	90,95	90,95	91,22	91,22	91,40	91,40
<b>CALDEIRAS DE CONDENSAÇÃO</b>										
CD	92,8 5	98,85	93,00	99,00	93,30	99,30	93,48	99,48	93,60	99,60

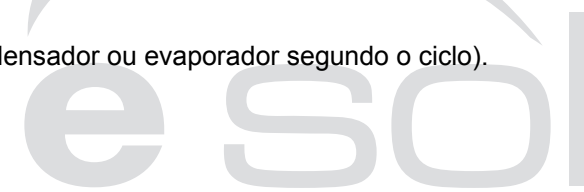
### b) BOMBA DE CALOR

A bomba de calor é uma máquina destinada a aquecer ou arrefecer um local a partir de uma fonte externa com uma temperatura que pode ser inferior à do local a aquecer ou superior à do local a refrescar.

Para realizar as duas funções (aquecer ou arrefecer) devem ser bombas de calor reversíveis, isto é, que invertem o ciclo e passam de produzir calor a frio, quando as necessidades assim o exigirem.

Os componentes básicos de uma bomba de calor reversível são:

- Compressor.
- Intercambiador (condensador ou evaporador segundo o ciclo).



- Válvula de expansão.
- Intercambiador (condensador ou evaporador segundo o ciclo).
- Válvulas de 4 vias.

O meio a partir de onde se extrai o calor denomina-se "foco frio" e o meio ao qual se transfere o calor chama-se "foco quente". Em função do tipo de foco, frio ou quente, as bombas são classificadas em:

- Bombas de calor ar-ar: o foco frio e o quente são ar. Este tipo de bombas são as mais utilizadas, principalmente em climatização.
- Bombas de calor ar-água: utilizam-se para produzir água fria para arrefecimento ou água quente para aquecimento e água quente sanitária, cedendo ou tomando energia do ar exterior.
- Bombas de calor água-ar: permitem aproveitar a energia contida na água de rios, mares, etc. Têm rendimentos energéticos melhores do que os que utilizam ar exterior, devido à maior uniformidade da temperatura da água ao longo do ano.
- Bombas de calor água-água: são similares às anteriores, excepto que cedem a energia a um circuito de água que depois é transmitida ao ambiente através de radiadores a baixa temperatura, *fan-coils* ou solo radiante.
- Bombas de calor terra-ar e terra-água: aproveitam o calor contido no terreno.

Em função das cargas térmicas, existe uma gama ampla de potências neste tipo de equipamentos. Para seleccionar um modelo há que partir da carga térmica maior à exigida no edifício, quer seja de aquecimento ou arrefecimento.

Estes equipamentos podem obter um COP (coeficiente de operação) superior a 4, ou seja, por cada kWh consumido pela bomba de calor, está fornecido quatro em aquecimento ou arrefecimento.

A eficiência deste tipo de equipamentos depende, em grande medida, das temperaturas do meio do qual se extrai o calor e do meio ao qual se cede o calor. Deste modo, quanto maior for a diferença de temperaturas menor será a eficiência do equipamento. Recomenda-se a instalação de bombas de calor geotérmicas, sobretudo em climas frios, que utilizam o terreno

como foco frio. Quando faz frio e é necessário aquecer uma divisão, a temperatura da terra é superior à do ar ambiente exterior, o que permite que uma bomba de calor geotérmica consiga rendimentos maiores e mais constantes. Além disso, evitam-se problemas de formação de gelo na unidade exterior (evaporador) da bomba de calor, o que reduz o rendimento nos equipamentos com foco frio ar.

Sirva de exemplo uma bomba de calor do tipo ar-água de 290 kW. Se este equipamento funcionar com a temperatura de saída da água de 50 °C, as potências caloríficas produzidas em função da temperatura exterior, podem ser as seguintes:

Temperatura de ar exterior	Produção de calor (kWh)
10 °C	290
5 °C	256
0 °C	227
- 5 °C	186

Como se pode constatar, a potência calorífica da bomba de calor ar-água diminui à medida que a temperatura do ar exterior diminui (é mais difícil ganhar calor), o que acontece em períodos de maior procura térmica do edifício (quando faz mais frio)

Devido à baixa temperatura exterior e à humidade relativa, condensa-se vapor de água no exterior da bateria de evaporação, formando-se gelo quando a temperatura do ar exterior é inferior a 0 °C, o que torna necessário um consumo de energia adicional para fundir este gelo. Regra geral, o rendimento da bomba de calor ar-água diminui consideravelmente quando a temperatura do ar exterior é inferior a 5 °C, pelo que convém prestar especial atenção às prestações do equipamento nestas condições. Em qualquer caso, é preferível a instalação de bombas de calor terra-água, com um rendimento e uma potência calorífica mais estáveis, sendo precisamente durante a edificação o momento ideal para a instalação.



### c) ACUMULADOR ELÉCTRICO

O acumulador é um aparelho que funciona armazenando a energia calorífica engendrada em resistências eléctricas que, imersas num núcleo refractário, permitem que este acumule calor para depois proporcionar, ao longo do dia, ao recinto a aquecer, sendo este acondicionando à temperatura desejada.

Os acumuladores podem ser classificados nos seguintes tipos:

- *Estáticos*: a cessão de calor realiza-se através de uma superfície interna e por convecção natural.
- *Dinâmicos*: nestes equipamentos a corrente de ar é forçada através do interior mediante um ventilador. Oferecem potências superiores às dos estáticos.

A distribuição típica destes aparelhos é a seguinte:

- Acumuladores estáticos em divisões onde é preciso manter uma temperatura constante ou com poucas variações (por exemplo corredores e salas de espera)
- Acumuladores dinâmicos em divisões nas quais são necessárias variações de temperatura consideráveis (por exemplo salões e bibliotecas) devidas à possível contribuição energética doutras fontes (pessoais, sol, etc.).

Regra geral, o sistema de aquecimento por acumulação é interessante em todos os edifícios onde o consumo de aquecimento é muito reduzido.

### d) CALDEIRA DE ACUMULAÇÃO

O sistema é similar ao dos acumuladores eléctricos, mas utiliza a água como fonte de emissão de calor em vez de ar.

Há dois tipos de caldeiras de acumulação:

- *De via seca*. O núcleo onde se armazena a energia térmica está formado por tijolos refractários que aquecem a água do circuito de aquecimento através de um intercambiador de calor.
- *De via húmida*. O núcleo está formado por acumuladores de água onde a água é aquecida.

### e) FIO RADIANTE

Consiste na utilização do solo, paredes ou tecto como elementos acumuladores da energia térmica. A instalação consiste em distribuir em toda a superfície resistências eléctricas. É um sistema pouco utilizado na actualidade devido à pouca capacidade de acumulação de energia, o que implica custos de funcionamento elevados. Além disso, com o tempo é comum aparecer problemas derivados da necessidade de substituição dalguns elementos, o que é difícil e custoso.

### f) SOLO RADIANTE

Consiste numa rede de tubos encastrada no solo do local que conduz água quente a baixa temperatura (40-45 °C) proveniente de uma caldeira, de uma bomba de calor ou de uma instalação de colectores solares. A água cede calor ao solo através dos tubos, e este transmite-o ao ambiente do local. Os tubos são de material plástico, geralmente utiliza-se polietileno reticulado. É o sistema no qual a contribuição de calor é realizada da forma mais parecida à ideal, de baixo para cima, e de forma homogénea em toda a superfície do local a climatizar.

### g) COLECTORES SOLARES TÉRMICOS

A energia solar térmica aproveita a luz solar para oferecer calor a um fluido, geralmente, água. Um sistema deste tipo consiste num ou mais colectores solares ligados a um circuito que transporta o fluido à temperatura desejada até o ponto de utilização. Num edifício pode ser utilizado para o aquecimento de água quente sanitária, apoio ao sistema de aquecimento convencional, aquecimento da água das piscinas, ou até mesmo o arrefecimento através de uma máquina de absorção.

## h) INSTALAÇÕES

Para garantir o conforto, a dimensão final do sistema será feita para as circunstâncias mais adversas, isto é, máxima procura interna e piores condições ambientais. Não obstante, deve-se prever o funcionamento a cargas parciais, que será o mais utilizado, e garantir um óptimo rendimento das instalações nestas condições. Isto pode fazer com que, em determinadas circunstâncias, equipamentos que não funcionem com rendimento óptimo a cargas parciais, devam duplicar-se, o funcionamento de um bastará para condições normais e será necessário que trabalhem os dois juntos quando a procura for muito elevada. Com este desdobramento também se aumentará a fiabilidade do sistema, visto que uma eventual avaria num dos equipamentos não impedirá o funcionamento do outro.

Os parâmetros mais importantes na hora de determinar uma situação de conforto são a temperatura, a qualidade do ar e a humidade relativa.

Quanto às temperaturas óptimas dos locais, estas dependerão do uso. A título de referência, são especificadas umas temperaturas orientativas para vários locais de trabalho de um edifício municipal.

LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Recepção	18
Administração	20
Secretaria	20
Salas	18-20
Biblioteca	21
Gabinetes	20
Sala de actos	20
Salas de reuniões	20

Por outro lado, a qualidade do ar depende de múltiplos factores e, principalmente, das renovações com ar proveniente do exterior, que não

devem ser inferiores a 30 m<sup>3</sup>/h por pessoa. Quanto à humidade relativa, esta deve estar situada entre 30 e 70%.

Uma vez definidos os parâmetros de consigna para cada uma das divisões da edificação, no momento de projectar e construir deve-se dispor dos equipamentos de controlo adequados para garantir os níveis de conforto.

Uma vez definidas as necessidades de aquecimento, antes de decidir o sistema de aquecimento mais adequado é necessário responder às seguintes perguntas:

*Dispõe-se de alguma energia térmica residual aproveitável:* Alguma das máquinas ou processos projectados na própria edificação pode gerar arrefecimento em quantidades importantes de energia térmica aproveitável para o aquecimento, por exemplo, os condensadores de sistemas de arrefecimento (numa mesma edificação, pode ocorrer o paradoxo de se exigir calor e frio ao mesmo tempo, tanto mais provável quanto maior for o edifício e pior estiver desenhada a orientação e envolvente do mesmo). Se o edifício estiver próximo a alguma instalação industrial, por exemplo uma plataforma incineradora ou uma plataforma de co-geração de energia eléctrica é muito provável que esta seja excedentária de energia térmica a baixa temperatura (dificilmente valorizável para o próprio processo industrial) e, até mesmo, que esteja a consumir energia eléctrica para dissipá-la (aeroterms, condensadores evaporativos, torres de arrefecimento, etc.). Nestes casos, sobretudo se a edificação a projectar tiver consumos consideráveis, deverá estudar-se a viabilidade do aproveitamento da energia residual considerada.

*Existe nos arredores da edificação algum tipo de sistema de aquecimento centralizado?:* Os sistemas centralizados podem alcançar maiores rendimentos, facilita o aproveitamento de fontes energéticas como a biomassa e minimizam os riscos de manipulação. Assim, recomenda-se apoiar os sistemas centralizados em áreas de grande consumo.

Uma vez valorizadas as condições anteriores, se realmente for necessária uma instalação individual, quer seja como apoio ou como instalação principal, recomendam-se, por exemplo, as caldeiras de alta eficiência ou

bombas de calor geotérmicas. Se, por várias razões, se justifica a improcedência destes sistemas, o sistema recomendado em climas moderados será a bomba de calor convencional (ar-água ou ar-ar). Só no último caso, em aplicações de reduzido consumo e afastadas das redes de distribuição do calor, será considerada o uso de sistemas eléctricos de aquecimento.

Para a transmissão do calor gerado utiliza-se a rede de distribuição, que é a instalação que une a geração de energia térmica e os emissores de calor. Costuma-se realizar através de uma rede de tubos de condução de água quente que, em função do sistema de emissão, circulará a uma temperatura determinada. Todas as condutas de água quente devem estar convenientemente isoladas ao longo de todo o percurso, e até mesmo as válvulas, racordes, flanges, uniões e equipamentos, para evitar as perdas de calor. As características dos materiais isolantes, assim como a espessura destes, dependerão principalmente da temperatura da água e do diâmetro das tubagens.

Os emissores de calor são os equipamentos encarregados de transmitir a energia térmica gerada ao ambiente que é necessário aquecer. Podem ser de vários tipos: radiadores, *fan-coils*, convectores, aerotermos, climatizadores, solo radiante ou tecto radiante.

Na hora de estudar as possibilidades de economia há que ter em conta não só a eficiência dos sistemas de geração térmica (caldeiras, bombas de calor, etc.), como também a dos equipamentos que distribuem o calor pelas várias divisões. Os sistemas mais frequentes são os que utilizam como fluido de trabalho água quente.

Em função do tipo de emissor de calor utilizado, as necessidades de energia térmica serão diferentes, devido ao fluido caloripotante operar a uma temperatura diferente. A seguir, é apresentado o intervalo de temperatura de funcionamento destes equipamentos:

Tipo emissor	Temperatura
Radiadores	90-50 °C
<i>Fan-coils</i>	55-50 °C
Conectores	80-50 °C
Aerotermos	90-60 °C
Climatizadores	90-50 °C
Solo Radiante	45-40 °C

Regra geral, convém a aplicação de calor às temperaturas mais baixas possíveis, visto que, assim, aumenta-se o rendimento energético e o conforto. Contudo, isto obriga a maiores superfícies de intercâmbio de calor e, assim, a equipamentos de emissores mais caros.

**Radiadores:** são elementos terminais de transferência de calor ao ambiente. A água quente produzida no sistema central leva os radiadores a uma temperatura da ordem dos 50-90°C. A água transmite calor ao ar ambiente através das placas do radiador por radiação (aproximadamente 20%) e por convecção (80%). O retorno da água à caldeira tem lugar a uma temperatura entre 15-20°C pelo calor cedido ao ambiente. Estas instalações permitem a zonagem da instalação de aquecimento por circuitos diferentes (em função da orientação do edifício, horários e percentagens de ocupação) e facilitam a instalação de equipamentos de controlo de temperatura de cada divisão (através de válvulas termostáticas).

**Radiadores eléctricos:** são sistemas unitários baseados em aparelhos autónomos e que se utilizam fundamentalmente nas divisões pontuais que precisam de ser aquecidas esporadicamente, e afastadas das redes de transmissão de calor.

**Conectores:** são similares aos radiadores, embora a transmissão do calor neste caso seja realizada por convecção exclusivamente. Esta transmissão baseia-se na passagem do ar através dos tubos pelos quais circula a água quente. O ar é aquecido e distribuído através de um ventilador. O inconveniente destes equipamentos é o arrasto de partículas

de pó em suspensão do ar devido à convecção que produzem na transmissão de calor.

**Aerotermos:** emissores de calor constituídos por uma bateria de intercâmbio térmico aletada pelos quais circula a água quente e um ventilador que impulsiona o ar ambiente atravessando a bateria e aquecendo-o. Entre as vantagens destaca-se poder controlar cada equipamento independentemente e o movimento do ar evitando a estratificação.

**Fan-coils:** o sistema é basicamente similar ao dos aerotermos, embora a principal diferença radica em que a temperatura da água é inferior, em torno aos 50 °C. Normalmente utilizam-se quando a mesma instalação de distribuição de água oferece aquecimento no Inverno e frio no Verão.



*Emissores de calor*

**Climatizadores:** equipamentos terminais que tratam o ar quente e o impulsionam para o ambiente através de redes de condutas, regulando a quantidade de água quente que circula pela bateria de aquecimento, proporcionando, deste modo, um controlo da temperatura.

**Solo radiante:** estes sistemas consistem em serpentinas de tubo localizados no solo, pelos quais circula água entre 40 e 45°C. Neles, o calor é transmitido por radiação e não é necessário elevar a temperatura tanto como nos anteriores sistemas, diminuindo as perdas e supondo uma

poupança energética considerável. Por outro lado, o sistema regula-se automaticamente ao ser efectuada a transmissão de calor em função da diferença de temperatura entre o solo e o ar do recinto a aquecer. A principal vantagem deste sistema é que ao utilizar água a baixa temperatura facilita o uso de energias renováveis como a energia solar térmica. O grande inconveniente a partir do ponto de vista térmico consiste em que costumam ser sistemas com grande inércia e, assim, com um tempo de resposta elevado tanto no momento de se acender ou apagar, o que dificulta a regulação.

## **i) MEDIDAS DE OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA**

### **Controlo dos sistemas de aquecimento**

Para um controlo efectivo é necessário dividir o edifício por zonas, e realizar o controlo de cada uma delas em função da ocupação, da zona do edifício e do uso que é dado em cada momento.

Instalando sondas de temperatura e de qualidade de ar interior em zonas comuns, pode permitir-se o controlo da entrada de ar exterior em função da procura de ventilação, conseguindo um ajuste das necessidades e a correspondente poupança de energia.

Utilizando sistemas autónomos de controlo de temperatura por zonas, e regulando as velocidades dos ventiladores ou das bombas de água, podem obter-se poupanças que variam entre 20 e 30%. Há que ter em conta que por cada grau que aumente a temperatura ambiental, o consumo energético aumenta entre 5 e 7%.

No caso de o sistema de controlo ser muito mais específico consegue-se regular a temperatura em função de se a divisão está desocupada, reservada ou ocupada. Esta poupança pode traduzir-se em 40% do consumo em aquecimento e arrefecimento.

### **Melhoria do rendimento de caldeiras**

O sistema mais utilizado para satisfazer as necessidades de aquecimento das edificações municipais são as caldeiras piro-tubulares de água quente,

sendo um dos equipamentos de maior consumo. Assim, uma correcta dimensão e um óptimo funcionamento proporcionarão uma poupança de energia que se traduzirá numa importante poupança económica. O ar necessário para o processo de combustão entra na caldeira, impulsionado pelo queimador, à temperatura ambiente da sala (inferior a 35°C), e sai pela chaminé em forma de fumos de combustão (aproximadamente a 140-180°C). O calor que se utiliza para o aquecimento do ar não é calor útil para o aquecimento da água da caldeira. A diferença entre o poder calórico inferior do combustível e o calor perdido nos fumos é o calor útil máximo que se poderá utilizar para o aquecimento da água.



*Caldeira convencional*

O rendimento da caldeira é entendido como a personagem desse calor útil com respeito ao PCI do combustível utilizado. Este rendimento depende de vários factores, entre os quais se destacam:

- Temperatura de entrada do ar de combustão: quanto maior for a temperatura de entrada do ar de combustão na caldeira, menor

será a quantidade de calor necessária para o aquecer, e maior será o rendimento. Assim, tratará de apanhar ar da zona mais quente da edificação (zona sul) e se for possível pré-aquecerá com calores residuais disponíveis, como por exemplo o calor dos gases de escape da própria caldeira.

- Temperatura de saída dos fumos de combustão: quanto maior for a temperatura de saída de fumos, o rendimento da caldeira diminuirá, se bem que existe uma temperatura mínima de saída de fumos, que não deve ser diminuído por uma caldeira tradicional para evitar condensações altamente corrosivas. Para poder reduzir ao máximo a temperatura de saída dos gases, sempre que for possível será instalada uma caldeira de condensação ou de baixa temperatura.
- Conteúdo em CO<sub>2</sub> dos fumos de combustão: em instalações de uma certa entidade recomenda-se a instalação de um medidor em contínuo de CO<sub>2</sub> nos gases de escape. Existem automatismos que permitem, em função da medição, reduzir ou aumentar o excesso de ar instantaneamente para otimizar o rendimento. A manutenção da correcta relação ar-combustível é o factor mais importante na eficiência da combustão. O ar em excesso, exigido para uma combustão completa, aumenta a perda por calor sensível em fumos e reduz a temperatura da chama.

Além dos factores considerados convém ter em conta os seguintes aspectos:

- Adquirir uma caldeira com o corpo bem isolado. Devido à temperatura que o corpo da caldeira obtém, existem perdas de calor por convecção e por radiação, que se podem reduzir se se dispor de um bom isolamento. Do mesmo modo, projectar adequadamente o isolamento das condutas de água quente e depósitos de acumulação.
- Que os lares interiores das caldeiras, onde se forma a chama, sejam ondulados em todo o comprimento. Esta ondulação reforça de modo importante as condutas pelas quais circulam os gases de combustão, permitindo a imprescindível dilatação, que é diferente

à do resto da caldeira e aumenta a superfície de intercâmbio de calor.

- Que tenha três passos de fumos, o primeiro através do lar, e os restantes através dos tubos de fumo. As caldeiras que se fabricam com dois passos (o do lar e o dos tubos de fumo) têm um rendimento mais baixo devido à menor superfície de intercâmbio, e envelhecem mais rápido por estar sujeitas a uma maior carga térmica.
- Convém que as caldeiras de grandes potências (a partir de 10 MW) tenham dois lares (com um queimador em cada lar). Neste tipo de caldeiras, um único lar obrigaria a utilizar diâmetros muito grandes de caldeira o que dificultaria as transmissões de calor e contribuiria para comprimentos de chama excessivamente grandes que produziriam elevadas cargas térmicas, provocando envelhecimento prematuro da caldeira.
- Que não tenham fechos de estanqueidade de grande tamanho na câmara de água, visto que provocam frequentes fugas, difíceis de reparar, e de manutenção muito complicada.
- Adquirir caldeiras com queimadores modulantes, o que permite adaptar a potência de geração à procura com bons rendimentos.

### Ventilação da sala de caldeiras

Em geral, nas edificações existentes, a ventilação da sala de caldeiras não é a adequada, pelo que a seguir são especificadas as características mínimas que a correcta ventilação de uma sala de caldeiras deve cumprir.

A contribuição de ar para ventilação pode ser realizada através da ventilação natural directa e natural indirecta (por condutas e forçado). Por outro lado, não se permite nenhuma tomada de ventilação que comunique com outros locais fechados, embora disponham de ventilação directa. Uma incorrecta ventilação da sala de caldeiras reduz a vida útil da caldeira, pode diminuir o rendimento da instalação e provocar riscos na saúde dos trabalhadores que a frequentam.

### Fontes energéticas

A seguir, são mencionadas algumas considerações sobre as fontes energéticas mais utilizadas:

- *Gasóleo*: combustível fóssil, derivado do petróleo. Durante a combustão produz-se a emissão dos seguintes gases poluentes: SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. O preço flutua de maneira semelhante ao do petróleo.
- *Propano*: gás de petróleo liquefeito (G.P.L.), com alto poder calórico. O G.P.L. pode ser fornecido a granel, para o que há que contar com um depósito de armazenamento, ou bem canalizado.
- *Gás natural*: é o combustível fóssil menos poluente (a combustão emite menos CO<sub>2</sub> que outros combustíveis fósseis e só SO<sub>2</sub>), pelo que o uso é recomendável tanto desde o ponto de vista energético como ambiental. As caldeiras de gás natural têm maiores rendimentos do que as de gasóleo, visto que a regulação é mais precisa.
- *Electricidade*: esta fonte energética é utilizada com todo o tipo de bombas de calor, com acumuladores de calor, em fio radiante eléctrico e em radiadores eléctricos como sistemas de apoio a sistemas centralizados.
- *Energias renováveis, solar e biomassa*: as fontes de energia renováveis estão a ser cada vez mais utilizadas em centros municipais, sendo recomendável o seu uso devido à baixa emissão de CO<sub>2</sub> no conjunto do ciclo de vida e a contribuição para reduzir a dependência energética do exterior.

O gás natural é a fonte de energia fóssil mais limpa, pouco poluente e com baixas emissões respeito a outros combustíveis fósseis, característica que lhe permite contribuir para a diminuição do efeito estufa, além de contar com um elevado poder calorífico. Desde o ponto de vista energético, para a mesma potência existem equipamentos de gás no mercado com um rendimento superior aos de gasóleo. Isto, em parte, deve-se ao facto de se conseguir menores percentagens de inqueimados em consequência da mistura entre combustível e comburente ser mais homogénea do que com o gasóleo. Também influencia o facto de se poder descer mais a temperatura dos gases de escape sem risco de corrosão. Deste modo,

reduz-se o consumo de combustível, e obtém-se uma importante poupança energética e económica. Assim, quando for necessária a instalação de uma caldeira, e não é factível o uso da biomassa, recomenda-se, se existir a possibilidade, optar por uma de gás natural ou G.P.L. (se bem que estes são menos recomendáveis pelo seu elevado preço).

## 2.2. EQUIPAMENTOS DE ARREFECIMENTO

As necessidades de arrefecimento dependem de determinados factores como o clima, a orientação, a qualidade dos materiais de construção utilizados, o isolamento e o uso que se der à divisão a climatizar.

Uma vez que a finalidade do sistema de aquecimento e o de arrefecimento é o mesmo: manter condições térmicas de conforto, na prática, quando é necessário um sistema de arrefecimento integral para toda a edificação costuma ser desenhado conjuntamente, o que deriva em certas sinergias positivas.

Tal como no caso da instalação de aquecimento, o primeiro passo para projectar um sistema de arrefecimento é o cálculo das necessidades. Logicamente, para garantir o conforto, a dimensão final do sistema será feito para as circunstâncias mais adversas, isto é, máxima procura interna e dia muito quente. Contudo, deve ser previsto o funcionamento a cargas parciais, que será o mais utilizado, e garantir um óptimo rendimento das instalações nestas condições.

Isto pode fazer com que, em determinadas circunstâncias, equipamentos que não funcionem com rendimento óptimo a cargas parciais, devam ser duplicadas, bastará o funcionamento de um equipamento para condições normais e será necessário que trabalhem os dois juntos quando a procura for muito elevada. Com este desdobramento também se aumentará a fiabilidade do sistema, visto que uma eventual avaria num dos equipamentos não impedirá o funcionamento do outro.

Os parâmetros mais importantes para conseguir uma situação de conforto são a temperatura, a qualidade do ar e a humidade relativa.

A adaptação do corpo às condições climáticas do Verão, e o facto de levar menos roupa e mais ligeira, fazem com que uma temperatura de 25°C nesta época seja adequada para sentir-se cómodo no interior de uma edificação. Em qualquer caso, uma diferença de temperatura com o exterior superior a 12 °C não é saudável. Por outro lado, a qualidade do ar depende de múltiplos factores e, principalmente, das renovações com ar proveniente do exterior, que não devem ser inferiores a 30 m<sup>3</sup>/h por pessoa. Quanto à humidade relativa, esta deve estar situada entre 30 e 70%.

Uma vez definidos os parâmetros de consigna para cada uma das divisões da edificação, no momento de projectar e construir deveria dispor dos equipamentos de controlo adequados para garantir os níveis de conforto.

O arrefecimento de um local é realizado através de máquinas frigoríficas, ou o que é o mesmo uma bomba de calor reversível trabalhando no ciclo frigorífico. Para arrefecer um edifício há duas possibilidades: utilizar unidades autónomas em cada local, ou então utilizar um sistema central para todo o edifício. As unidades autónomas são melhores para arrefecer um ou dois locais em climas que têm ao ano poucos meses muito quentes. Os sistemas centrais de arrefecimento permitem conseguir poupanças de potência instalada quanto às unidades autónomas equivalentes, além de facilitar a manutenção.

Existem três tipos gerais de sistemas de arrefecimento: o sistema de arrefecimento de ar, o sistema de arrefecimento de água e o sistema de expansão directa de um fluido refrigerante:

- Sistema de arrefecimento de ar: consiste em arrefecer o ar com uma refrigeradora central e distribuí-lo através de tubos por todo o edifício. É necessária uma conduta de impulsão de ar frio aos locais e outro de retorno de ar quente (devem estar bem isolados para evitar perdas de energia elevadas). O ar entra nos locais através de grelhas ou difusores.
- Sistema de arrefecimento de água: consiste em arrefecer água com uma refrigeradora central e distribuí-la através de tubos

isolados por todo o edifício (tubo impulsão de água fria e tubo de retorno). Em cada local existe uma bateria para arrefecer o ar com a água (um intercambiador água-ar tipo *fan-coil*).

- Sistema de expansão directa: são sistemas de pequena potência para o acondicionamento de locais até 2.000 m<sup>2</sup>. O sistema *split* consta de uma unidade situada ao exterior (a unidade condensadora na qual se cede o calor ao ambiente) e outra no interior (o evaporador que adquire calor do ar do local). As unidades *multi-split* compreendem várias unidades interiores ligadas a uma unidade exterior. As unidades individuais compactas são equipamentos de pequena potência (<10 kW) nos quais o evaporador, compressor e condensador estão montados numa única estrutura (num lado do equipamento, o condensador, está em contacto com o exterior enquanto no outro, o evaporador, está em contacto com o local). Estes equipamentos costumam ser instalados nas janelas dos locais a climatizar. Os dois lados do aparelho estão separados por uma parede divisória, que está isolada para evitar a transferência de calor entre as duas zonas

**SISTEMA CENTRAL DE ARREFECIMENTO DE AR**

VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alta velocidade de arrefecimento, pelo que é muito adequado para locais com grande capacidade ou com uma carga térmica interna elevada.</li> <li>•O sistema pode incluir uma bateria para aquecer o ar no Inverno.</li> <li>•Pode ser incluído um sistema de arrefecimento gratuito (<i>free-cooling</i>): quando a temperatura do ar exterior é menor do que a do ar do local a climatizar pode ser introduzido directamente ar exterior sem ter que gastar energia em arrefecer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Espaço necessário para instalar as condutas de ar (grandes secções).</li> <li>•Pouca flexibilidade para um uso por zonas.</li> </ul>

**SISTEMA CENTRAL DE ARREFECIMENTO DE ÁGUA**

VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>•O sistema pode utilizar também para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•A presença de um convector em cada</li> </ul>

aquecimento incluindo um intercambiador adicional para aquecer o ar no Inverno (sistema de quatro tubos: dois para o frio e dois para o calor) ou então através de uma bomba de calor reversível (sistema de dois tubos). Permite um controlo exacto das condições de cada um dos locais a acondicionar.	local incrementa os custos de manutenção: limpeza e mudança de filtros, etc. •O funcionamento do ventilador gera ruído (o ventilador é necessário para fazer passar o ar que se quer aquecer através do intercambiador água-ar).
---	---

**SISTEMA DE EXPANSÃO DIRECTA: SPLIT E MULTI-SPLIT**

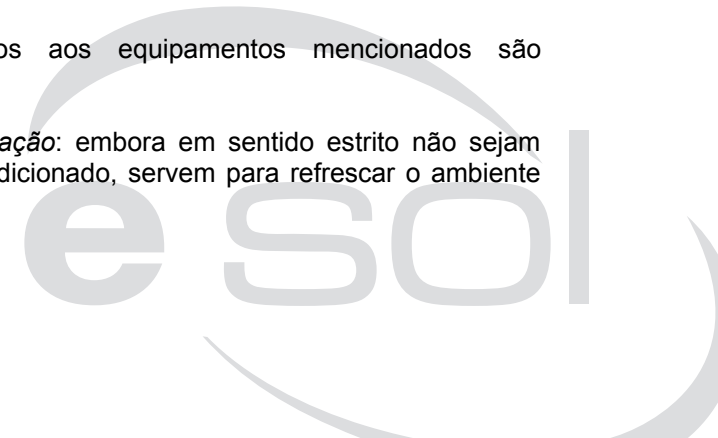
VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Elevado rendimento do sistema.</li> <li>•Bom controlo da temperatura com os equipamentos dotados de tecnologia "inverter" (regulação da potência frigorífica variando a velocidade de rotação do compressor) que permitem conseguir poupanças de energia até 30% respeito aos tradicionais.</li> <li>•Possibilidade de dispor de aquecimento, o que evita duplicar sistemas (uma bomba de calor reversível só custa mais 10% do que uma refrigeradora).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•As unidades interiores geram ruído no local a climatizar.</li> </ul>

**SISTEMA DE EXPANSÃO DIRECTA: UNIDADES INDIVIDUAIS COMPACTAS**

VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fácil instalação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Geram ruído no local a climatizar (o compressor e o ventilador), mais do que os <i>Split</i>.</li> <li>•Baixa eficiência.</li> </ul>

Como sistemas alternativos aos equipamentos mencionados são considerados os seguintes:

- *Sistemas de evaporação*: embora em sentido estrito não sejam aparelhos de ar condicionado, servem para refrescar o ambiente





de um local alguns graus, o que, em muitos casos pode ser suficiente. O princípio de funcionamento consiste em fazer passar uma corrente de ar por uma bandeja repleta de água que, ao se evaporar, humedece a atmosfera e arrefece-a. São ideais especialmente para climas secos de interior. O consumo destes equipamentos é muito baixo.

- *Ventiladores*: um simples ventilador pode ser suficiente em muitos casos para manter um aceitável conforto: o movimento de ar produz uma sensação de descida da temperatura entre 3 e 5 °C, e o consumo eléctrico é muito baixo.
- *Funcionamento do equipamento em modo ventilação*: às vezes basta manter o aparelho em posição de ventilação, intercambiando ar de dentro da edificação com o de fora, sempre que o exterior estiver mais fresco, conseguindo poupanças importantes de energia.
- *Protecção solar*: existem lâminas adesivas transparentes que, colocadas no exterior dos envidraçados, que diminuem o fluxo de calor para o interior da edificação. Além disso, podem ser utilizadas protecções como toldos, cortinas, persianas, lâminas de água ou plataformas.

Como recomendações gerais estabelecem-se as seguintes:

- Favorecer a instalação de equipamentos centralizados (rendimentos muito superiores a cargas parciais).
- Escolher equipamentos com condensadores de grande capacidade e permitir que a pressão de condensação diminua o mais possível (o consumo de compressores aumenta 3,5% por cada grau que aumenta a condensação).
- Em climas temperados e húmidos utilizar condensadores de ar, em vez de condensadores húmidos (por torre de água ou condensadores de evaporação).
- Nos evaporadores de tiragem forçada, aumentar ao máximo a superfície de transmissão o que reduz o caudal de ar.
- Para grandes consumos e com grande salto de temperaturas utilizar sistemas de compressão em dupla etapa, com arrefecimento intermédio com separação de líquido.

- Reduzir ao máximo a carga interna, por exemplo substituindo sistemas de iluminação incandescente por fluorescências.

### 3. VENTILAÇÃO

A ventilação em qualquer local é necessária para manter um ambiente salubre, isto é, repor ar limpo (proveniente do exterior) e evacuar o sujo interior com uma elevada concentração dos subprodutos da actividade humana (suor, anidrido carbónico, compostos químicos que se evaporam do mobiliário e dos outros elementos constituintes do edifício).

Existem valores de ventilação recomendados em função do tipo de actividade que se desenvolve no local. Estes valores indicados na normativa de cada país são os que se devem respeitar para calcular e realizar as renovações do ar.

A ventilação de um local pode ser natural ou forçada:

- A ventilação natural é a que se obtém sem a necessidade de oferecer energia e que se consegue deixando aberturas no local (portas, janelas, etc.) que comunicam com o ambiente exterior.
- A ventilação forçada utiliza ventiladores para conseguir a renovação de ar (com os ventiladores a impulsionar o ar do exterior para o interior do local).



VENTILAÇÃO NATURAL	
VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Não exige energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insuficiente se no local haver mais focos de poluição do que pessoas ocupantes.</li> <li>Dificuldade de regulação (a renovação depende das condições climáticas e da superfície das aberturas com o exterior).</li> </ul>
VENTILAÇÃO FORÇADA	
VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil regulação (a taxa de renovação é facilmente ajustável e controlável).</li> <li>Pode ser aplicado a locais interiores de edifícios (sem comunicação directa com o exterior)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precisa de energia</li> </ul>

No caso de ocorrer uma poluição elevada nalgum ponto do local a ventilar é necessário realizar uma extracção localizada que capte o fumo, pó, vapores, etc., e que evite a dispersão no ambiente.

A procura de ar fresco para os ocupantes dos edifícios deverá considerar-se em termos de salubridade e comodidade. Em geral, nos edifícios e divisões municipais não serão desenvolvidas actividades poluentes do ar, e, assim, as fontes de deterioração da qualidade do ar interior são fundamentalmente as provocadas pela respiração dos ocupantes e o desprendimento de odores.

Através da respiração desprende-se CO<sub>2</sub> e a taxa de emissão depende da actividade que levem a cabo os ocupantes. A concentração desta substância deve ser controlada, pois o excesso pode provocar dores de cabeça, enjoos e problemas respiratórios.

Quanto à concentração de odores, pode levar a aumentar de maneira considerável as necessidades de renovação de ar. Neste sentido, contribui positivamente para a actual proibição do tabaco em todo o tipo de divisões das Administrações Públicas, sendo o odor corporal das pessoas o agente responsável por este tipo de incidências. Por exemplo, no caso dos centros desportivos, onde se realiza uma actividade física intensa e existem fontes de vapor, haverá que certificar-se que os limites de concentração estão dentro do aceitável.

Os parâmetros usados comumente para a determinação da qualidade do ar interior são:

- Concentração de vapor de água.
- Concentração de CO<sub>2</sub>.
- Concentração de odores.
- Concentração doutro tipo de substâncias poluentes.

É por esta razão que é estabelecido um caudal mínimo de renovação, expresso em metros cúbicos, quer seja por pessoa, por unidade de superfície ou de volume, ou então a taxa de renovações por hora. É interessante o cálculo do inverso desta quantidade, pois pode dar-nos uma ideia do tempo médio que o ar permanece no local.

A renovação do ar no interior dos edifícios depende do tamanho das aberturas nas divisões em contacto com o exterior, para possibilitar a introdução de ar e, ao mesmo tempo, proporcionar vias de passagem para o ar interior viciado, favorecendo a passagem de um fluxo de ar entre as fachadas do edifício que produza uma ventilação cruzada ou complementar.

A renovação também poderá ser levada a cabo por meios mecânicos. Este procedimento tem importância, visto que permite garantir uma taxa de renovação mínima em todos os locais. Quanto à velocidade do ar, convém estabelecer uma velocidade óptima, pois uma velocidade elevada do ar pode afectar a comodidade térmica ao favorecer o arrefecimento por convecção, enquanto uma velocidade demasiado lenta pode criar zonas de ar estancado em locais com escassa renovação.

Para obter um sistema energeticamente eficiente, convém desenhar sistemas que permitam modular os caudais de ventilação em função das condições do interior (ocupação, actividade, etc.) e do exterior.

No período estival deverá observar-se a provável necessidade de incremento na taxa de renovação que permita dissipar o excesso de calor e vapor de água.

Quando a temperatura interior for igual ou ligeiramente superior à exterior, a ventilação poderá ser utilizada sem problemas, sempre que não se produzam correntes de ar que sejam incómodas para os ocupantes. Se a temperatura exterior for bastante superior à do interior, convém moderar os caudais de renovação, enquanto durante a noite e nas primeiras horas do dia a estratégia será a contrária, aumentando a taxa de renovação. Em geral, esta maneira de operação será a adequada nos climas onde haja importantes flutuações entre as temperaturas nocturnas e diurnas.

O movimento de ar necessário para a ventilação natural produz-se pela acção do vento sobre fachadas diferentes, gerando a ventilação cruzada, ou então pela diferença entre as densidades do ar interior e exterior, que provoca uma diferença de pressões que é a que provoca o movimento do ar ascendente ou tiragem da chaminé. O vento é a força preferível para a geração da ventilação natural, de modo que será necessário o conhecimento do perfil dos ventos na zona a instalar o edifício, para poder aproveitar correctamente a acção deste elemento, tendo em conta que os obstáculos orográficos do ambiente podem modificar o regime de ventos.

O vento actua em sobrepressão nas fachadas sobre as quais incide directamente, e em sucção nas fachadas posteriores e laterais. Em edifícios de planta rectangular convém orientar as fachadas principais para o vento, enquanto no caso de edifícios de planta quadrada, a orientação óptima é a na que a planta está girada 45°, situando uma das arestas da edificação para o vento.

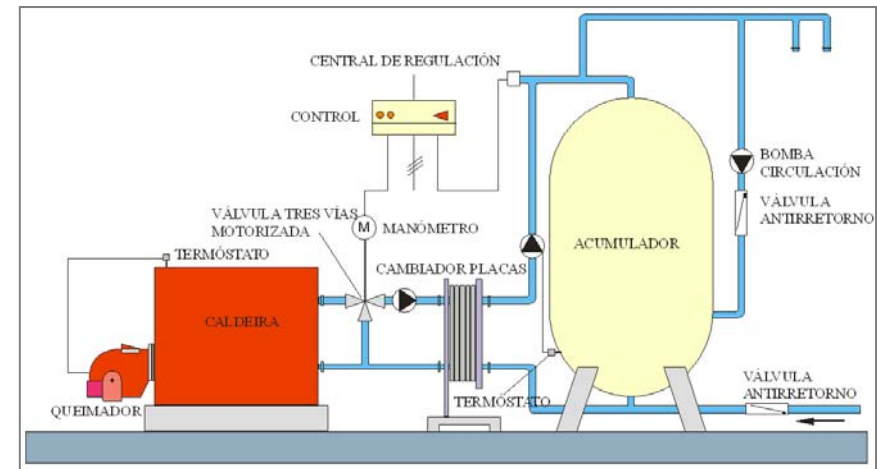
### Recuperação do calor do ar de ventilação

Quando a temperatura interior da edificação for muito superior à do ambiente exterior, uma medida de eficiência obrigatória em edificações

com aquecimento é utilizar ventilação controlada e aproveitar o calor do ar saliente para pré-aquecer o ar entrante. O mesmo acontece quando o ar exterior está a uma temperatura muito mais alta que o interior, neste caso aproveitar o ar saliente para arrefecer o ar entrante. Estes sistemas de intercâmbio de calor devem garantir o aproveitamento de, pelo menos, 50% da energia disponível.

### 4. AQS

As instalações de água quente sanitária mais comuns constam de um grupo gerador térmico centralizado com acumulação, tal como é apresentado no seguinte gráfico:



*Esquema típico de uma instalação de aqs*

Tal como é ilustrado no esquema anterior, as caldeiras (ou bombas de calor) produzem água quente que se conduz até ao intercambiador de placas onde é aquecida a água fria que normalmente entra da rede ou de um poço próprio. A água de rede é aquecida e passa para um depósito de acumulação onde se mantém a uma temperatura de consigna, em nenhum caso inferior a 60 °C, para evitar o risco de legionela.

Estes depósitos têm uma dupla função. Por um lado, mantêm a temperatura da água quente constante, e por outro, servem de regulação perante a procura variável de AQS ao longo do dia. Deste modo, ao ter acumulação, consegue-se que o funcionamento do equipamento gerador seja mais constante, com o que se obtém melhores rendimentos. No interior do depósito, a temperatura da água é regulada através de sistemas de controlo que variam a contribuição de calor das caldeiras.

Entre os equipamentos necessários para gerar água quente sanitária, além dos já indicados (caldeiras, bombas de calor, etc.) estão os depósitos acumuladores. No ponto sobre a geração convém destacar a idoneidade dos sistemas solares térmicos activos para o pré-aquecimento da AQS. A energia solar não é tão adequada para os sistemas de aquecimento, visto que quando esta é necessária e quanto menos energia solar estiver disponível, o que obriga um excessivo sobredimensionamento. Não acontece o mesmo com a AQS, esta tem um consumo relativamente constante ao longo do ano, pelo que a instalação de sistemas solares térmicos sobre a procura durante os meses de Verão, e contribuem, segundo a climatologia, o resto do ano.

Os depósitos acumuladores, na sua maioria, estão construídos de chapa de aço galvanizado e estão providos de um isolante para manter a temperatura interior.



*Depósitos acumuladores de AQS*

Para a transmissão do calor entre água fria e água quente gerada na caldeira são utilizados os intercambiadores de calor, constituídos por placas de aço inoxidável onde se realiza esta transmissão.



*Sistemas de tubos e intercambiador de calor num sistema de AQS*

Este tipo de intercambiadores apresentam uma série de vantagens em relação a outro tipo de sistemas (como os depósitos intercambiadores) que se resumem a seguir:

- Menor tamanho
- Facilidade de limpeza
- Possibilidade de incrementar a potência segundo as necessidades.

Existem recomendações para a poupança de água, que podem chegar a alcançar valores próximos a 50% do total de energia exigida, visto que supõe uma dupla poupança: a água não utilizada e a energia necessária para a aquecer. Além disso, a despesa de água devido a perdas ou fugas deve ser totalmente eliminada, visto que supõe um duplo consumo: por um lado, em equipamentos de bombagem, e por outro em energia necessária para o aquecimento. Os sistemas de poupança de água nunca devem ter implícita uma redução do nível de conforto. Existem numerosas

soluções no mercado que facilitam a poupança de água garantindo a qualidade do serviço e do conforto exigido. Entre elas pode-se destacar:

**Arejadores:** Elementos dispersores para lavatórios, bidés ou descargas que misturam ar com água, baseando-se no efeito *venturi*, reduzindo, assim, o consumo de água e a energia necessária para a aquecer, sem diminuir a qualidade do serviço. Em função da pressão da água, e segundo os fabricantes, estes arejadores reduzem o caudal de saída da água até 6 e 8 litros/minuto, conseguindo, assim, poupanças que vão desde 40% em caso de pressões de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> até 30% em caso de pressão de água de 3 kg/cm<sup>2</sup>.

- Interruptores de caudal: regulam o caudal de água através de um interruptor e conseguem reduzir até 40% o consumo de água.
- Duches economizadores: produzem micronização e aceleração de água através da introdução de ar e reduzem o caudal até valores compreendidos entre os 7 e 11 litros/min.
- Torneiras economizadoras: existem vários sistemas de torneiras com poupança de água, desde os sistemas de detecção de infravermelhos, nos quais a água é cortada no preciso momento em que se retira as mãos, até temporizadores nos quais se deixa sair água unicamente um tempo estabelecido.
- Sistemas WC stop para cisternas: economizam até 70% de água. Em qualquer caso, se o utilizador o desejar, pode-se utilizar toda a descarga da cisterna.

Além de todas as medidas expostas anteriormente, é possível realizar algumas actuações que, com pequeno ou nulo investimento, supõem poupanças de energia consideráveis, como podem ser:

- Ajustar os sistemas de controlo para manter as óptimas condições de mistura de água.
- Isolar correctamente os sistemas de distribuição de água quente.
- Selar todos os acessórios para evitar possíveis perdas de água.
- Trabalhar com pressões moderadas.

- Evitar temperaturas de armazenamento excessivamente altas, embora sempre superiores a 60 °C.
- Instalar contadores de água quente.

É muito importante a detecção de fugas para a posterior eliminação, para isto é recomendável instalar equipamentos que permitam o controlo de caudais por zonas e a instalação de manómetros para a detecção de fugas.

### LINKS

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)  
 Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)  
 Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)  
 Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)  
 Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)



## **Bloco 4: Integração de Energias Renováveis**

## 1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos e a evolução dos hábitos da sociedade repercutem directamente no consumo energético, produzindo-se incrementos contínuos na procura. Este facto deriva na necessidade de ampliação e melhoria das infra-estruturas de geração, transporte e distribuição da energia.

Por outro lado, os importantes impactos ambientais do sector energético obrigam a levar a cabo políticas que contribuam para o desenvolvimento sustentável, entendendo como tal aquele desenvolvimento económico, unido ao progresso social, que tenha em conta o uso racional dos recursos assim como a preservação e melhoria.

Por estes motivos cobram uma especial importância as fontes de energia renováveis, que aproveitam um recurso que se renova ou recupera ciclicamente numa escala temporária a curto prazo. Os benefícios associados ao aproveitamento destas fontes são numerosos, entre os quais convém destacar que favorecem o incremento da diversidade energética, a optimização da gestão dos recursos energéticos, tendo um importante papel na protecção ambiental e na criação de emprego.

Dentro das energias renováveis disponíveis na actualidade, as mais estendidas em instalações e edifícios municipais são a biomassa, a solar térmica, a solar fotovoltaica e a geotérmica. Estas energias renováveis são descritas no presente capítulo.

## 2. ENERGIA SOLAR

Podemos considerar dois tipos de aproveitamento da energia solar: o passivo e o activo. O aproveitamento passivo da energia solar na edificação baseia-se na captação da radiação do sol e armazenamento e distribuição de forma natural sem utilizar elementos mecânicos. Este aproveitamento consegue-se com um adequado *design*, que inclui uma correcta escolha dos materiais utilizados na construção, utilização dos fenómenos naturais de circulação do ar, etc. Assim, estabelece-se uma relação entre energia solar passiva e arquitectura, visto que esse tipo de sistemas é construído sobre a estrutura do edifício. Uma das grandes vantagens dos sistemas passivos face aos activos é a duração, porque a

sua vida é análoga à da construção. A arquitectura bioclimática é a arquitectura que aproveita o clima e as condições do ambiente para conseguir uma situação de conforto térmico no interior da edificação.

Dentro do aproveitamento activo são consideradas a energia solar fotovoltaica e a energia solar térmica.

### 2.1. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica transforma a radiação solar em energia eléctrica através de painéis fabricados a partir de elementos semicondutores, principalmente silício. Existem dois tipos de instalações fotovoltaicas:

- Isoladas da rede eléctrica.
- Ligadas à rede eléctrica convencional.

As condições de funcionamento de um módulo fotovoltaico dependem de algumas variáveis externas como a radiação solar e a temperatura de funcionamento, por isso, para medir e comparar correctamente os vários módulos fotovoltaicos, foram definidas condições de trabalho nominais ou padrão. Estas condições são normalizadas para uma temperatura de funcionamento de 25 °C e uma radiação solar de 1.000 W/m<sup>2</sup>, e os valores eléctricos com estas condições são definidos como valores pico.

Tendo em conta que a unidade de potência eléctrica é o watt (W) e os múltiplos o quilowatt (1 kW = 1.000 W) e o megawatt (1 MW = 1.000.000 W), a potência de um módulo fotovoltaico é expressa em watts pico (Wp), referindo-se à potência fornecida nas condições normalizadas de 25 °C de temperatura e 1.000 W/m<sup>2</sup> de radiação solar (irradiância).

Por outro lado, a energia produzida pelos sistemas fotovoltaicos é o resultado de multiplicar a potência nominal pelo número de horas pico (nem todas as horas com sol têm a intensidade de 1.000 W/m<sup>2</sup> considerada como pico). A energia eléctrica é medida em watts hora (Wh) e nos seus múltiplos. O número de horas pico de um dia concreto é obtido dividindo toda a energia desse dia (em Wh/m<sup>2</sup>) entre 1.000 W/m<sup>2</sup>. Para ter uma ideia aproximada, devemos considerar que a soma total da energia que produz o sol durante um dia por termo médio na península ibérica é

da ordem de 4 horas, o que supõe, dependendo da zona, entre 6 e 8 horas em Verão e entre 2 e 4 durante o Inverno.

### Sistemas isolados da rede eléctrica

Estes sistemas são utilizados sobretudo nos locais em que não há acesso à rede eléctrica e é mais económico instalar um sistema fotovoltaico do que instalar uma linha entre a rede e o ponto de consumo. Como os painéis só produzem energia nas horas de sol e a energia é necessária durante as 24 horas do dia, é necessário um sistema de acumulação. Durante as horas de luz solar há que produzir mais energia da que se consome para a acumular e posteriormente dispor dela quando for impossível gerá-la.

A quantidade de energia que é preciso acumular é calculada em função das condições climáticas da zona e do consumo de electricidade, de modo que numa zona onde houver muitos dias de sol ao ano é preciso acumular pouca energia. Pelo contrário, se o período sem luz for muito longo, haverá que acumular mais energia.



*Instalação solar fotovoltaica isolada*

O número de painéis a instalar deve ser calculado tendo em consideração:

- A procura energética nos meses mais desfavoráveis.
- As condições técnicas óptimas de orientação e inclinação, em função do local da instalação.

Para otimizar o sistema é necessário calcular correctamente a procura para não sobredimensionar a instalação. Convém utilizar elementos e iluminação de baixo consumo, para que, deste modo, o sistema seja mais económico. Actualmente, existe uma grande variedade destes produtos de baixo consumo.

Basicamente estes sistemas fotovoltaicos constam dos seguintes elementos:

- Gerador fotovoltaico: transforma a energia do sol em energia eléctrica e carga as baterias.
- Regulador de carga: Controla a carga da bateria evitando que se produzam sobrecargas ou descargas excessivas que diminuam a vida útil do acumulador.
- Pode incorporar um sistema de seguimento do ponto de máxima potência, que é um dispositivo que aumenta o rendimento da instalação.
- Sistema de acumulação e baterias: Acumulam a energia entregue pelos painéis. Quando houver consumo, a electricidade é proporcionada directamente pela bateria e não pelos painéis.
- Inversor: A corrente que entrega a bateria é corrente contínua e a maioria dos elementos de consumo que se comercializam funcionam com corrente alterna. Por este motivo, são utilizados inversores que convertem a corrente contínua em alterna.

As principais aplicações dos sistemas isolados da rede eléctrica no âmbito municipal são:

- Telecomunicações: Existem muitos equipamentos de telecomunicações situados em zonas de difícil acesso, isolados da rede eléctrica, alimentados por energia solar fotovoltaica. Nestes casos, normalmente, a solução solar é a mais económica e fiável.



- São exemplos característicos os repetidores de televisão, equipamentos de rádio ou antenas de telefonia móvel.
- Sinalização: A sinalização é uma das grandes aplicações dos sistemas fotovoltaicos. Assim, são numerosos os exemplos em balizamento, sinalização de estradas e outros.
  - Bombagem: os poços ao estarem afastados da rede eléctrica, a bombagem com energia fotovoltaica é uma solução muito adequada. Estas instalações adaptam-se sem problemas às necessidades, visto que nos meses mais ensolarados, que é normalmente quando mais água se precisa, é quando mais energia se produz. Nestes sistemas, o armazenamento de energia costuma ser em forma de energia potencial, bombeando a água para depósitos elevados.
  - Zonas protegidas: Em paragens naturais, onde por motivos de protecção ambiental se recomenda não instalar fios eléctricos aéreos, às vezes é mais rentável utilizar sistemas fotovoltaicos em vez de fios subterrâneos ou grupos electrogéneos que utilizam combustíveis fósseis.
  - Electrificação de edificios isolados: A distância do ponto de consumo à rede eléctrica pode fazer com que esta aplicação seja, às vezes, muito mais rentável não só devido ao custo da instalação do fio eléctrico, como também à qualidade do fornecimento eléctrico ao se evitar cortes de electricidade, muito frequentes em locais isolados.
  - Iluminação de ruas e estradas: A possibilidade de utilizar sistemas de iluminação autónomos de fácil instalação e mínima obra civil faz com que seja, muitas vezes, uma solução adequada.
  - Sistemas centralizados para povoações rurais isoladas: quando há que electrificar uma pequena povoação rural isolada, a solução mais idónea é instalar um sistema centralizado que gira e distribua a energia dos habitantes da pequena povoação.



*Instalação solar fotovoltaica para sistema de bombagem*

### Sistemas ligados à rede eléctrica

Nos locais que disporem de electricidade, a ligação à rede dos sistemas fotovoltaicos contribui para a redução de emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. Esta aplicação adequa-se muito bem à curva da procura da electricidade porque o momento em que mais energia os painéis geram, quando há luz solar, é quando mais electricidade se procura. Ao instalar um sistema fotovoltaico ligado à rede, dispõe-se de uma minicentral eléctrica que injecta kWh verdes à rede para que sejam consumidos onde forem exigidos, o que elimina as perdas no transporte da electricidade. Para que estas instalações sejam tecnicamente viáveis é necessário:

- A existência de uma linha de distribuição eléctrica próxima com capacidade para admitir a energia produzida pela instalação fotovoltaica.
- A determinação, com a empresa distribuidora, do ponto de ligação.
- Projectar um sistema que inclua equipamentos de geração e transformação de primeira qualidade, com as protecções estabelecidas e devidamente verificados e garantidos pelos fabricantes de acordo com a legislação vigente.
- Uma instalação realizada por um instalador especializado.

Nas instalações ligadas à rede, o tamanho da instalação não depende do consumo de electricidade do edifício, o que simplifica enormemente o desenho. Para estabelecer a dimensão da instalação é necessário conhecer o investimento inicial, o espaço disponível e a rentabilidade que se pretende obter. É importante lembrar que o consumo de electricidade é independente da energia gerada pelos painéis fotovoltaicos. O utilizador continua a comprar a electricidade que consome à distribuidora ao preço estabelecido e, além disso, é proprietário de uma instalação geradora de electricidade que pode facturar os kWh produzidos a um preço diferente. Os elementos que compõem a instalação são:

- Gerador fotovoltaico: Transforma a energia do sol em energia eléctrica, que se envia à rede.
- Quadro de protecções: Contém alarmes, protecções, etc.
- Inversor: Transforma a corrente contínua produzida pelos painéis em corrente alterna com as mesmas características do que a da rede eléctrica.
- Contadores: Um contador principal mede a energia produzida (kWh) e enviada à rede para que possa ser facturada à empresa segundo os preços autorizados. Um contador secundário mede os pequenos consumos dos equipamentos fotovoltaicos (kWh) para os descontar da energia produzida.

## 2.2. ENERGIA SOLAR TÉRMICA

As instalações de energia solar térmica são utilizadas para o aquecimento de fluidos, normalmente água. Em função da temperatura final obtida pelo fluido, estas instalações dividem-se em:

- Baixa temperatura: destinadas a aplicações de temperaturas até aproximadamente 90 °C.
- Média temperatura: destinadas às aplicações que exigem temperaturas compreendidas aproximadamente entre os 90 °C e 250 °C.
- Alta temperatura: destinadas às aplicações que precisam temperaturas do fluido superiores a 250 °C.

A energia solar térmica pode ser utilizada até mesmo para aplicações de refrigeração, utilizando máquinas de absorção.

Entre as aplicações da energia solar térmica destacam-se o fornecimento de água quente sanitária e a climatização de piscinas. Além disso, servem para cobrir parcialmente as procuras energéticas de aquecimento em edifícios.



*Instalação solar térmica*

### Água quente sanitária (AQS)

A água quente sanitária pode ser obtida através de qualquer tipo de caldeira (gás, gasóleo, etc.) ou através de termos eléctricos. A energia solar térmica pode ser utilizada com qualquer destes sistemas. A produção de água quente sanitária é a aplicação mais estendida a nível comercial devido a que as temperaturas exigidas, por volta de 40 °C, estão dentro do intervalo de temperaturas de funcionamento óptimo de todos os captadores térmicos. Ao se tratar de uma necessidade básica durante todo o ano, a produção de AQS com energia solar apresenta, regra geral, uma boa rentabilidade e uma rápida amortização, que poderia ser aperfeiçoada no caso de instalações com grande consumo como as instalações desportivas, centros escolares, etc.

## Climatização de piscinas

A climatização de piscinas é uma das aplicações da energia solar mais rentáveis, visto que as temperaturas exigidas são relativamente baixas (da ordem dos 25 °C), o que permite obter excelentes rendimentos. Além disso, a própria piscina pode actuar como acumulador, e assim o custo da instalação diminuirá. Uma piscina coberta climatizada é uma instalação que exige uma grande quantidade de energia, visto que é necessário não só a climatização da água, como também a regulação da temperatura e humidade no ambiente interior do recinto, o que normalmente se consegue utilizando uma bomba de calor. O grau de humidade ambiente idóneo neste tipo de instalações está entre 60 e 70%, enquanto a temperatura deverá estar 2°C acima da temperatura da água. O uso de energia solar para a climatização de piscinas cobertas pode supor uma poupança energética e económica próxima a 70% para a maioria das instalações.

## Aquecimento

As instalações solares térmicas permitem, com dimensões adequadas, cobrir em parte as cargas térmicas de aquecimento, embora seja necessário ter em conta que quanto maior é a necessidade de aquecer (nos meses de Inverno), menor é a radiação solar. Assim, a rentabilidade dos sistemas é menor do que a que corresponde aos destinados à geração de água quente. Com o fim de aproveitar a energia solar como fonte energética para aquecimento, devem ser utilizados sistemas a baixa temperatura tais como solo radiante ou *fan-coils*.

O desenho completo de uma instalação solar térmica supõe um trabalho complexo no qual se devem ter em conta vários aspectos: tipo de instalação existente, aspectos construtivos, económicos, etc. Com o fim de dar uma ideia aproximada sobre os custos e rendimentos das instalações solares térmicas, é apresentada, a seguir, uma série de dados orientativos sobre algumas instalações tipo que podem servir como uma primeira referência acerca das características mais básicas dos sistemas solares térmicos. Os dois casos típicos analisados correspondem às instalações mais comuns de energia solar térmica para um município:

- Caso 1: instalação solar térmica para geração de água quente sanitária em centro de grande consumo (polidesportivo municipal)
- Caso 2: instalação solar térmica para geração de água quente sanitária e climatização de piscina coberta.

Os dados correspondentes a cada um dos exemplos descritos devem ser tomados como valores médios, sem esquecer que cada instalação particular tem as suas próprias características (dependendo da qualidade das matérias utilizadas, da localização da instalação, da empresa instaladora, etc.), pelo que será preciso realizar um projecto adequado às características de cada instalação particular.

**CASO 1: As instalações solares térmicas podem ser utilizadas para a geração de água quente em centros de grande consumo. Nestes centros é habitual que o consumo seja constante e elevado durante todo o ano.**

**Hipótese:** Consumo diário de água quente de 3.000 litros durante todo o ano.

### Dados da instalação solar:

- Superfície de captadores planos (m<sup>2</sup>): 45-55
- Volume de acumulação (l): 3.000
- Produção solar (termias/m<sup>2</sup>·ano): 450-600
- Fracção solar (%): 60-75
- Preço aproximado (€/m<sup>2</sup>): 550-750

**CASO 2: Uma das aplicações com maior rendimento da energia solar é o acondicionamento de piscinas.**

**Hipótese:** Consumo diário de AQS de 4.000 l durante todo o ano. As dimensões da piscina são 25 m x 12 m, com uma profundidade média de 1,70 m.

### Dados da instalação solar:

- Superfície de captadores planos (m<sup>2</sup>): 150-250
- Volume de acumulação (l): 4.000
- Produção solar (termias/m<sup>2</sup>·ano): 650-750
- Fracção solar AQS (%): 60-75
- Fracção solar piscina (%): 60-75
- Preço aproximado (€/m<sup>2</sup>): 450-650

## 3. BIOMASSA

As instalações de biomassa para aquecimento e AQS são sistemas similares às instalações habitualmente utilizadas, que utilizam combustíveis fósseis para o funcionamento. Actualmente, o mercado

oferece desde aquecedores de poucos kW para aquecer pequenas divisões até caldeiras de vários MW para instalações maiores. Algumas características destes sistemas são as seguintes:

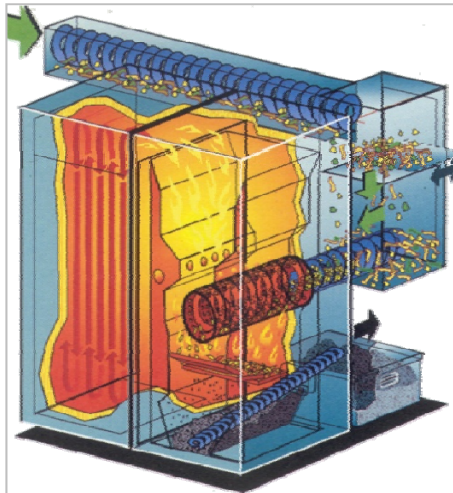
- Os sistemas modernos de biomassa trabalham tecnicamente igual que os sistemas com combustível convencional.
- É necessário algo mais de espaço, para a caldeira e o silo de acumulação da carga, equivalente ao depósito de combustível de uma caldeira convencional.
- É recomendável assinar um contrato de fornecimento de pellets, a vários anos, com garantia de qualidade, quantidade e preço.
- Antes de acometer a instalação deve-se dimensionar cuidadosamente cada parte, em especial a potência da caldeira e as dimensões do silo.
- As caldeiras modernas de pellets recebem o combustível em camiões, extraem-no automaticamente do armazém e queimam-no.
- Regra geral, liga, desliga e limpa as cinzas de forma automática.
- Têm rendimentos idênticos aos de uma boa cadeira de gás ou gasóleo.
- Podem funcionar de forma complementar com outras energias, como pode ser a solar térmica.
- Podem ser utilizadas em redes de aquecimento centralizado ou *district heating*.
- O uso de uma caldeira de biomassa garante a segurança da instalação, visto que se eliminam os odores, as emissões nocivas e os riscos de explosão, inerentes ao uso de combustíveis fósseis.

Quanto ao combustível utilizado, neste contexto, o "tronco" convencional têm tendência a desaparecer por produtos mais simples de utilizar. Um dos combustíveis mais modernos são os pellets, briquetes ou estilhas, estas últimas utilizadas em caldeiras de maior potência. Os pellets são fáceis de transportar, renováveis, limpos e económicos.



*Pellets e briquetes*

Regra geral, pode-se dizer que as caldeiras de biomassa são quase idênticas às caldeiras convencionais de combustíveis fósseis, existindo várias qualidades em função das necessidades existentes e do investimento inicial considerado. A diferença mais significativa no funcionamento das caldeiras de biomassa é a maior inércia térmica deste tipo de equipamento quanto às caldeiras convencionais, o que faz com que seja necessário instalar acumuladores de inércia com volumes ligeiramente superiores para ajustar o funcionamento à procura existente.



Caldeira de biomassa

Outra das diferenças das instalações de biomassa consiste no armazenamento de combustível, visto que devido a que o poder calorífico do combustível é menor do que o dos combustíveis fósseis, é aconselhável ter maiores volumes de armazenamento. Regra geral, são utilizados silos ou fossos como sistemas de armazenamento, de onde se extrai a biomassa através de parafusos sem-fim ou sistemas hidráulicos. Este processo está totalmente automatizado.

**Exemplo de aplicação: substituição da caldeira de gasóleo de uma escola pública por uma instalação de biomassa.**

**Resumo das actuações:**

- Substituição de um grupo térmico de gasóleo por outro de biomassa de menor potência e adequação à procura térmica do edifício.
- Incorporação de acumulação de calor no sistema de aquecimento.
- Combustível proposto: Estilhas ou Pellets
- Carga energética: 41.000 kWh
- Energia substituída: 41.000 kWh

**Exemplo de aplicação: substituição da caldeira de gasóleo de uma escola pública por uma instalação de biomassa.**

- Procura de combustível: 15 t/ano
- Número de utilizadores: 200.
- Fontes de energia utilizadas: Biomassa.
- Geração de calor: Um grupo térmico com sistema de acumulação de calor.
- Períodos de uso do aquecimento: Por temperatura exterior.
- Potência nominal: 80 kW.
- Fluido: Água.
- Temperatura máxima: 90 °C.
- Pressão máxima: 3,5 bar.

O desenvolvimento do sector da biomassa possui um significativo potencial de impacto, tanto desde o ponto de vista energético e ambiental, como para o desenvolvimento económico de zonas rurais. Existem múltiplas origens possíveis para a biomassa, diferenciadas fundamentalmente por ser florestais ou agrícolas:

- Resíduos de aproveitamentos florestais e cultivos agrícolas.
- Resíduos de podas de jardins.
- Resíduos de indústrias agro-florestais.
- Cultivos com fins energéticos.
- Produtos agrícolas.
- Resíduos de origem animal.
- Algas marinhas.
- Etc.

A energia obtida da biomassa apresenta um grande leque de aplicações, podendo diferenciar-se dois grupos fundamentais:

- Biomassa para usos térmicos: as aplicações térmicas para aquecimento e AQS são as mais comuns na actualidade. Existem instalações individuais, para blocos de edifícios, instalações de *district-heating*, e até mesmo aplicações industriais (com e sem co-geração).

- Biomassa para geração de electricidade: Esta aplicação está pouco estendida devido a vários factores como o baixo poder calórico da biomassa ou a elevada percentagem de humidade.

O Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia (IDAE) propõe um teste rápido para esclarecer as dúvidas acerca da realização de um projecto de aquecimento com biomassa num município, que se ilustra, a seguir, como exemplo.

As condições actuais são apropriadas?	SIM	NÃO
Inexistência de rede de gás natural ou rede de aquecimento centralizada no município.		
Não é tradicional nem preferencial o uso de aquecimento eléctrico.		
A política energética regional apoia a biomassa.		
Há agricultores/silvicultores locais interessados em actuar como comercializadores de energia térmica.		
Existem empresas locais interessadas em actuar como comercializadores de energia térmica.		
<b>Soma (Máximo = 5)</b>		
Temos edifícios apropriados para o uso de biomassa?	SIM	NÃO
Se dispõe de edifício(s) com uma caldeira com mais de 15 anos.		
Se dispõe de edifício(s) que precisa de renovação proximamente.		
Se dispõe de edifício(s) que será construído num futuro próximo.		
Se dispõe de edifício(s) com uma procura de aquecimento alto e constante.		
Se dispõe de edifício(s) a partir de onde se poderia abastecer calor a edifícios próximos.		
Se dispõe de edifício(s) com suficiente espaço para o armazenamento, descarga e sala de caldeiras.		
<b>Soma (Máximo = 6)</b>		
Há biomassa suficiente?	SIM	NÃO
Há disponibilidade de suficientes estilhas de madeira provenientes de montes locais.		

As florestas locais são adequadas para a produção de estilhas.		
Existe biomassa disponível a uma distância aceitável para o transporte.		
Os resíduos agrícolas são usados actualmente para a produção de calor.		
Existem resíduos agrícolas disponíveis em quantidades suficientes.		
Existem resíduos de serrarias disponíveis.		
Existem resíduos secos de indústrias da madeira disponíveis.		
Há indústrias locais que geram resíduos utilizáveis para a produção de calor.		
Existe um mercado de biomassa para a produção do calor.		
É possível o armazenamento e distribuição da biomassa pelo município.		
<b>Soma (Máximo = 10)</b>		
Condições favoráveis para os sistemas de aquecimento com biomassa:	SIM	NÃO
Existem actividades ambientais em curso, como por exemplo a Agenda 21.		
Existem iniciativas para consciencializar o consumidor sobre os produtos regionais.		
Existem apoios do governo para os sistemas de biomassa.		
Existem experiências positivas com biomassa em comunidades vizinhas.		
Existe um grande interesse nos sistemas de aquecimento com biomassa em moradias particulares.		
Existem produtores ou distribuidores, regionais ou locais, de caldeiras de biomassa.		
Os cidadãos confiam no município como modelo a seguir.		
Há suficiente dinheiro ou um sócio financeiro fiável.		
Existe uma pessoa qualificada para manter a caldeira de biomassa.		
<b>Soma (Máximo = 9)</b>		

Para avaliar o estado do município, se respondeu:

- Menos de 10 "Sim": Falta-lhe muito por fazer e, até mesmo, realizar um projecto pequeno pode fazer uma grande diferença.
- De 11 a 20 "Sim": Está na hora de instalar o primeiro sistema de aquecimento com biomassa, mas comece por melhorar as condições prévias para realizar um projecto acertado.
- Mais de 20 "Sim": Tem as condições ideais para o aquecimento com biomassa. Já deveria estar preparado para considerar 100% de produção com biomassa em edifícios públicos.

Uma sugestão adicional: se os resultados forem muito diferentes nas quatro categorias, os pontos fracos servir-lhe-ão de indicações adicionais sobre onde começar a melhorar as circunstâncias.

#### 4. ENERGIA GEOTÉRMICA

A energia geotérmica é um tipo de energia que funciona graças à capacidade natural da Terra e/ou da sua água subterrânea em reter calor. Nas zonas de águas termais com temperatura elevada e pouca profundidade, a perfuração é efectuada nas fracturas naturais das rochas basálticas ou rochas sedimentárias. A água quente ou o vapor podem fluir naturalmente, por bombagem ou por impulsos de fluxos de água e de vapor ("flashing"). O método a escolher depende do que em cada caso seja economicamente rentável.

Na maioria dos casos a exploração deve ser efectuada com dois poços (ou um número par de poços), de modo a se obter através de um água quente e, do outro, torna-se a injectar no aquífero, depois de se ter arrefecido o caudal obtido. Este sistema apresenta várias vantagens:

- Há menos probabilidades de esgotar a jazida geotérmica, visto que a água reinjectada ainda contém uma quantidade significativa de energia.
- A água não se esgota da jazida porque a quantidade total mantém-se.
- Os possíveis sais ou emissões de gases dissolvidos na água não se manifestam ao circular em circuito fechado pelas conduções, o que evita poluições.

A seguir é apresentada a tabela que define os tipos de jazidas geotérmicas segundo a temperatura da água. As fronteiras entre os vários tipos de energias geotérmicas são arbitrárias; se se trata de produzir electricidade com um rendimento aceitável, a temperatura mínima está entre 120 e 180°C, mas as fontes de temperatura mais baixa são muito apropriadas para os sistemas de aquecimento urbana.

##### ALTA TEMPERATURA

Está disponível nas zonas activas da crosta terrestre. Esta temperatura é superior a 150°C, para aproveitar o potencial produz-se vapor na superfície e através de uma turbina e um gerador eléctrico produz-se electricidade. Há uma série de condicionantes para que possa existir um campo geotérmico: uma camada superior composta por uma cobertura de rochas impermeáveis; um aquífero, ou depósito, de permeabilidade elevada, entre 0,3 e 2 km de profundidade; solo fracturado que permite uma circulação de fluidos por convecção, e, assim, a transferência de calor da fonte à superfície, e uma fonte de calor magmático, entre 3 e 15 km de profundidade, a cerca 500 °C. A exploração de um campo destas características é realizada através de perfurações.

##### MÉDIA TEMPERATURA

É aquela em que os fluidos dos aquíferos estão entre 90 e 150°C. Neste caso, a conversão vapor-electricidade é realizada com um rendimento inferior, e deve ser explorado através de outro fluido mais volátil. Permitem explorar pequenas centrais eléctricas, mas o melhor aproveitamento pode ser realizado através de sistemas urbanos de distribuição de calor para o uso em aquecimento e em refrigeração através de máquinas de absorção.

##### BAIXA TEMPERATURA

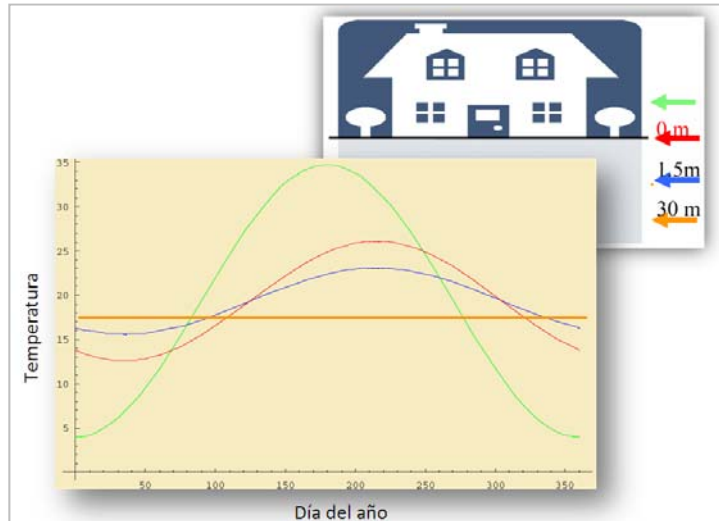
É aproveitável em zonas mais amplas do que nas anteriores; por exemplo, em todas as bacias sedimentárias. Deve-se ao gradiente geotérmico. Os fluidos estão a temperaturas entre 30 e 90°C.

##### MUITO BAIXA TEMPERATURA

A energia geotérmica de muito baixa temperatura é considerada quando os fluidos são aquecidos a uma temperatura inferior a 30°C. Esta energia é o âmbito de aplicação da bomba de calor geotérmica para climatização.

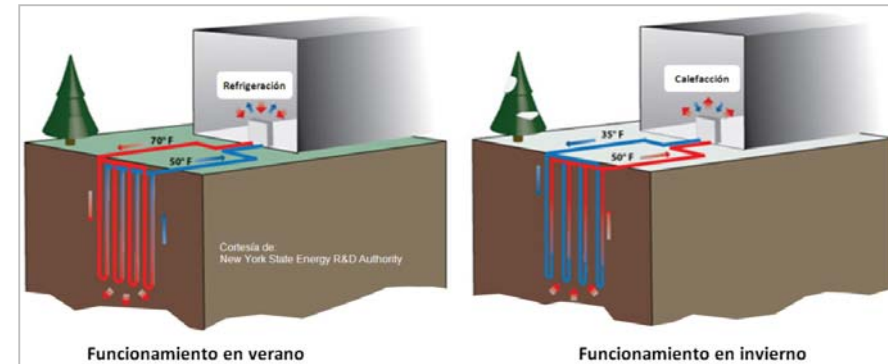
A bomba de calor geotérmica é a tecnologia que apresenta o crescimento mais rápido durante os últimos anos no sector da geotermia.

A energia geotérmica de baixa entalpia baseia o seu princípio na capacidade que a Terra tem de acumular o calor proveniente do Sol, mantendo uma temperatura quase constante ao longo do ano a partir de uma determinada profundidade, tal como é ilustrado na seguinte figura.



*Geotermia. Perfil de temperaturas*

Isto deve-se à elevada inércia térmica que apresenta o terreno, de modo que, conforme se avança em profundidade, menos energia se transmite e torna-se mais necessária para produzir variação. À profundidade que se utiliza a energia para a bomba de calor geotérmica, a temperatura está muito próxima à do conforto. É por este motivo que se obtém uma eficiência elevada, porque trabalha-se com menores saltos térmicos do que os utilizados por uma bomba convencional.



*Sistema geotérmico de muito baixa temperatura*

Para arrefecer um edifício no Verão, o sistema geotérmico transmite o calor excedente do interior da edificação ao subsolo. Por outro lado, no Inverno, o equipamento geotérmico permite aquecer um edifício com o processo inverso: extraindo calor do solo para o transmitir à edificação. Um equipamento de climatização geotérmica conta com:

- Uma bomba de calor geotérmica. Trata-se de um aparelho eléctrico que realiza o intercâmbio de calor com o solo.
- Um intercambiador enterrado. Este dispositivo está formado por um conjunto de condutas plásticas de alta resistência e grande duração enterradas no solo pelas quais circula a água.
- Uma bomba hidráulica, que bombeia a água que flui pelas condutas.

A uma profundidade de 20 m a temperatura do subsolo estabiliza-se à volta dos 17 °C. Uma bomba de calor é muito mais eficiente se tiver que alcançar os 21 ou 22 °C de conforto no Inverno desde os 17 °C do subsolo do que desde os 10 °C ou menos aos que está o ar. No Verão esta diferença acentua-se, ganhando eficiência a bomba de calor quando trabalha como refrigerador. Manter a temperatura de conforto de 25 °C no Verão desde os 17 °C do subsolo tem um custo energético muito inferior do que o fazer desde os 35 °C do ar exterior.



A esta vantagem que apresenta o subsolo acrescenta-se outra que incrementa a eficiência da bomba de calor, que é o facto de realizar o intercâmbio de calor de forma óptima através de um fluido e não de um gás do ar.

### **LINKS**

---

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





## **Bloco 5: Iluminação Interior**

## 1. INTRODUÇÃO

A importância de uma correcta iluminação em qualquer tipo de ambiente é fundamental e responde a dois objectivos:

- Boa visibilidade.
- Satisfação visual.

Este bloco contém informação relativa aos equipamentos utilizados em iluminação que se deve considerar tanto quando se realizam instalações novas como quando se fazem reparações. Um sistema de iluminação deve conciliar uma adequada qualidade de iluminação com um uso racional da energia, e para tal é preciso actuar durante a fase do *design* (*design* eficiente) e na gestão e manutenção das instalações (de acordo com o previsto na fase do *design*):

- Fase do *design*: o *design* deve adequar-se às necessidades de utilização, introduzindo as tecnologias mais adequadas. Dos tipos de instalações que cobrem as necessidades é preciso escolher os que têm um custo mínimo ao longo da vida útil da instalação (é preciso comparar os custos totais de investimento e os de funcionamento durante a vida das instalações de iluminação).
- Gestão e manutenção: a maior eficiência de uma instalação de iluminação é obtida com uma correcta gestão e uma manutenção adequada que consiste em realizar um seguimento constante dos parâmetros de luminosidade e de segurança.

## 2. CRITÉRIOS DE DESIGN

No *design* de uma instalação de iluminação interior é preciso ter em conta os seguintes aspectos:

- a) Espaço a iluminar.

Os espaços devem ser classificados de acordo com a actividade visual a desenvolver (biblioteca, laboratórios, escritórios, salas, piscinas, corredores...), o tempo anual de utilização e a entrada de luz natural que apresentem.

- b) Parâmetros de iluminação recomendados.

Para cada espaço existem níveis de iluminação recomendados que devem ser respeitados:

- Iluminância média (lux).
- Rendimento da cor (Ra, IRC).
- Tipo de encadeamento.

No seguinte quadro é possível observar os valores recomendados para vários locais:

Tipo de local		Iluminância média (lux)	Tipo de encadeamento	Índice de reprodução cromática (Ra, IRC)
Sala de aula	Geral	300	B	70-80
	Quadro			
Sala de informática, laboratório	Geral	500	A	70-80
	Quadro	300		
Sala de <i>design</i>	Geral	750	A	90-100
	Quadro	300		
Biblioteca	Zona de leitura	500	B	70-80
	Ambiental	200		
Sala de actos	Geral	200	C	70-80
	Cenário	700	--	
Ginásio		300	C	80-90
Sala de professores		300	B	70-80
Cartografia		700	B	70-85
<i>Design</i> técnico		700	B	80-90
Sala de computadores		400	B	70-85
Secretaria, Administração, Contabilidade		500	B	70-85
Sala de conferências, Recepção, Apoio ao público		300	C	70-85
Laboratórios, Ateliês		500	B	70-85
Arquivo		200	C	70
PBX, Correios		300	C	70
Cozinha		300	C	70-85

Tipo de local	Iluminância média (lux)	Tipo de encadeamento	Índice de reprodução cromática (Ra, IRC)
Locais auxiliares, Áreas de serviço	150	C	70
Sala de exposições	200	-	90
Sala de demonstrações	100-1000	-	90
Sala de conferências, visitas	300	C	70-85
Sala de descanso, Cafeteria/refeitório, vestuários	200	C	70-85
Corredores, Casas de banho	150	C	70-85
Armazéns	100	D	70

A seguir, são expostas algumas recomendações para o *design* de instalações:

- Agrupar numa mesma zona as actividades semelhantes e, se não for possível, adoptar uma solução de iluminação média.
- As actividades que exigem mais iluminação devem ser realizadas nas zonas próximas à iluminação natural.
- Nas zonas de trabalho interiores, o factor mais importante é proporcionar iluminação adequada no plano de trabalho.

### 3. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS

Na hora de seleccionar o tipo adequado de luminária, lâmpada e equipamento auxiliar, é necessário determinar, em primeiro lugar, a dependência objecto de estudo, tendo em conta a actividade a realizar.

#### 3.1. LÂMPADAS

Para reduzir os custos de instalação, funcionamento e manutenção, a escolha das lâmpadas deve ter em conta as seguintes características:

- Índice de reprodução cromática: quanto maior for o índice de reprodução cromática maior será a capacidade para reproduzir as cores "verdadeiras" dos objectos. Entre as lâmpadas que cumpram o rendimento de cor mínima

recomendada para a actividade a desenvolver, deve ser escolhida a que tiver maior eficiência (lum/W) e maior vida útil.

- Eficácia luminosa (lum/W): devem ser utilizadas lâmpadas com eficácia luminosa igual ou superior a 90 lum/W. Quanto maior for a eficácia luminosa menor será o número de lâmpadas e luminárias, o que supõe um menor investimento inicial e menores custos de funcionamento.
- Vida útil: quanto maior for a vida útil, menores serão os custos de manutenção. Convém instalar lâmpadas com uma vida útil superior a 12.000 horas.

A seguir é apresentado um quadro comparativo dos vários tipos de lâmpadas utilizadas em iluminação interior e também é ilustrado o campo de utilização recomendado.

Tipo lâmpada	Eficácia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Acendimento	Uso recomendado
De halógeno (**)	13 a 25	2.000-5.000	100	Instantâneo	Iluminação localizada, decorativa
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000-79.000	60-90	Instantâneo	Geral
Fluorescentes compactas	65 a 90	6.000-15.000	80	Instantâneo	Geral, localizada, decorativa
Indução	65-80 (***)	60.000	80-89	Instantâneo	Geral
Vapor de mercúrio	35 a 60	8.000-16.000	50-60	10 minutos	Geral
Halógenos metálicos	70 a 120	10.000-16.000	60-95	15 minutos	Geral, localizada
Vapor de sódio de alta pressão	66 a 150	12.000-18.000	20-65	1 a 15 minutos	Geral
LED	10 a 20	100.000	75-80	Instantâneo	Balizamento, sinalização

\*IRC: índice de rendimento da cor.

\*\*Devido ao baixo rendimento, só convém utilizar este tipo de lâmpada para iluminações de curta duração.

\*\*\*Tendo em conta o consumo do sistema (lâmpada, antena, gerador de HF)

Quanto à temperatura da cor, o tipo a utilizar depende da actividade a realizar, tal como se ilustra a seguir:

Temperatura de cor da lâmpada	Actividade
Tons quentes: < 3.000 K	Áreas de descanso. Salas de espera. Áreas de recreio.
Tons neutros: 3.300-5.000 K	Áreas com importante contribuição de luz natural Tarefas visuais médias
Tons frios: 5.000 K	Tarefas visuais de alta concentração

#### Especificações técnicas recomendadas para lâmpadas de interior:

- Certificação CE.
- Rendimento:  $\geq 90$  lúmen/watt.
- Vida útil:  $\geq 12000$  horas.
- Índice de reprodução cromática: igual ou superior ao recomendado para o tipo de actividade a desenvolver.

Em traços gerais, é possível afirmar que nas zonas de altura reduzida (inferior a 5 metros), convém utilizar lâmpadas fluorescentes de elevado rendimento, enquanto nas zonas de maior altura convém utilizar lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão ou de halogéneos metálicos.

### 3.2. LUMINÁRIAS

A luminária é o aparelho de iluminação que distribui, filtra ou transforma a luz emitida por uma ou várias lâmpadas e que compreende todos os dispositivos necessários para o suporte, fixação e protecção das lâmpadas e equipamentos auxiliares.

A luminária caracteriza-se pelos seguintes parâmetros:

- Distribuição fotométrica. Segundo a percentagem de fluxo no hemisfério superior e inferior (C.E.I.): directa, semi-directa, directa-indirecta, semi-indirecta, indirecta.
- Rendimento da luminária
- Sistema de montagem: tecto, parede, superfície ...
- Grau de protecção
- Classe eléctrica
- Cumprimento de normativa específica.

Entre as luminárias que cumpram o tipo de encadeamento devem ser escolhidas as que tiverem maior rendimento, utilizando sempre que for possível iluminação directa.

#### Especificações técnicas recomendadas para luminárias de interior:

- Certificação CE.
- *Compliances*: EN 60598.
- Classe I ou superior.
- Rendimento no hemisfério inferior  $\geq 70\%$ .
- Tipo de encadeamento: igual ou melhor que o recomendado segundo o tipo de actividade a desenvolver.
- IP mínimo: Ambientes limpos 20, Ambientes sujos 43.
- Cumprimento da normativa particular relativa à dependência em que será instalada.

### 3.3. EQUIPAMENTOS AUXILIARES

As lâmpadas incandescentes, de halogéneo (excepto as de baixa tensão) e de luz de mistura não necessitam nenhum equipamento auxiliar para ligar à rede, mas as lâmpadas de descarga exigem balastos e algumas também exigem arrancadores. A seguir, são resumidos brevemente os vários equipamentos auxiliares das lâmpadas de descarga.

- Lâmpadas fluorescentes: exigem um balastro electromagnético, um arrancador e um condensador, ou então um balastro electrónico que faça a função desses três elementos.
- Lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão: exigem um balastro indutivo e um condensador para compensar o factor de potência, ou então um balastro electrónico.
- Lâmpadas de halogéneos metálicos: exigem um balastro electromagnético, um arrancador e um condensador, ou então um balastro electrónico.
- Lâmpadas de sódio de alta pressão: exigem um balastro electromagnético, um arrancador e um condensador, ou então um balastro electrónico.

A eficiência energética dos balastros varia em função do tipo de balastro, da potência e tipo de lâmpada, e do número de lâmpadas associadas ao equipamento. No seguinte quadro observa-se a percentagem de perdas dos balastros, a potência da lâmpada em função destes factores:

Tipo de lâmpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético padrão	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescência	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
De halogéneo de baixa tensão	15-20%	10-12 %	5-7 %

Em geral, recomenda-se a utilização de balastros electrónicos de baixas perdas ou electrónicos reguláveis pelo facto de oferecerem múltiplas vantagens em comparação com os electromagnéticos.

Nas lâmpadas fluorescentes, convém utilizar balastros electrónicos com pré-aquecimento (são imprescindíveis nas que acedem três ou mais vezes ao dia, se não se quiser reduzir drasticamente a vida útil da lâmpada).

#### 4. SISTEMAS DE REGULAÇÃO E CONTROLO

A implementação de sistemas de controlo reduz os custos energéticos e de manutenção das instalações e incrementa a flexibilidade do sistema de iluminação. Este controlo permite realizar acendimentos selectivos e regulação das luminárias durante vários períodos de actividade, ou segundo o tipo de actividade, e permite poupar até 65% de energia.

Existem quatro tipos fundamentais:

- Regulação e controlo pelo utilizador através de interruptor manual, botão, potenciómetro ou comando à distância.
- Regulação da iluminação artificial segundo a contribuição de luz natural.
- Acendimento e interrupção segundo a presença na sala.

- Regulação e controlo através de um sistema de gestão centralizado.

##### 4.1. CONTROLO MANUAL OU TEMPORIZADO

O controlo manual pelo utilizador é uma ferramenta boa e simples, mas, infelizmente, não costuma funcionar bem (as luzes estão, frequentemente, acesas desnecessariamente). Quando são utilizados interruptores manuais, convém seguir estes conselhos:

- Os interruptores devem estar etiquetados, indicando sobre que instalação ou circuito actuam.
- Os interruptores devem estar separados entre si para evitar que o utilizador active vários com um único movimento de mão.
- As luminárias próximas às janelas devem ser accionadas de forma independente das outras.
- Convém limitar o mais possível o número de luminárias accionadas por cada interruptor. Num local ou sala, o número de interruptores não deve ser inferior à raiz quadrada do número de luminárias instaladas.

Os interruptores temporizados podem ser utilizados nas dependências em que a permanência de pessoas tem um tempo limitado (por exemplo, casas de banho).

Os interruptores horários (de programa diário ou semanal) podem ser utilizados para apagar as lâmpadas a partir de um quadro de controlo nos períodos nos quais as dependências não se utilizam.

##### 4.2. CONTROLADORES DE LUZ NATURAL

Na maioria dos locais, é possível aproveitar a luz natural até uma distância de 4 metros desde as janelas e durante a maior parte do ano, o que permite reduzir o fluxo das luminárias instaladas nesta zona.

Este sistema de controlo baseia-se num sensor de luz, colocado habitualmente no tecto, que mede a quantidade de luz natural que penetra no local e permite ajustar automaticamente a luz artificial necessária para manter o nível de iluminação.

Existem dois tipos de sistemas de regulação:

- Tudo/nada: o acendimento e a interrupção da iluminação ocorre por debaixo ou por cima de um nível de iluminação pré-estabelecido. O sistema deve ter uma certa inércia para evitar acendimentos e interrupções das lâmpadas motivadas por variações transitórias da contribuição de luz natural. Este modo de regulação pode ser desconfortante para os utilizadores.
- Regulação progressiva: a iluminação é ajustada progressivamente segundo a contribuição de luz exterior para manter o nível de luz pré-estabelecido. A regulação é muito fácil de fazer através de balastos electrónicos reguláveis controlados por uma fotocélula.

Recomenda-se a instalação de sistemas de regulação progressiva em todas as luminárias próximas às janelas e nas zonas em que se exige variar o nível de iluminação segundo a tarefa a realizar em cada momento (por exemplo, salas de reunião).

#### 4.3. CONTROLO ATRAVÉS DE DETECTORES

Os detectores de presença interrompem a iluminação artificial quando não estiver ninguém no local. Há quatro tipos de detectores: de infravermelhos, por ultra-sons, por microondas, e híbridos ultra-sons-microondas. Este sistema é recomendável para zonas com ocupação intermitente, por exemplo casas de banho.

#### 4.4. SISTEMA CENTRALIZADO DE GESTÃO

Este sistema permite o acendimento e interrupção de iluminação de zonas através de ordens centrais, manuais ou automáticas (interrupção nos períodos de não utilização dos locais). É possível proceder à modificação de circuitos de acendimento sem obras eléctricas, basta alterar a programação. O sistema permite o controlo do estado e o consumo de vários circuitos. O controlo centralizado deve dispor, de forma simultânea, de controlo local.

**Sobrecustos: incluem-se custos e período de retorno do sob-reinvestimento em sistemas de regulação e controlo da iluminação (mão-de-obra e IVA incluído), para valores médios de funcionamento de 4.000 horas/ano.**

Equipamento	Investimento adicional	Retorno
Detector de presença	30 euros	2 anos
Balastro electrónico regulável (A1) + fotocélula (regulação em função da contribuição de luz natural)	65 euros	4 anos
Temporizador	80 euros	4 anos
Interruptor horário	90 euros	3 anos

### 5. MANUTENÇÃO

Com o decorrer do tempo, a sujidade deposita-se nas luminárias e juntamente com a redução do fluxo luminoso das lâmpadas o nível de iluminação inicial diminui sensivelmente. Os valores iniciais de iluminância podem ser novamente obtidos se as luminárias e as lâmpadas forem limpas periodicamente e se as lâmpadas forem mudadas quando se encontram no fim da sua vida útil.

Além disso, os vidros das luminárias devem ser limpos para manter a transmissão de luz natural. Isto também se aplica às superfícies de tectos e paredes para manter a reflectância.

Na realização de um projecto de iluminação é necessário prever a diminuição de iluminância provocada pela sujidade entre períodos de limpeza: há que aplicar um factor de depreciação segundo a manutenção a realizar na instalação. Para reduzir esta depreciação, nos locais com elevado grau de poluição convém utilizar luminárias estancas.

	Factores de reflexão recomendados
Paredes	0,5-0,7
Tectos	0,7-0,8
Solos	0,15-0,20
Mobiliário e equipamentos	0,20-0,40
Cortinas	0,50-0,70

### **LINKS**

---

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Comité Espanhol de Iluminação: [www.ceisp.com](http://www.ceisp.com)

*International Commission on Illumination*: [www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)

Associação Certificadora de Instalações Eléctricas: [www.certiel.pt](http://www.certiel.pt)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





## **Bloco 6: Iluminação Exterior**



## 1. INTRODUÇÃO

Na maioria dos municípios, grande parte do consumo de energia eléctrica corresponde à iluminação pública que se traduz, assim, num custo elevado (70% da despesa total). É por este motivo que um *design* apropriado e uma gestão correcta destas instalações são indispensáveis.

Neste capítulo são referidos conselhos sobre a optimização energética e características de equipamentos que o Gestor Energético Municipal deve ter em conta quando se procede à colocação ou renovação de instalações de iluminação. Ditos conselhos respeitam as regulamentações e normas que estabelecem os níveis máximos e mínimos de iluminação e visam compatibilizar uma qualidade óptima do serviço de iluminação pública com um uso racional da energia.

- Fase do *design*: na hora de iniciar a realização de um projecto de iluminação pública é necessário adaptar o *design* às necessidades de utilização, introduzindo as tecnologias mais adequadas. Dos tipos de instalações que cobrem as necessidades em causa é preciso escolher os que têm um custo mínimo, incluindo as despesas derivadas do funcionamento ao longo da vida útil da instalação.

- Gestão e manutenção: o correcto funcionamento de uma instalação de iluminação pública e, por conseguinte, a maior eficiência energética da mesma é possível graças a um sistema de gestão e manutenção apropriado. Este sistema consiste, em geral, num seguimento constante dos parâmetros de luminosidade e segurança.

Entende-se por eficiência energética de uma instalação de iluminação exterior a relação entre o produto da superfície iluminada pela iluminância média em serviço da instalação e a potência activa total instalada.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		
$\epsilon = (S \cdot L_m)/P$		
Parâmetro	Definição	Unidades
$\epsilon$	eficiência energética da instalação de iluminação exterior	m <sup>2</sup> -lux/W
P	potência activa total instalada, lâmpadas e equipamentos auxiliares	W
S	superfície iluminada	m <sup>2</sup>
L <sub>m</sub>	luminância média em serviço da instalação com a manutenção prevista	lux

A eficiência energética é determinada através do uso dos seguintes factores:

- Eficiência da lâmpada e equipamentos auxiliares: é a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e a potência total consumida pela lâmpada e pelo equipamento auxiliar.
- Factor de manutenção: é a relação entre os valores de luminância que se pretendem manter ao longo da vida da instalação de iluminação e os valores iniciais.
- Factor de utilização: é a relação entre o fluxo útil proveniente das luminárias que ilumina a faixa de rodagem ou a superfície a iluminar e o fluxo emitido pelas lâmpadas instaladas nas luminárias.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		
$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u$		
Parâmetro	Definição	Unidades
$\epsilon_L$	eficiência das lâmpadas e equipamentos auxiliares	m <sup>2</sup> ·lux/W
$f_m$	factor de manutenção da instalação	valor p.u.
$f_u$	factor de utilização da instalação	valor p.u.

O factor de utilização da instalação depende do tipo de lâmpada, da distribuição da intensidade luminosa e do rendimento das luminárias, bem como da geometria da instalação, tanto no que diz respeito às características dimensionais da superfície a iluminar (comprimento e largura), como à disposição das luminárias na instalação de iluminação exterior (tipo de colocação, altura das luminárias e separação entre pontos de luz).

Para melhorar a eficiência energética de uma instalação de iluminação é possível aumentar o valor de qualquer um dos três factores referidos anteriormente. A instalação mais eficiente será a que tiver o máximo produto dos três factores.

Na hora de propor uma reforma da instalação de iluminação, é preciso ter em consideração os seguintes aspectos:

- Só se iluminará a superfície em que se pretende colocar a iluminação.
- Serão instaladas lâmpadas de elevada eficácia luminosa compatíveis com os requisitos cromáticos da instalação.
- Serão utilizados luminárias e projectores de rendimento luminoso elevado.
- O equipamento auxiliar será de perdas mínimas.
- O factor de utilização da instalação será o mais elevado possível.
- O factor de manutenção da instalação será o máximo alcançável.

## 2. CRITÉRIOS DE DESIGN

A seguir são expostos os parâmetros que se devem ter em conta para a realização de projectos de iluminação pública sob os condicionantes de maior eficiência e poupança energética, sem perder de vista os níveis mínimos de iluminação exigidos regulamentarmente para cada utilização.

Estas recomendações estão baseadas nas normas estabelecidas pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), a Comissão Europeia de Normalização (CEN) e a Comissão Electrotécnica Internacional (CEI) e nas normas europeias EN. O principal objectivo de uma iluminação pública é proporcionar fiabilidade de percepção, máxima segurança e comodidade visual.

### PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A FIABILIDADE DE PERCEPÇÃO

- Luminância média da superfície da faixa de rodagem: L<sub>m</sub>
- Uniformidade global, U<sub>0</sub>: L<sub>mín</sub>/L<sub>m</sub> (luminância mínima / luminância média)
- Encadeamento perturbador

### PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A COMODIDADE VISUAL

- Uniformidade longitudinal, U<sub>1</sub>: L<sub>mín</sub>/L<sub>máx</sub> (luminância mínima / luminância máxima)
- Encadeamento incómodo: G
- Orientação visual

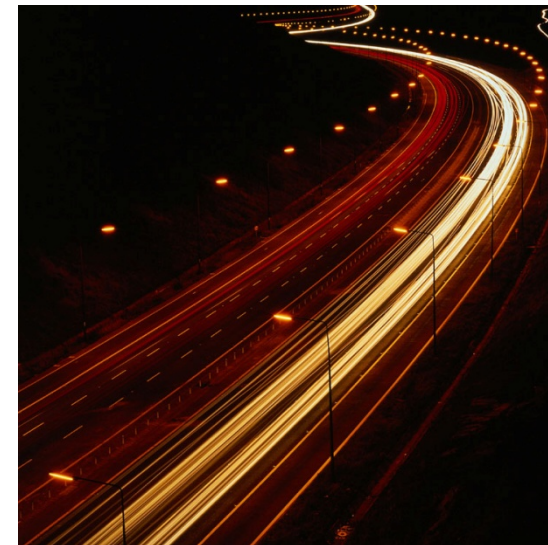
Estes parâmetros devem ser tidos em conta para obter uma óptima instalação de iluminação pública. Seguindo os critérios da Comissão Internacional de Iluminação (CEI), para estabelecer os níveis de qualidade de uma iluminação pública, as zonas a iluminar devem ser previamente definidas e diferenciadas. A seguir, a título de referência, é apresentado um quadro que ilustra a classificação das vias públicas:

Categoria da via	Tipo de densidade de trânsito	Tipo de via	Exemplos
Trânsito motorizado	A	Trânsito motorizado denso e de alta velocidade	Vias com faixas de rodagem separadas, sem passagens de nível e acessos totalmente controlados
		B	Vias importantes para trânsito motorizado com faixas de rodagem separadas para veículos lentos e/ou peões
	C		Trânsito motorizado denso de velocidade moderada ou trânsito misto denso de velocidade moderada e de alta velocidade
Trânsito misto	D	Trânsito misto lento do qual a maior parte é trânsito lento ou de peões	Vias públicas urbanas ou de centros comerciais. Todas as vias com trânsito misto denso e lento ou com muita circulação de peões
	E	Trânsito misto de velocidade limitada e densidade moderada	Vias de união de zonas residenciais com a rede geral de vias (da categoria A à D)

Categoria de via	Zonas próximas	Nível de luminância	Uniformidade		Limitação do encadeamento	
		Luminância média (cd/m <sup>2</sup> )	Uniformidade de global U <sub>0</sub>	Uniformidade longitudinal U <sub>L</sub>	Índice de controlo de encadeamento (Gr)	Aumento da entrada (%)
A	Qualquer	2	0,4	0,7	6	10**
B	Claras	2		0,7	5	10
	Escuras	1		0,7	6	10**
C	Claras	2		0,5	5	20**
	Escuras	1		0,5	6	10
D	Claras	2		0,5	4	20
	Escuras	0,5		0,5	4	20
E	Claras	1		0,5	5	20**
	Escuras	0,5		0,5	5	20**

(\*) A luminância recomendada é a luminância média em serviço da faixa de rodagem. Com o fim de manter dito nível é preciso considerar um factor de depreciação inferior a 0,8, em função do tipo de aparelho de iluminação e do grau de poluição do ar. Para mais informação, consultar a publicação CIE em °. 33. "Depreciação e manutenção das instalações de iluminação pública".

(\*\*) Em vista da pouca experiência que se tem quanto à aplicação do conceito "aumento da entrada" é preferível não chegar a valores superiores a 0,7 vezes o valor indicado no quadro.



O tratamento a aplicar para realizar o projecto de iluminação depende das várias vias públicas. A título de resumo, o seguinte quadro ilustra os padrões e níveis mínimos de qualidade luminotécnica estabelecidos para cada tipo de via:

Regra geral e a título de exemplo, os níveis de iluminação abaixo representados para os vários tipos de via podem servir de referência:

	Nível médio de iluminação (lux)
Zonas pedonais	8-15
Zonas pedonais e de veículos a velocidade lenta	10-25
Zonas de veículos a velocidade moderada	15-30

### 3. ESCOLHA DE EQUIPAMENTOS

#### 3.1. LÂMPADAS

Para reduzir os custos de instalação, funcionamento e manutenção, a escolha das lâmpadas deve ter em conta principalmente:

- Eficiência lumínica (lum/W): devem ser utilizadas as lâmpadas de maior eficiência lumínica (igual ou superior a 100 lum/W). Uma maior eficiência lumínica traduz-se num menor número de lâmpadas, luminárias e apoios, o que implica um investimento inicial mais reduzido e menores custos de funcionamento.
- Vida útil: Quanto maior for a vida útil, menores serão os custos de manutenção. Convém instalar lâmpadas com uma vida útil superior a 12.000 horas.
- Qualidade de iluminação: quanto maior for o índice de reprodução cromática, maior será a capacidade para reproduzir as cores "verdadeiras" dos objectos. Na iluminação pública é preciso escolher o índice estritamente necessário para a zona a iluminar.

A seguir, o quadro ilustra uma comparação entre os vários tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação exterior e também indica o campo de utilização recomendado.

Tipo de lâmpada	Eficácia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC*	Enc. de imediato	Uso recomendado
Halogénea	13 a 25	2.000 - 5.000	100	Instantâneo	Iluminação de segurança e de monumentos**
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000 - 79.000	60 - 90	Instantâneo	Túneis, passagens inferiores, pontes
Indução	65-80***	60.000	80 - 89	Instantâneo	Ruas urbanas
Vapor de mercúrio	35 a 60	8.000 - 16.000	50 - 60	10 minutos	Parques e jardins
Halogéneos metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Ruas urbanas, zonas comerciais, monumentos
Vapor de sódio AP	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Ruas urbanas, estradas e auto-estradas, grandes espaços, monumentos
Vapor de sódio BP	100 a 200	12.000	NULO	0,2 minutos	Estradas e auto-estradas, túneis, passagens inferiores, balizamento
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	instantâneo	Balizamento, sinalização

\*IRC: índice de rendimento da cor.

\*\*Devido ao baixo rendimento, só convém utilizar este tipo de lâmpada para iluminações de curta duração.

\*\*\*Tendo em conta o consumo do sistema (lâmpada, antena, gerador de HF)

#### 3.2. BALASTROS

As lâmpadas de descarga precisam de um dispositivo estabilizador da corrente (balastos) e, além disso, nalguns casos é necessário um elemento de arranque (arrancador) e um elemento para corrigir o factor de potência (condensador). Nos balastos ocorrem perdas de energia que dependem do tipo de balastro (electromagnético ou electrónico), bem como do tipo e potência das lâmpadas.

No seguinte quadro é possível observar a percentagem de perdas destes equipamentos, sobre a potência da lâmpada, em função destes factores:

Tipo de lâmpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético padrão	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescência	20-25 %	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20 %	8-12 %	6-8 %
De halogéneo de baixa tensão	15-20 %	10-12 %	5-7 %

Como foi possível constatar no quadro anterior, os balastros electrónicos têm menos perdas que os electromagnéticos. Além disso, os balastros electrónicos estabilizam e regulam a tensão o que permite prolongar a vida das lâmpadas e manter as características ao longo do tempo. Por outro lado, garantem a interrupção automática da alimentação quando a lâmpada é defeituosa. Numa instalação com balastros electromagnéticos 1% de sobretensão implica 3% de consumo adicional e um funcionamento permanente com 7% de subtensão reduz a vida útil das lâmpadas e dos equipamentos em 50%. Isto pode ser evitado com o uso de balastros electrónicos. A diferença de preço entre ambos os tipos (os electrónicos são mais caros) é amortizada em, aproximadamente, seis anos de funcionamento das instalações.

#### BALASTROS ELECTRÓNICOS

##### Vantagens:

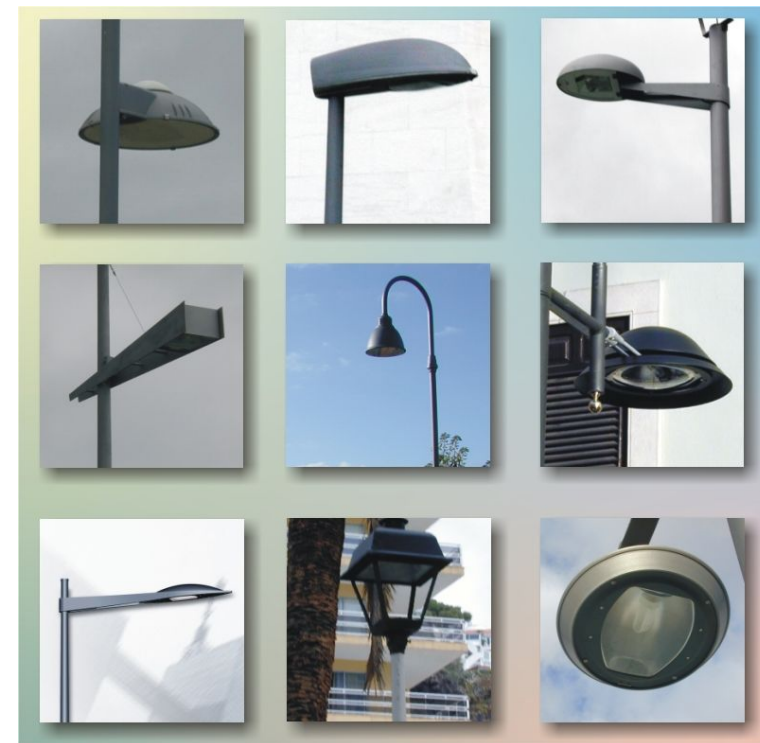
- Redução de consumo superior a 25% quanto a um electromagnético de baixas perdas.
- Aumento da eficácia da lâmpada (há que instalar menos lâmpadas para obter o mesmo nível de iluminação).
- Aumento da vida da lâmpada até 50%. Redução de custos de manutenção.
- Não precisa de arrancador para que a lâmpada acenda, o que implica outra redução de custos de manutenção.
- Não precisa de condensador para a correcção do factor de potência, visto que a procura de energia reactiva dos balastros electrónicos é desprezável.
- Eliminam os ruídos produzidos pelos equipamentos.
- Nível de iluminação constante, não afectado pelas variações de tensão.
- Incorporam protecção contra sobretensões.
- Interrupção automática de lâmpadas defeituosas ou fundidas.
- Possibilidade de regular o nível de iluminação.

##### Inconvenientes:

- Custo mais elevado que os balastros electromagnéticos.

Também existem balastros, tanto electrónicos como electromagnéticos, com possibilidade de redução da potência e do fluxo luminoso emitido pela lâmpada (balastros de duplo nível). Por outro lado, as lâmpadas de indução precisam de um gerador de alta frequência adaptado ao tipo de lâmpada que deve ser adquirido juntamente com a lâmpada.

### 3.3. LUMINÁRIAS



Entende-se por luminária qualquer equipamento que distribua, filtre ou transforme a luz de uma ou várias lâmpadas e que têm todos os dispositivos necessários para a fixação e protecção. Em definitiva, a

luminária é o dispositivo que distribui a luz proporcionada pela lâmpada. Desde o ponto de vista energético, para escolher uma luminária é preciso ter em conta três critérios principais:

a) Rendimento da luminária ( $\eta = \text{Fluxo luminária} / \text{Fluxo lâmpada}$ ): É preciso observar o rendimento da luminária nos hemisférios inferior e superior. Para evitar a poluição lumínica, a emissão no hemisfério superior deve ser reduzida ao máximo (para tal, convém escolher luminárias de rendimento no hemisfério superior nulo ou próximo a zero) e para maximizar o aproveitamento da luz emitida pela lâmpada é preciso escolher luminárias de elevado rendimento no hemisfério inferior. A escolha de luminárias de alto rendimento permite reduzir a potência e o número de pontos de luz, com a consequente poupança de energia.

b) Factor de depreciação e manutenção: a diminuição da luminância com o tempo é causada principalmente pela diminuição do fluxo emitido pelas lâmpadas devido ao envelhecimento e a factores como a sujidade, humidade, etc. A utilização de luminárias de elevado índice de protecção contra pó e água permite manter os níveis de iluminação com o tempo e reduz os custos de manutenção.

c) Encadeamento: Para reduzir os efeitos de encadeamento e colocar instalações de iluminação eficientes, é recomendável limitar as potências das fontes de luz em função da altura da colocação, como é ilustrado no seguinte quadro.

Altura colocação (m)	Fluxo luminoso recomendado (lm)	Tipo de lâmpada			
		Vapor de sódio AP (W)	Halogéneos metálicos (W)	Vapor de mercúrio (W)	Vapor de sódio BP (W)
5	5.000	50 - 70	70	50 - 80 - 125	18 - 35
8	7.500 - 17.000	100 - 150	100 - 150	250	55-90
10	17.000 - 32.000	150 - 250	150 - 250	400	135
12	32.000 - 56.000	250 - 400	250 - 400	700	180
15	56.000 -	400 -	400 - 600	1.000	---

Altura colocação (m)	Fluxo luminoso recomendado (lm)	Tipo de lâmpada			
		Vapor de sódio AP (W)	Halogéneos metálicos (W)	Vapor de mercúrio (W)	Vapor de sódio BP (W)
	90.000	600			
20	90.000 - 130.000	600 - 1.000	600 - 1.000	---	---

Na escolha da altura dos suportes (báculos, postes) deve-se ter em conta, em primeiro lugar, os critérios energéticos e ambientais e, em segundo lugar, os critérios estéticos. As luminárias devem ser escolhidas em função das prestações fotométricas e o controlo da poluição luminosa.

A seguir é apresentado um exemplo comparativo de uma instalação com uma luminária tipo globo, com um índice de protecção IP-55 e um fluxo de lâmpada ao hemisfério superior (FHS-inst.) de 40%, com outra luminária de índice IP-66 e com FHS-inst. de 0%.

#### EXEMPLO – COMPARAÇÃO ENTRE LUMINÁRIAS

Características da via: a via a iluminar tem 10 m de largura e 500 m de comprimento. Trata-se de uma via pedonal com trânsito rodoviário, para a qual o nível de iluminação recomendado situa-se entre 10 e 25 lux. A instalação disporá de um sistema de acendimento inteligente e de um sistema de duplo nível.

	OPÇÃO 1	OPÇÃO 2
Luminária	Tipo globo. IP 55. FHS-inst de 40%	Tipo globo. IP 66. FHS-inst de 0%
Altura	3 m	7 m
Distância entre luminárias	15 m	30 m
Instalação	Em paralelo, intercaladas	Em paralelo, intercaladas
Lâmpada	VSAP 100 W	VSAP 100 W
Fluxo luminoso	9.600 lm	9.600 lm

	RESULTADOS OPÇÃO 1	RESULTADOS OPÇÃO 2
Nível médio em serviço	9,15 lux	11,85 lux
Uniformidade de média	0,28	0,46
Uniformidade de extrema	0,08	0,21
Grau de encadeam	2	7
Nº pontos de luz necessários	33	17
Consumo energético	11.253 kWh	5.797 kWh

### CONCLUSÕES

A utilização de uma luminária mais eficiente oferecerá:

- Uma melhoria dos níveis de iluminação com a mesma lâmpada e menos pontos de luz (incremento de 23%).
- • Uma poupança energética e, por conseguinte, económica, de cerca 5.456 kWh/ano.
- • Uma poupança económica por redução dos custos de manutenção e reposição de cerca 300 €/ano.
- • Uma redução da poluição luminosa da zona.

- • Redução do grau de encadeamento até 5 pontos.
- 
- O investimento da instalação, no caso de ser nova, seria o caso da opção 1 de 45.000 euros, e no caso da opção 2 de 35.000 euros. A diferença de preço para o investimento supõe uma diminuição de 10.000 € na opção 2, visto que:
- 
- Embora a luminária da opção 2 seja mais cara, o facto de ter um menor número de pontos de luz implica uma redução do investimento final a realizar.
- • A menor quantidade de pontos de luz a instalar suporá uma menor potência instalada o que possibilita a utilização de condutores de menor secção com a conseqüente redução dos custos.
- • A menor potência instalada na opção 2 permitirá instalar equipamentos de duplo nível em cabeceira de linha de menor potência e menor custo.
- • Deste modo, a utilização de menos pontos a mais altura, suporá uma redução dos custos em apoios (colunas) e em caixas com as correspondentes tomadas de terra.





### 3.4. MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E DAS PRESTAÇÕES

É necessário efectuar uma manutenção periódica das instalações para conservar a eficácia energética. Assim, é preciso limpar luminárias, mudar lâmpadas e condensadores, e controlar os suportes.

Nos contratos de manutenção das instalações deve constar o nível de iluminação médio e a periodicidade das operações de manutenção com o objectivo de manter o correcto nível de iluminação.

### 3.5. AUTOMATIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

#### a) Sistemas de acendimento

Existem dois principais sistemas de soldadura de instalações de iluminação pública: o interruptor crepuscular e o interruptor com relógio astronómico. O interruptor crepuscular permite o acendimento e interrupção das instalações em função do nível de iluminação natural, mas tem como principal inconveniente a perda de sensibilidade com a sujidade. As instalações, ao ficarem sujas, funcionam durante mais tempo, o que implica um consumo de energia desnecessário. O interruptor com relógio astronómico é um aparelho desenhado para o acendimento e interrupção da iluminação pública, coincidindo exactamente com as saídas e pores-do-sol do local em que se encontrar, qualquer dia do ano, utilizando como dado de situação o comprimento e largura do lugar. Quanto a uma instalação com interruptor crepuscular, o relógio astronómico permite reduzir o tempo de funcionamento das instalações em 5%, pelo que o período de retorno do investimento neste equipamento (cerca de 300 euros) é amortizado em menos de um ano.

#### b) Sistemas de regulação do nível de iluminação.

Nas instalações de iluminação pública com lâmpadas de descarga, o consumo energético pode ser reduzido nas horas de madrugada ou em circunstâncias de menor exigência visual através da redução do fluxo luminoso. Para conseguir esta redução existem três sistemas principais: os balastros

electromagnéticos de duplo nível, os reguladores da tensão em cabeceira de linha e os sistemas baseados em balastros electrónicos.

#### *Balastros electromagnéticos de duplo nível:*

Estes equipamentos actuam independentemente em cada lâmpada (é necessário instalar um equipamento por lâmpada), reduzindo a tensão de alimentação ao receber um sinal programado, que se traduz numa redução do consumo e da quantidade de luz emitida. Dentro destes equipamentos estão as unidades redutoras de consumo com linha de comando que precisam de uma linha de comando adicional à linha da iluminação pública para poder actuar nas lâmpadas. Além disso, costumam ter um relógio e um comutador no quadro de comando para programar a hora de entrada em funcionamento de duplo nível. Através da programação do relógio é possível escolher quando se realiza a redução de consumo. Também podem ser utilizadas unidades redutoras de consumo sem linha de comando. Este tipo de equipamento actua nas lâmpadas através da programação de cada equipamento. Esta programação pode ser efectuada através de micro-interruptores incorporados no próprio equipamento ou já pode vir programado da fábrica. O inconveniente deste tipo de unidades é a dificuldade de mudar num determinado momento devido à programação, visto que seria necessário efectuar a actualização ponto por ponto, o que representa um custo elevado.

#### *Redutores de fluxo em cabeceira de linha:*

Estes equipamentos, instalados junto ao quadro de comando, protecção e medida, actuam da mesma forma que as unidades redutoras de consumo, com a diferença de que, em vez de realizar a modificação da tensão de forma independente em cada lâmpada, actuam no conjunto da instalação. Isto é, o redutor de fluxo diminui a tensão de alimentação ao conjunto lâmpada-balastro, para obter diminuições de potência em torno a 40% para reduções de fluxo luminoso de 50%. Estes equipamentos estão constituídos basicamente por um transformador de saídas múltiplas, um relógio para estabelecer o período de redução e comutadores para escolher a tensão de saída. O redutor de fluxo deve estar dotado de estabilização da tensão e regulação independente por fase. O princípio de

funcionamento deste equipamento baseia-se num autotransformador que se alimenta directamente da tensão de rede no circuito primário. As tomadas no circuito secundário estão unidas à saída através dos interruptores estáticos da unidade electrónica. Quando a ordem de poupança for activada num determinado momento, o microprocessador, em cada fase, diminuirá lentamente esta tensão de referência em rampa, de modo a que a saída permaneça estabilizada, e até mesmo, durante o transcurso da mesma.

#### *Sistemas de gestão centralizada:*

Estes sistemas têm como objectivo reduzir os custos de manutenção e o consumo das instalações. Existem muitos sistemas de gestão diferentes, mas os mais completos estão constituídos pelas seguintes unidades:

##### **Unidade de ponto de luz**

Recolhe a informação do estado da lâmpada e da tensão, dos equipamentos auxiliares e da abertura da porta do suporte (se for o caso) e transmite-a à unidade de quadro de comando.

##### **Unidade de quadro de comando**

Mede as tensões de fornecimento, intensidades, potência activa e reactiva, energia consumida (diariamente e acumulada). Controla o acendimento e interrupção da instalação. Transmite e recebe informação da unidade de controlo remoto através do modem telefónico, telefonia móvel ou rádio.

##### **Unidade de controlo remoto**

PC com software de controlo específico. Recebe a informação das unidades de quadro de comando e envia ordens de funcionamento. Emite diariamente os relatórios de avaria derivados da informação recompilada. Permite configurar os parâmetros de funcionamento da instalação e saber a cada momento o estado dos vários componentes. O nível de iluminação, com balastos electrónicos, pode ser regulado entre 20% e 100%, através da regulação da potência entre 35% e 100%.

## **4. AUDITORIA ENERGÉTICA DE INSTALAÇÕES**

O Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia espanhol publicou um PROTOCOLO DE AUDITORIA ENERGÉTICA DAS INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EXTERIOR. O objectivo desse documento é facilitar um procedimento de actuação nos trabalhos que visam a

realização de uma auditoria energética de instalações de iluminação pública exterior.

A auditoria energética pode abranger todas as instalações de iluminação pública de titularidade municipal, tanto executadas pela própria Câmara como recebidas ou realizadas através de promoções privadas, abrangendo tanto a iluminação rodoviária, quer funcional ou ambiental, como a ornamental e qualquer outro tipo de instalação de iluminação exterior fixa que se considere susceptível de incluir na auditoria.

Os trabalhos a realizar serão os seguintes: numa primeira etapa proceder-se-á à recolha de dados inicial, depois à auditoria energética de cada uma das instalações de iluminação. Por último, é preciso analisar o cumprimento das normativas e a elaboração de propostas de actuação.

O trabalho a desenvolver na auditoria deve permitir conhecer o estado físico das instalações de iluminação quanto ao uso racional da energia que consomem e a aptidão para cumprir o fim para o qual foram desenhadas e executadas respeitando sempre a normativa que se aplica às mesmas.

O ponto de partida do presente trabalho é o acesso à informação de base do *design* e as características das instalações de iluminação, com os critérios assumidos na altura no que diz respeito à funcionalidade visada nos espaços iluminados.

Esta informação deverá ser oferecida pelos serviços técnicos da Câmara Municipal, uma vez que está contida na documentação, nos planos dos projectos originais, e nas reconsiderações ou reparações realizadas posteriormente.

O Auditor, após analisar esta informação de base, realizará um trabalho de campo *in situ* para recolher dados sobre a situação actual das instalações de iluminação para as várias análises técnicas que deverão ser feitas *a posteriori*. Para tal, é preciso analisar, para cada instalação de iluminação pública, os elementos integrantes da mesma.

O Auditor realizará as medições correspondentes de todos os parâmetros eléctricos, como podem ser: tensão entre fases, fases e neutro, corrente em cada fase, potência activa, potência reactiva, factor de potência, etc.

Também deverá realizar as medições e os cálculos dos parâmetros luminosos de cada tipo de instalação: fluxos luminosos e níveis de iluminação, luminâncias e iluminâncias, etc. Para realizar estas medições e obter os dados necessários, o Auditor deverá dispor dos equipamentos de medida necessários, tais como: registadores de intensidade e tensão, pinça amperimétrica e voltimétrica, analisador de redes, luxómetro, etc. Para estes efeitos, e com carácter enunciativo e não limitativo, serão analisados os aspectos citados a seguir.

1) Inventário detalhado da instalação e componentes	
Identificação da situação de cada um dos centros de comando existentes, elementos, estado, etc.	
Quadros eléctricos de comando e controlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação dos componentes.</li> <li>- Características mecânicas.</li> <li>- Características eléctricas.</li> <li>- Protecções.</li> <li>- Linhas de saída.</li> <li>- Pontos de luz por linha.</li> <li>- Características dos pontos.</li> </ul>
Identificação de cada um dos fornecimentos eléctricos a cada quadro de comando e controlo	
Linhas de distribuição e ligação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de linhas.</li> <li>- Localização e características.</li> <li>- Secções.</li> <li>- Protecções.</li> </ul>
Identificação dos pontos de luz quanto à distribuição pertencentes a cada quadro de comando e controlo	
Pontos de luz. Disposição	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização.</li> <li>- Características.</li> <li>- Disposição.</li> <li>- Tipologia.</li> </ul>
Identificação de todas as luminárias quanto às características pertencentes a cada quadro de comando e controlo	

Tipo de luminárias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização.</li> <li>- Características.</li> <li>- Disposição.</li> <li>- Tipologia.</li> </ul>
Identificação de todas as lâmpadas quanto às características pertencentes a cada quadro de comando e controlo	
Tipos de lâmpadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Identificação.</li> <li>- Potência.</li> <li>- Tipologia.</li> </ul>
Identificação de todos os equipamentos de arranque das lâmpadas quanto às características, tipo electromagnético ou electrónico, nível de acendimento, etc., pertencentes a cada quadro de comando e controlo	
Equipamentos de acendimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Identificação dos elementos</li> <li>- Sistema.</li> <li>- Possibilidades de variação.</li> </ul>
Identificação de cada um dos sistemas de regulação e controlo, por lâmpada, por linha ou geral pertencentes a cada quadro de comando e controlo	
Sistemas de regulação e controlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Sistema.</li> <li>- Capacidade do mesmo.</li> </ul>
Identificação de todas as protecções, tanto de entrada como de saída de linha pertencentes a cada quadro de comando e controlo	
Protecções	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características.</li> <li>- Tipologia.</li> </ul>
Realização de uma valorização geral da situação e do estado dos componentes em cada instalação	
Valorização geral	



## 2) Análise funcional das instalações

Será realizada uma análise da tipologia de funcionamento das várias instalações de iluminação

- Tipos de via.
- Níveis de iluminação (iluminância)
- Níveis de iluminação (luminância)
- Fluxo hemisférico superior instalado
- Parâmetro e critérios de qualidade
- Uniformidades x Parâmetros eléctricos
- Cumprimento do REBT-ITC-09

## 3) Análise energética das instalações

Serão analisados os parâmetros de consumo e eficiência energética

- Potência instalada
- Potência reduzida
- Elementos de medida
- Elementos de redução de potência
- Sistemas de manobra e protecção.
- Índices de eficiência energética.
- Coeficientes de utilização.
- Rendimento da instalação.

## 4) Manutenção e gestão. Horários de funcionamento

É importante saber as condições de gestão e manutenção das instalações que constituem a iluminação pública do município

- Regime de funcionamento geral.
- Regime de funcionamento reduzido.
- Regime geral de utilização.
- Horário anual de funcionamento.

A fase de auditoria energética contempla a análise da informação obtida, visando a distribuição da despesa energética por rácios relativos à actividade desenvolvida ou o serviço prestado, e avaliando a eficiência dos vários equipamentos e instalações, determinando, assim, as possíveis actuações a realizar para a optimização na despesa energética ou adequação a normativas e regulamentos.

Neste sentido, a análise de eficiência energética versará em grande medida no *design* deste tipo de instalações, baseando-se em aspectos relativos à definição de espaços iluminados, implementação de sistemas de regulação e controlo, optimização de potências instaladas, limitação do

resplendor luminoso e da luz intrusa, para valorizar a qualidade das instalações nestes aspectos.

Também serão analisadas as possíveis pautas, procedimentos ou sistemas adoptados no município para o uso racional da energia nas instalações de iluminação, como programas de gestão, de contabilidade energética, etc.

A apresentação dos resultados seguirá o guião estabelecido neste documento e deverá manifestar os dados obtidos do questionário sobre as características, as medições realizadas nos equipamentos, instalações e espaços iluminados, os rácios ou consumos específicos obtidos, assim como a avaliação do grau de eficiência dos sistemas ou subsistemas que afectam de forma própria o consumo global das instalações. Será incluída uma avaliação técnica do funcionamento de cada instalação, com observações relativas às medidas de correcção a adoptar para uma correcta exploração. O Auditor proporá as reparações necessárias para alcançar a máxima poupança energética na exploração das instalações e o cumprimento dos parâmetros de qualidade em função da análise de todos os dados obtidos do estudo da instalação.

As possíveis melhorias serão valorizadas em termos energéticos e económicos. O documento final incluirá o cenário da situação actual de iluminação no município através de um quadro-resumo que deverá expor o número de pontos de luz, a potência instalada, as horas de funcionamento anuais, o consumo e os custos anuais de energia. O quadro-resumo deverá ainda ser preenchido para o cenário futuro, incluindo as reparações propostas e as consequências energéticas e económicas de ditas reparações.

A avaliação económica incluirá o alcance das medidas e dos períodos de amortização propostos por ordem crescente: medidas com período de amortização inferior a um ano, medidas com período de amortização inferior a três anos e medidas com período de amortização superior a três anos.

O relatório final será complementado, nos vários capítulos, com informação descritiva das técnicas ou das novas tecnologias aplicadas, a inserção no mercado para a melhoria da eficiência energética das

instalações e a redução do impacto ambiental: lâmpadas de menor consumo específico, luminárias com limitação de fluxo ao hemisfério superior, sistemas de regulação e controlo, etc.

### **LINKS**

---

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)

Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)

Comité Espanhol de Iluminação: [www.ceisp.com](http://www.ceisp.com)

*International Commission on Illumination*: [www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)

Associação Certificadora de Instalações Eléctricas: [www.certiel.pt](http://www.certiel.pt)

Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)

Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)





## **Bloco 7: Transporte**

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento do transporte no interior e arredores das áreas urbanas gera relevantes efeitos negativos como o congestionamento das vias, emissões e acidentes. A necessidade de um transporte urbano mais sustentável está a aumentar a relevância das actividades de I+D que abordam estas questões. As áreas principais actuais de desenvolvimento tecnológico em relação ao transporte urbano são as fontes alternativas de energia e os sistemas de gestão de transporte.

## 2. PLANOS DE MOBILIDADE

O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS) é um conjunto de actuações que tem como objectivo a implementação de modos de deslocação mais sustentáveis (pedonal, bicicleta, transporte público) dentro de uma cidade ou uma área de influência, isto é, modos de transporte compatíveis com o crescimento económico, a coesão social e a preservação do meio ambiente, garantindo, assim, uma melhor qualidade de vida para os cidadãos. O PMUS oferece ao município uma série de benefícios:

Diminuição de engarrafamentos e dos efeitos derivados: ruído, poluição atmosférica, contribuição para o efeito de estufa e acidentes.

Diminuição do consumo de energias não renováveis, promovendo o consumo de combustíveis renováveis (biocombustíveis), e outras energias mais limpas.

Redução do tempo das viagens.

Melhoria dos serviços de transporte público.

Recuperação do espaço público disponível, pelo facto de se destinar menos receitas ao trânsito e às infra-estruturas.

Melhoria das condições de acessibilidade para todos, incluídas as pessoas de mobilidade reduzida.

Melhoria da saúde dos habitantes graças à redução da poluição e o ruído, à promoção do uso da bicicleta e a delimitação de áreas urbanas de baixa poluição.

Melhoria da qualidade do meio ambiente urbano.

As fases de elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana Sustentabilidade, de modo geral, podem ser resumidas da seguinte forma:

### Fase A: Organização e iniciação do processo

A1 – Promoção da iniciativa

A2 – Estabelecimento do Plano e organização do trabalho

### Fase B: Pré-diagnóstico e Objectivos Gerais

#### Fase C: Análise e Diagnóstico Global

C3 – Pré-diagnóstico

C4 – Esboço de Objectivos Gerais

C5 – Recolha de dados

C6 – Análise e Diagnóstico

#### Fase D: Elaboração do Plano

D7 – Definição de objectivos específicos

D8 – Seleção de medidas

D9 – Definição de indicadores

D10 – Definição de cenários

D11 – Estabelecimento de uma estratégia

D12 – Redacção do plano

D13 – Pesquisa de financiamento

#### Fase E: Implementação do Plano

E14 – Participação pública

E15 – Implementação do Plano de Acção

#### Fase F: Seguimento, avaliação e medidas

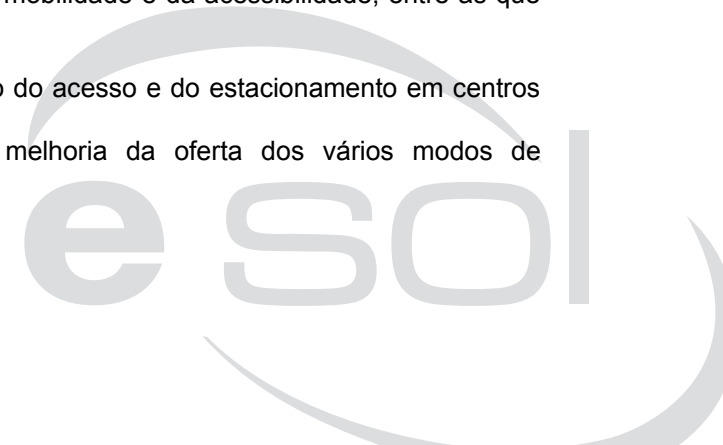
F16 – Seguimento

F17 – Avaliação

F18 – Medidas de correcção

Os planos de mobilidade urbana sustentável serão desenvolvidos através de políticas de regulação da mobilidade e da acessibilidade, entre as que se incluem:

- Regulação e controlo do acesso e do estacionamento em centros urbanos.
- Desenvolvimento e melhoria da oferta dos vários modos de transporte público.



- Desenvolvimento de medidas de integração institucional, tarifária e física dos vários sistemas de transporte público e intermodalidade.
- Potencialização de estacionamentos de dissuasão nas estações ou paragens nos arredores das cidades ou no âmbito metropolitano.
- Ordenamento e exploração da rede rodoviária principal, em relação aos vários modos de transporte.
- Fomento da mobilidade a pé e em bicicleta, através da construção e/ou reserva de espaços e a supressão de barreiras arquitectónicas, para o peão e o ciclista, num ambiente adequado, seguro e agradável para os utilizadores.
- Gestão da mobilidade em aspectos relativos a grandes centros de atracção.
- Regulação da carga, descarga e distribuição de mercadorias na cidade.

Os planos de mobilidade urbana têm que ser implementados pela Administração Local, e deveriam contar com o apoio da Administração Regional e da Administração Geral do Estado. Cada município tem que desenvolver as medidas que melhor se adaptem às circunstâncias e características. As medidas a aplicar para abordar a resolução dos problemas de mobilidade em ambiente urbano é um dos pontos fundamentais do processo. Há que ter em conta que através da combinação de medidas são definidas as estratégias, e que uma adequada combinação das medidas pode potencializar consideravelmente os efeitos derivados da implementação. Assim, é importante definir a adequada combinação de medidas que permita desenvolver uma estratégia óptima, tanto pela efectividade, como pela redução de custos e a aceitação social.

As possíveis medidas de implementação que estabelece o Instituto para a Diversidade e Poupança de Energia (IDAE) espanhol no documento “*Guia práctico para a elaboração e implementação de planos de mobilidade urbana sustentável*”, podem ser classificadas segundo as seguintes áreas de intervenção:

### **A) Medidas de controlo e ordenamento de trânsito**

- *Trânsito temperado, zona 30: trânsito temperado* é uma medida para reduzir a intensidade e velocidade dos veículos que circulam numa determinada zona para oferecer áreas pedonais seguras e confortáveis do espaço público. *Zona 30* é o conjunto de ruas nas quais se estabelece um *trânsito temperado*, isto é, é imposta a limitação de velocidade a 30 km/h, frequentemente reforçada através de sinalizações na faixa de rodagem (bermas baixas e passagens estreitas).
- *Regulamentação de intersecções com prioridade para autocarros e eléctricos*: Uma forma de potencializar o uso do transporte público é melhorar as prestações. Com esta medida reduz-se o tempo de viagem em transporte público, convertendo-se, assim, num modo mais competitivo face ao veículo privado. Dentro deste ponto é especialmente interessante a prioridade semaforica para autocarros e eléctricos em intersecções, que consiste num sistema de detecção de proximidade de autocarros, de forma que os semáforos se abrem para que os autocarros passem para minimizar o tempo de viagem.
- *Circunvalações*: Na hora de abordar os problemas de congestionamento nas vias urbanas deve-se priorizar as actuações para realizar uma utilização mais eficiente das infra-estruturas existentes (promovendo o uso dos meios de transporte não motorizados, o transporte público e os veículos de alta ocupação), face às actuações baseadas no aumento da capacidade e a construção de novas vias. Para tal, será preciso fazer uma análise rigorosa das necessidades do sistema, desenvolvendo-se um estudo integral do conjunto da rede rodoviária que permita conhecer de forma real quais as necessidades e promovendo, além disso, o desenvolvimento de uma intermodalidade. Tudo o que foi dito anteriormente supõe a necessidade de estudar o desenho das circunvalações em colaboração com as várias Administrações para que não se favoreça a dispersão urbana, o que provocaria novos problemas ambientais e de mobilidade.



### **B) Medidas de gestão e limitação do estacionamento para o veículo privado:**

Este tipo de medidas visa a regulamentação do estacionamento rodoviário, como o caso da zona azul ou dos estacionamentos reservados para residentes, ou também para a regulamentação de estacionamentos públicos externos à rede rodoviária (afectando o número de lugares e o regime de tarifas). Este tipo de medidas será competência da própria Câmara Municipal. Também será competência da Câmara Municipal a intervenção sobre a dotação de lugares de estacionamento em edifícios e parcelas exigidas em ordenamento. Contudo, outro tipo de medidas pode estar associado a outros actores, como por exemplo a limitação de estacionamentos em zonas empresariais ou em centros comerciais e de lazer.

### **C) Medidas de potencialização do transporte colectivo**

- *Interfaces:* são nós do sistema de transporte público com uma grande acessibilidade, o que os converte em pontos estratégicos da rede de transportes. Estes pólos podem converter-se em centros de actividade comercial e social, pelo que o seu interesse vai mais além dos aspectos estritamente relacionados com o transporte.
- *Corredores de circulação para autocarros, plataformas reservadas e vias reservadas para veículos especiais:* as faixas de rodagem reservadas para autocarros e veículos especiais têm um duplo efeito positivo. Por um lado, melhora consideravelmente os tempos de viagem do transporte público, tornando-o mais competitivo, mas, além disso, tem um determinado efeito psicológico nos utilizadores porque ao testemunharem a fluidez do sistema de transporte público em casos de engarrafamentos estão mais disposto a utilizar os transportes públicos.
- *Sistemas de transporte público:* Qualquer melhoria do sistema que se traduza na ampliação da rede, melhoria de frequências, renovação de frotas e, em, particular uma boa comunicação entre metros, eléctricos e autocarros, é uma forma clara e directa de fomentar o uso, embora exija grandes investimentos (sobretudo nos transportes ferroviários).

- *Sistemas tarifários integrados:* Um sistema tarifário integrado supõe a unificação de títulos de viagem e tarifas em transporte público sem distinção de empresas numa determinada área, geralmente uma área metropolitana de transportes. Isso implica uma coordenação dos serviços para facilitar os transbordos entre as várias empresas, geralmente levada a cabo por um Consórcio de Transportes com competências na área de integração de tarifas.
- *Aplicação de novas tecnologias:* A introdução das novas tecnologias para a melhoria do serviço também deve ter em conta, muito em particular, os sistemas de informação do serviço em tempo real ou os títulos de transporte de leitura sem contacto.

### **D) Medidas de recuperação da qualidade urbana e cidadã**

- *Melhoria da rede de itinerários pedonais principais:* Os itinerários pedonais principais estão constituídos por passeios, praças e áreas totalmente pedonais, áreas com vários sistemas de coexistência peão-veículo e avenidas ou plataformas centrais de passeios de uma determinada largura. Esta medida consiste em corrigir os principais problemas que costumam afectar estes itinerários, como a falta de comunicação entre várias áreas, troços inconfortáveis, acessibilidade deficiente ou falta de segurança.
- *Rede de itinerários ciclistas:* Estritamente, a circulação de bicicletas não precisa de infra-estruturas específicas, visto que pode ser desenvolvida na faixa de rodagem juntamente com o trânsito rodoviário. Contudo, o aumento crescente de trânsito automobilístico dificulta, hoje em dia, a integração do ciclista na faixa de rodagem pelo elevado risco que isso acarreta. Por isso, com o objectivo de promover o uso da bicicleta de forma mais segura, é possível promover a criação de uma rede adequadamente articulada de vias exclusivas para as bicicletas.
- *Aluguer ou empréstimo de bicicletas:* o município pode dispor de uma frota de bicicletas para fomentar o uso entre os cidadãos, quer seja através do empréstimo ou aluguer.

### **E) Medidas específicas de gestão da mobilidade**

- *Transporte sob pedido*: o transporte sob pedido consiste num sistema de autocarros ou microautocarros, planificado de forma que o serviço seja prestado ao utilizador quando este interagir com o operador comunicando-lhe as necessidades de transporte, tudo isso através de métodos telefónicos ou telemáticos. Isto é, o serviço não se estabelece a não ser que haja um pedido prévio do mesmo. Este sistema está pensado como uma solução para cobrir o pedido em zonas, faixas horárias ou tipos de exploração nos quais o serviço de transporte público não é economicamente rentável e que, assim, não se justifica a criação de um serviço de autocarros convencional.
- *Promoção da viagem partilhada em carro e viagem em carro multiutilizador*. A viagem partilhada em carro (também conhecida como carro partilhado ou *carpooling*) consiste em coordenar e incentivar os empregados que residem perto para que se ponham de acordo e se dirijam juntos para o trabalho num único carro, de um dos trabalhadores. Com isso consegue-se reduzir o número de veículos a circular e estacionados, e reduzir o custo global de transporte porque as despesas são divididas entre vários. Em muitos países estão a ser criadas entidades que publicitam a viagem em carro multiutilizador (também conhecido como *carsharing*), que é um sistema que oferece a possibilidade de utilizar um veículo quando se precisa sem a necessidade de ser o proprietário.
- *Portagem urbana*: a portagem urbana é o pagamento que se efectua para entrar no centro da cidade em veículo privado. Esta medida pode ser imposta por uma necessidade de preservar o meio ambiente urbano, ou pela necessidade de reduzir o congestionamento no centro da cidade.

### **F) Medidas para melhorar a mobilidade a pessoas de mobilidade reduzida**

- *Acessibilidade para a mobilidade rodoviária*: Esta medida contempla actuações para adequar os passeios e as passagens de peões ao trânsito de pessoas de mobilidade reduzida. Isso

implica actuações no sentido de diminuir a altura dos passeios nas passagens de peões ou preservar uma largura mínima dos passeios e passagens de peões.

- *Adequação de paragens e veículos de transporte público*: Com esta medida pretende-se dispor de uma frota e de infra-estruturas de transporte público que se adequem às necessidades das pessoas de mobilidade reduzida.

### **G) Medidas para a melhoria da mobilidade de mercadorias**

- *Controlo da circulação de veículos pesados*: a restrição de circulação de pesados consiste em impedir a circulação de pesados (a partir de um determinado peso ou tamanho) dentro da área urbana, estabelecendo um limite a partir do qual não podem circular e, assim, a partir do qual a carga tem de ser fraccionada em veículos de menor dimensão para ser distribuída em cidade.
- *Limitação de horários*: Outra medida interessante a ter em conta para o controlo da carga e descarga em cidades é a limitação dos horários em que se pode realizar. Grande parte das operações de carga e descarga coincidem com a hora de ponta da manhã, piorando sensivelmente as condições de trânsito e obstaculizando frequentemente a circulação de autocarros, precisamente na faixa horária em que há mais carros a circular.
- *Centros de transporte*: Os centros de transporte são os pontos dentro da cadeia logística estabelecidos na periferia da cidade onde a carga dos veículos pesados é fraccionada para ser distribuída no interior da cidade. Com esta medida evita-se que os veículos de mercadorias de grande dimensão entrem na cidade, sublinhando o impacto que isso supõe para o meio ambiente urbano.

### **H) Medidas para a integração da mobilidade nas políticas urbanísticas**

- *Pedonalização*: é uma medida muito aplicada nos centros históricos das cidades para os preservar da deterioração causada pelo trânsito rodoviário. Esta medida é ampliável a outras zonas com o fim de as recuperar para o peão e para a actividade comercial e de lazer.

- *Modelos urbanos orientados para o transporte público no ordenamento urbanístico:* Os objectivos desta medida são reservar, desde as primeiras fases da planificação, um espaço para o transporte público e promover densidades que lhe permitam ser competitivo com o veículo privado. Dentro deste tipo de medidas entraria também a possibilidade de as juntas de compensação financiarem total ou parcialmente as infra-estruturas necessárias para a nova rede de transporte público, da mesma forma que financiam a distribuição, e podem ser realizadas com os restantes serviços urbanos.
- *Design de cidades e bairros amigáveis orientados para uma mobilidade sustentável:* trata-se de desenhar a cidade para os modos amigáveis, sobretudo para o peão e o ciclista, implantando medidas já comentadas, como *trânsito temperado*, *zonas 30*, áreas pedonais ou vias para ciclistas.

#### **I) Medidas para melhorar a qualidade ambiental e poupança energética**

- *Transporte público e frotas municipais (eléctricos, gás natural, biodiesel, etc.):* A adopção deste tipo de tecnologias por parte das frotas municipais e de transporte público é uma medida interessante desde vários pontos de vista: primeiro, porque é uma fracção do parque móvel que polui menos, mas, além disso, permite que as novas tecnologias entrem no mercado e evoluem ao mesmo tempo, o que permite dar o exemplo e consciencializar a cidadania.
- *Distribuição de mercadorias:* A frota de distribuição de mercadorias em ambiente urbano também é considerável e seria positivo, desde um ponto de vista energético e ambiental, fomentar frotas que incorporem as novas tecnologias amigas do meio ambiente.
- *Nova fiscalidade sobre os automóveis ou os carburantes:* Através de incentivos fiscais é possível promover determinados tipos de veículos ou de carburantes. Com isso, pretende-se promover as formas de propulsão alternativas que proporcionam os novos avanços tecnológicos, desde o carro híbrido aos biocombustíveis. Também se podem aplicar incentivos fiscais orientados para a renovação do parque móvel.

- *Vias para bicicletas e itinerários pedonais:* É preciso ter em conta que os modos amigáveis não consomem energia pelo facto de não serem motorizados. Desde este ponto de vista é interessante fomentar este tipo de deslocações. Com a criação de zonas exclusivas para este tipo de transporte, o peão e o ciclista ganham um espaço próprio, bem definido, onde os veículos passam para um plano secundário.

#### **J) Medidas para a melhoria do transporte para as grandes áreas e centros de atracção de viagens**

Trata-se de medidas dirigidas para as áreas de concentração industrial, empresarial ou de serviços e para grandes centros de actividade que, pelas características e volume, geram um número apreciável de deslocações, tanto de trabalhadores como de utilizadores-clientes (hospitais, centros de lazer, centros comerciais, universidades, etc.).

- *Políticas de localização de centros de atracção:* Os grandes centros de atracção de viagens deverão estar localizados em áreas com uma boa acessibilidade ao transporte público de modo que exista uma alternativa eficaz ao transporte privado motorizado.
- *Autocarros de empresa:* Através de um serviço de linhas entre um nó ou interface de transporte público e o centro de atracção ou uma rota de autocarro de empresa.
- *Linhas específicas de transporte público:* Frequentemente as linhas de transporte público costumam visar a mobilidade em geral, orientar-se para a população residente e proporcionar acessibilidade aos núcleos urbanos. Porém, o desenvolvimento de grandes centros de atracção de viagens concentrados nas periferias das cidades está a gerar novas procuras. Com a implementação de linhas específicas de transporte público nestas áreas de atracção de viagens (especialmente viagens por motivo de trabalho) e que estejam comunicadas com um nó de transporte com boa acessibilidade, é possível proporcionar uma cobertura e acessibilidade adequadas à procura.
- *Horários alternativos:* Através de horários flexíveis ou horários comprimidos

- *Bónus de transporte em empresas:* Esta medida compreende ajudas económicas para sufragar o custo dos títulos de transporte. A maior parte das empresas que oferecem este tipo de ajudas sufragam entre 50 e 100% do custo mensal e, além disso, o preço dos títulos costuma ser mais reduzido se for a empresa a adquiri-los.

### 3. FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Hoje em dia existe um grande número de opções, até mesmo já comerciais, para o transporte de combustíveis derivados do petróleo. Não obstante, é impossível prever que tecnologias emergirão como as mais predominantes. Ao dia de hoje, as principais tecnologias são:

- A) *Hidrogénio e pilhas de combustível:* Com o tempo, o hidrogénio conjuntamente com as pilhas de combustível, fundamentalmente tipo PEM, parece ser a tecnologia mais prometedora com aplicação no transporte. Porém, actualmente, esta tecnologia ainda deve superar uma série de barreiras, como, por exemplo, o rendimento e durabilidade das pilhas, ou as fontes de obtenção do hidrogénio. Actualmente, a única forma de obtenção de hidrogénio à escala industrial e competitiva economicamente é a partir de reformação de gás natural. A meio prazo pode servir de alternativa para que esta tecnologia entre no mercado, mas o pilar fundamental para o desenvolvimento destes sistemas é que a produção de hidrogénio não dependa de fontes fósseis. A obtenção de hidrogénio à partir de fontes renováveis através da electrólise da água será a opção mais limpa para obter combustível para o transporte, sendo, além disso, um sistema adaptável às fontes renováveis predominantes em cada país ou região.
- B) *Híbridos:* actualmente a tecnologia híbrida está disponível no mercado e é muito provável que durante os próximos 20 ou 30 anos faça parte dos sistemas de propulsão desenvolvidos por vários fabricantes, visto que são uma opção para poupar energia e evitar emissões. A opção actual em sistemas híbridos é a combinação de dispositivos eléctricos com motores de combustão interna, mas uma das possibilidades abertas para o futuro é a combinação de propulsores de pilha de combustível com baterias

e motores eléctricos. Esta última pode ser uma das vias de introdução das pilhas de combustível nos sistemas de transporte.

- C) *Veículos Eléctricos:* A comercialização de veículos eléctricos puros (Veículos Eléctricos de Baterias) depende fundamentalmente do desenvolvimento de baterias apropriadas. Apesar de décadas de actividades de investigação e desenvolvimento, as descobertas tecnológicas decisivas quanto a baterias ainda não ocorreram. Contudo, tudo indica que os novos avanços nas tecnologias de baterias em sistemas de tracção em transporte implicariam mudanças radicais tanto para o transporte como para o sector da energia.
- D) *Biocombustíveis:* Os biocarburantes são combustíveis produzidos a partir de biomassa, pelo que são uma fonte de energia renovável. Têm grandes vantagens, visto que contribuem para diminuir a dependência energética e reduzem as emissões de gases de efeito estufa. Os biocarburantes de primeira geração principais são o biodiesel (alternativa ao gasóleo) e o bioetanol (aditivo ou substituto da gasolina). Os conhecidos por biocombustíveis de segunda geração são obtidos maioritariamente por síntese.

Biocombustíveis de primeira geração (convencionais)			
Tipo de biocombustível	Nome específico	Origem	Processo de produção
Bioetanol	Bioetanol convencional	Beterraba açucareira, cereais	Fermentação e hidrólise
Óleo vegetal	Óleo vegetal puro	Cultivos oleaginosos	Prensagem/extracção
Biodiesel	Biodiesel de cultivos energ. RME FAME/FAEE	Cultivos oleaginosos	Prensagem /extracção e transesterificação
Biodiesel	Biodiesel de resíduos FAME/FAEE	Óleo de resíduos	Transesterificação
Biogás	Biogás melhorado	Biomassa húmida	Digestão

Bio-ETBE		Bioetanol	Síntese Química
Biocombustíveis de segunda geração			
Tipo de biocombustível	Nome específico	Origem	Processo de produção
Bioetanol	Bioetanol celulósico	Material lignocelulósico	Hidrólise avançada e fermentação
Biocombustíveis sintéticos	BTL Biodiesel sintético Biometanol Biodimetileter (Bio-DME)	Material lignocelulósico	Gasificação e síntese
Biodiesel (híbrido entre 1ª e 2ª geração)	NExBTL	Óleos vegetais e gordura animal	Hidrogenação
Biogás	Gás Natural Sintético (SNG)	Material lignocelulósico	Gasificação e síntese
Biohidrogénio		Material lignocelulósico	Gasificação e síntese ou processo biológico

E) *Gás Natural e G.P.L.*: O gás de petróleo liquefeito (G.P.L.) é uma mistura de propano e butano extraído dos processos de refinação e as jazidas de gás natural. O rendimento e a potência dos veículos de G.P.L. são similares às equivalentes de gasolina, e na hora de conduzir apreciam-se poucas diferenças entre ambos. Apresentam vantagens ambientais ao emitir menos poluentes e partículas que os carburantes convencionais, e emissões de CO<sub>2</sub> inferiores às de gasolina e similares às do gasóleo. Os veículos de gás natural são considerados bastante limpos no que diz respeito às emissões atmosféricas que afectam a saúde humana: CO, NO<sub>x</sub>, HC e partículas. Em relação ao CO<sub>2</sub>, as emissões destes veículos são 20% inferiores às dos veículos de gasolina e entre 5-10% inferiores às dos análogos diesel, embora esta vantagem seja inválida em ambiente urbano, onde as emissões são da mesma ordem.

Todas as tecnologias anteriormente mencionadas têm opções de futuro, mas também pontos claramente fracos. Actualmente, nenhuma faz face às dificuldades em termos de fornecimento completo e da procura global futura de combustível. Parece óbvio que são necessários novos

desenvolvimentos para abordar os três desafios centrais neste campo: as alterações climáticas, a segurança energética e os desafios competitivos.

#### 4. CONSELHOS DE UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS

##### USO CORRECTO DO AUTOMÓVEL

Planificar a rota e escolher o caminho menos congestionado.

Evitar a sobrecarga do veículo ocasionada pelo excesso de peso e de objectos, visto que por cada 100 kg de peso adicional o consumo aumenta 5%. Só o uso do toldo aumenta o consumo de carburante entre 2 e 35%, e é por esta razão que é aconselhável retirá-lo se não for necessário.

O uso de ar condicionado incrementa até 20% o consumo de carburante. É recomendável utilizá-lo com moderação. Para uma sensação de bem-estar no carro, aconselha-se manter a temperatura interior em torno a 23-24°C.

Não conduzir com as janelas totalmente abertas porque incrementa o consumo em 5%. Em vez disso pode-se utilizar a ventilação forçada do carro.

Consumir gasolina com a octanagem estabelecida pelo fabricante do veículo.

Rever o consumo de carburante periodicamente. Se os dados variarem, o veículo pode ter alguma avaria.

Não utilizar o carro para trajectos muito curtos. Em pequenos percursos urbanos, um veículo pode chegar a consumir mais do dobro do que em estrada.

##### MANUTENÇÃO REGULAR

Manter a pressão correcta dos pneus. Uma pressão de 0,3 bares por debaixo da pressão estabelecida pelo fabricante incide num excesso de consumo de aproximadamente 3%.

Preservar o correcto alinhamento dos pneus. Não só se poupa carburante, como também se evita o desgaste prematuro do piso dos pneus.

Mudar filtros, óleo e velas no momento indicado. A escolha incorrecta do tipo de óleo pode aumentar o consumo até 3%.

O motor deve estar bem regulado. Um motor regulado incorrectamente pode incrementar o consumo em 9%.

## ESTILO DE CONDUÇÃO

### Arranque e funcionamento:

- Arrancar o motor sem pisar o acelerador.
- Nos motores de gasolina, iniciar a marcha assim que o motor estiver ligado.
- Nos motores a diesel, esperar alguns segundos antes de iniciar a marcha.

### Primeira velocidade

- Usar só para o início da marcha; meter a 2ª aos 2 segundos ou 6 metros aproximadamente.

### Aceleração e mudar de velocidade:

#### Segundo as revoluções:

- Nos motores de gasolina: entre as 2.000 e 2.500 rpm
- Nos motores a diesel: entre as 1.500 e 2.000 rpm

#### Segundo a velocidade:

- a 2ª velocidade: aos 2 segundos ou 6m
- a 3ª velocidade: a partir de 30km/h
- a 4ª velocidade: a partir de 40km/h
- a 5ª velocidade: acima de 50km/h

### Acelere depois de mudar a velocidade.

### Mudar de velocidade

- Circular o mais possível na mudança mais alta e num regime tanto quanto possível baixo.
- É preferível circular na mudança mais alta com o acelerador pisado em maior medida do que em mudanças mais baixas com o acelerador pouco pisado.
- Em cidade, sempre que for possível, utilizar a 4ª e 5ª velocidades.
- O carro consome menos nas mudanças altas e em regimes baixos. Por exemplo, um carro de pequena cilindrada (1,2 litros), que circule a uma velocidade de 60 km/h, na 3ª velocidade, consome 7,1 litros de gasolina, na 4ª, 6,3 litros (11% menos), e na 5ª, só 6 litros (15% menos).

## ESTILO DE CONDUÇÃO

### Velocidade de circulação:

- Manter uma velocidade o mais uniforme possível; procurar fluidez na circulação, evitando as travagens bruscas, acelerações e mudanças de velocidades desnecessárias.
- Moderação: o consumo de carburante aumenta em função da velocidade elevada ao quadrado. Um aumento de velocidade de 20% (passar por exemplo de 100 a 120km/h) significa um aumento de 44% no consumo (de 8l/100km a 11,5l/100km).

### Desaceleração:

- Levantar o pé do acelerador e deixar rodar o veículo com a velocidade metida nesse instante.
- Travar de forma suave com o pé no travão.
- Reduzir a velocidade o mais tarde possível, com especial atenção nas descidas.

### Detenção:

- Sempre que a velocidade e o espaço o permitirem, deter o carro sem reduzir previamente de velocidade.

### Paragens:

- Em paragens prolongadas (acima de 60 segundos), é recomendável desligar o motor.

### Antecipação e previsão:

- Conduzir sempre com uma adequada distância de segurança e um amplo campo de visão que permita ver 2 ou 3 veículos à frente.
- No momento em que se detectar um obstáculo ou uma redução da velocidade de circulação na via, levantar o pé do acelerador para antecipar as seguintes manobras.

### Segurança:

- Na maioria das situações, aplicar as regras da condução eficiente contribui para o aumento da segurança rodoviária.
- Porém, para manter a segurança é óbvio que há circunstâncias que exigem outro tipo de acções.

Anualmente é apresentada uma lista com os veículos com menores valores de consumo oficial de combustível. Em Portugal, estas listas são

elaboradas pelo *Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT)* e em Espanha pelo *Instituto para a Diversidade e Poupança de Energia (IDAE)*. A seguir, são expostos os 10 veículos com menores consumos para gasolina e para gasóleo em 2010.

		MARCA/MODELO	Consumo misto l/100 km	Emissões gCO <sub>2</sub> /km
Gasolina PT	1	SMART FORTWO CDI	3,3	90
	2	FORDFIESTA 1.6 TDCi	3,7	98
	3	VOLKSWAGEN POLO 1.6 TDI	3,7	96
	4	SEAT IBIZA 1.4 TDI	3,7	98
	5	VOLKSWAGEN POLO 1.4 TDI	3,8	99
	6	VOLVO C30 16D VOLVO C30 1.6D	3,8	99
	7	SEAT LEON 1.6 TDI	3,8	99
	8	VOLKSWAGEN GOLF 1.6 TDI	3,8	99
	9	PEUGEOT 207 1.6 HDi	3,8	99
	10	CITROËN C3 1.6 HDi	3,8	99
Gasóleo PT	1	TOYOTA PRIUS 1.8 HSD	3,9	89
	2	TOYOTA iQ 1.0 VVT-i	4,3	99
	3	PEUGEOT 107 1.0i	4,3	106
	4	SMART FORTWO	4,4	103
	5	HONDA INSIGHT	4,4	101
	6	SUZUKI ALTO 10 L	4,4	103
	7	NISSAN Pixo 1.0	4,4	103
	8	CITROËN C1 1.0	4,5	106
	9	TOYOTA AYGO 1.0 VVT-i	4,5	106
	10	HONDA CIVIC HYBRID CVT	4,6	105
Gasolina ES	1	Toyota Prius Eco e jantes 15"	3,9	89
	2	Smart 52 coupé 52 coupé micro híbrido	4,3	103
	3	Honda INSIGHT 1.3 i-VTEC IMA ELEGANCE CVT	4,4	101
	4	Citroën C1 1.0i 12v Airdream	4,5	106
	5	Honda CIVIC 4P. 1.3 i-DSI HYBRID	4,6	109
	6	Peugeot 107 5P URBAN 1.0 68 2-TRONIC	4,6	109

	7	Citroën C2 1.0i 12v SensoDrive Airdream	4,6	107
	8	Toyota Aygo 1.0 MMT 3/5 p	4,6	109
	9	Toyota Yaris YARIS 1.0 5 PORTAS LIVE	5	118
	10	Toyota Yaris YARIS 1.0 5 PORTAS ACTIVE	5	118
Gasóleo ES	1	Smart CDI Pure Cabrio CDI 45 CV	3,3	88
	2	Volkswagen POLO BLUE M. 1.4 TDI MAN. 5V	3,8	99
	3	Seat IBIZA ECOMOTIVE 1.4 TDI MAN. 5V	3,8	99
	4	Volkswagen GOLF (V) BLUE M. 1.6 TDI MAN. 5V	3,8	99
	5	MINI Cooper D (R56)	3,9	104
	6	Skoda FABIA GREEN L. SW 1.4 TDI MAN. 5V	4,1	109
	7	Audi A3 1.9 TDIe MAN 5V	4,1	109
	8	Peugeot 107 3P URBAN 1.4 HDI 54	4,1	109
	9	Citroën C1 HDi 55	4,1	109
	10	Toyota Aygo 1.4 3/5 p	4,1	109

### LINKS

Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres: [www.imtt.pt](http://www.imtt.pt)  
 Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)  
 Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)  
 Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)  
 Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)  
 Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)  
 Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)

## **Bloco 8: Instalações Singulares**



## 1. SEMÁFOROS

Para a sinalização vertical em cidades, existem duas tecnologias de semáforos aplicáveis:

### Sistema luminoso tradicional baseado em lâmpadas incandescentes formado por:

- Lâmpadas de filamento (incandescentes ou halogéneas).
- Reflector parabólico.
- Difusor de vidro ou metacrilato.

### Sistema luminoso baseado em óptica LED (*Light Emitting Diode*) formada por:

- Circuito impresso com LEDs soldados e electrónica situada no interior de um sistema envolvente de protecção.
- Protecção em metacrilato transparente.



*Semáforo convencional Semáforo LED*

As características principais dos semáforos com lâmpadas incandescentes e halogéneas são as seguintes:

- Consumo elevado: a potência unitária das lâmpadas vai dos 25 aos 100 W, sendo a mais habitual 70 W.
- Baixa fiabilidade: a vida útil das lâmpadas utilizadas nos semáforos é inferior às 8.000 horas (varia das 2.000 às 8.000 horas dependendo do tipo de lâmpada).

- Baixa segurança operativa: a avaria de uma lâmpada deixa sem iluminação a sinalização correspondente.
- Elevada manutenção: é necessário substituir as lâmpadas no mínimo uma vez ao ano (cada trimestre nas de menor vida útil) e realizar uma limpeza anual interna (reflector e lente) e externa (lente).
- Existência do efeito fantasma: reflexo da luz solar nos reflectores das lâmpadas apagadas que provoca a sensação de estar acesas.
- Baixo contraste com luz solar: baixa visão a elevadas distâncias.
- Sinalização luminosa não uniforme.
- Sensíveis às vibrações e ao vandalismo: as vibrações provocadas pelo vento e pelo trânsito costumam provocar avarias nas lâmpadas. Além disso, os equipamentos apresentam baixa resistência ao vandalismo (fáceis de partir).

As características principais dos semáforos com LED que utilizam lâmpadas incandescentes são as seguintes:

- Consumo muito inferior: os semáforos com LED têm um consumo entre 5 e 15% em relação aos semáforos com lâmpadas incandescentes ou halogéneas: poupanças energéticas de 85 a 95%.
- Maior fiabilidade: a vida útil das lâmpadas utilizadas nos semáforos actuais é inferior às 8.000 horas face às 100.000 horas de vida dos LED (o número de avarias é inferior a 3% depois de 100.000 horas de funcionamento).
- Maior segurança operativa: a avaria de um LED representa uma perda da luz total muito pequena (inferiores a 5%).
- Mínima manutenção: redução de custos de manutenção devido à maior vida de funcionamento do dispositivo óptico e à não existência de reflector. Basta uma limpeza anual externa da lente. Substituição do cartão de LED depois de mais de 10 anos.
- Simples mudança: as unidades ópticas podem substituir directamente as que utilizam lâmpadas incandescentes.
- Desaparecimento do efeito fantasma causado pela luz solar: os semáforos de LED não precisam de nenhum elemento reflector no

interior para emitir a luz (o elemento reflector causa o efeito fantasma nos semáforos de lâmpadas quando lhes dá a luz solar).

- Condição neutra quando estiver apagado: lente incolor, o que evita confusões.
- Unidade óptica à prova de luz solar: os raios ultravioleta não afectam a coloração dos discos ópticos.
- Alto contraste com luz solar. Melhor visão a elevadas distâncias.
- Sinalização luminosa uniforme.
- Maior segurança rodoviária: os semáforos de LED oferecem maior brilho e luminosidade. Maior resistência às vibrações provocadas pelo vento e pelo trânsito.
- Maior resistência ao impacto: redução dos efeitos do vandalismo.

A seguir são referidos os investimentos correspondentes nos semáforos com tecnologia LED e a recuperação dos investimentos adicionais quanto aos semáforos com lâmpadas incandescentes. Os semáforos de tecnologia LED exigem mais investimentos do que os semáforos com lâmpadas incandescentes (ou halogéneas), mas em consequência do menor consumo de energia, da baixa manutenção e da longa vida útil, o excesso de investimento pode ser recuperado em, aproximadamente, 5 anos.

### SEMÁFOROS COM ÓPTICA LED

#### VANTAGENS:

- Baixo consumo: 4 – 15 W/óptica.
- Elevada fiabilidade: vida útil de 100.000 horas (cerca de 20 anos de funcionamento normal).
- Baixa manutenção: vida muito elevada e inexistência de reflector (basta uma limpeza exterior anual).
- Eliminação do efeito fantasma criado pela luz solar: semáforos sem reflector e com lentes incolores.
- Alto contraste e sinalização uniforme.
- Melhoria da segurança rodoviária: elevado brilho, luminosidade e resistência às vibrações provocadas pelo vento e pelo trânsito.

#### INCONVENIENTES:

- Elevado custo.

### SEMÁFOROS COM ÓPTICA LED

#### SOBRECUSTOS:

É possível estimar os custos e o período de retorno do excesso de investimento quanto a um semáforo com lâmpadas incandescentes ou halogéneas (mão-de-obra e impostos incluídos): Semáforo de veículos com um funcionamento de 48,33% em vermelho, 3,33% em âmbar e 48,33% em verde. Semáforo de peões com um funcionamento a 50% verde – vermelho).

Equipamento	Investimento adicional	Retorno
Óptica LED verde 200 mm	210 euros	7 anos
Óptica LED âmbar 200 mm	80 euros	> 10 anos
Óptica LED vermelho 200 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED verde 100 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED âmbar 100 mm	70 euros	> 10 anos
Óptica LED vermelho 100 mm	70 euros	3 anos
Óptica LED verde peões	160 euros	8 anos
Óptica LED vermelho peões	140 euros	7 anos

## 2. EQUIPAMENTOS BURÓTICOS

A proliferação dos equipamentos buróticos (computadores, impressoras, fotocopiadoras) fez com que se preste atenção ao consumo energético deste tipo de equipamento. Esta é uma área relevante quanto ao consumo de energia na Administração. Calcula-se que, nalguns edifícios dedicados a escritórios, o equipamento burótico pode consumir até 20% da electricidade. Do equipamento burótico, os computadores portáteis, pelo número, são os principais responsáveis pelo consumo de energia. O projecto Efforts (*Energy Efficient Improvement in the Use of Computer Equipment in the European Public Administrations*) estima que o consumo dos computadores portáteis supõe em torno a 56% do consumo total dos

equipamentos buróticos. A seguir, são apresentadas algumas sugestões de boas práticas no uso de equipamentos buróticos.

### ENCERRAR O COMPUTADOR

O computador consome energia quando está ligado, mas uma vez que os períodos nos quais se abandona temporariamente o posto de trabalho para realizar outra função são curtos e é exagerado encerrar o computador cada poucos minutos, recomenda-se encerrá-lo nos seguintes casos:

- Hora de almoço. Durante os períodos de almoço ou equivalentes.
- Reuniões. Em caso de reuniões ou actividades similares de duração superior a uma hora.
- Fim da jornada laboral.
- Fins-de-semana ou dias de ausência do posto de trabalho.

É útil dispor de equipamentos com sistemas de paragem "bookmark" ou marcador. Estes sistemas permitem, através da sequência de teclas adequada, encerrar o equipamento gravando a posição última na qual se encerrou, o que possibilita que, ao reiniciar o equipamento, este o faça na posição de trabalho na qual o tínhamos deixado ao encerrar.

Se o computador ou monitor tiver o logótipo "Energy Star" significa que cumpre com a normativa "Energy Star" da Agência Americana de Protecção do Meio Ambiente (EPA, Environmental Protection Agency), isto significa que o computador ou monitor é capaz de passar para um estado de baixa energia transcorrido um tempo determinado, que costuma estar definido em 30 minutos. Neste estado, o consumo de cada elemento deve ser inferior a 30 W. A configuração correcta do sistema "Energy Star" do computador permite diminuir o consumo durante os períodos de inactividade.

### PROTECÇÃO DE ECRÃ

A única protecção de ecrã que poupa um pouco de energia é o que deixa o ecrã em preto. Recomenda-se configurar a protecção de ecrã em modo "Black Screen", isto proporciona uma poupança de 7,5 kWh/ano face a qualquer outro protector de ecrã com animação.

Aconselha-se um tempo de 10 minutos para que este modo de protector de ecrã entre em funcionamento.

### IMPRESSORAS

Se dispor de uma impressora local (em que só você tem acesso) deve ser desligada sempre que não estiver a ser utilizada. Se a impressora é partilhada deve ser desligada depois da jornada laboral e também durante os fins-de-semana (deve-se verificar que ninguém a utiliza). Se a impressora dispõe de sistemas de poupança de energia (Powersave ou outros) devem ser configurados adequadamente.

### FOTOCOPIADORAS

A fotocopiadora é um elemento de grande consumo, aproximadamente 1 kW de potência, pelo que se dispõe de modo de poupança de energia deve ser configurado adequadamente (consulte a pessoa encarregada pela manutenção). A fotocopiadora deve ser desligada quando o pessoal sair do escritório ou do centro de trabalho, e deve ficar desligada durante a noite e os fins-de-semana.

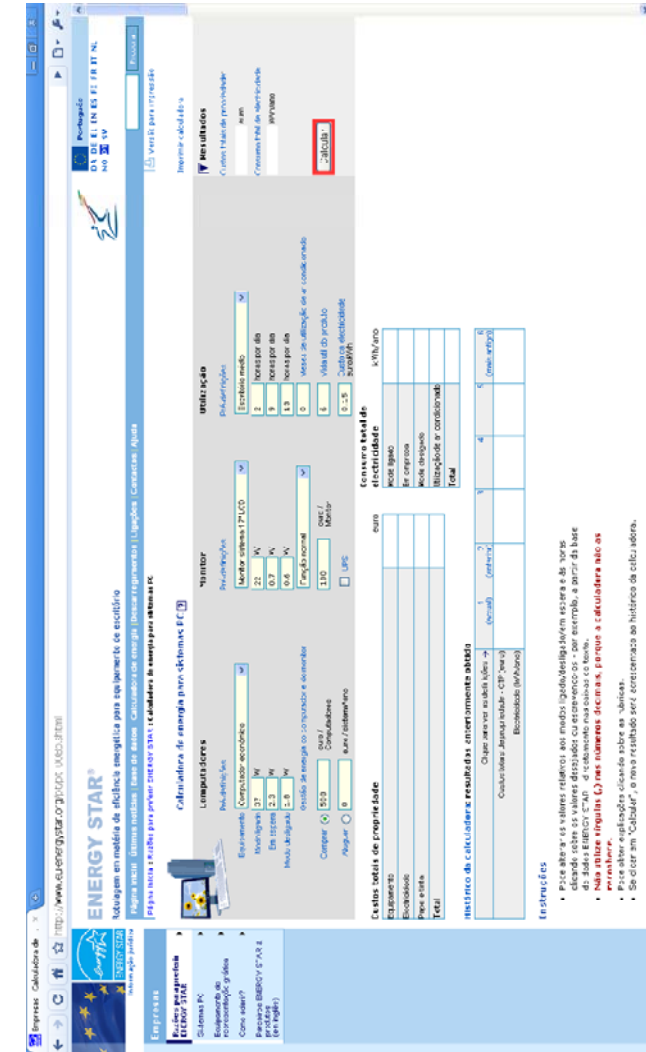
### FAX

Alguns modelos incorporam sistemas de poupança energética tipo "Energy Star" ou idênticos. Desde o ponto de vista energético, os faxes mais economizadores são os que não utilizam processos térmicos para a impressão (por exemplo os de jacto de tinta). É conveniente que o fax possa usar papel normal, é mais barato e exige menos energia no fabrico.



Distintivo do programa ENERGY STAR

O ENERGY STAR é um programa voluntário de rotulagem para a eficiência energética iniciado pela Agência de Protecção do Meio Ambiente norte-americano (EPA) em 1992. A União Europeia, através de um acordo celebrado com o governo dos Estados Unidos, participa no programa ENERGY STAR para os equipamentos burróticos. A rotulagem ENERGY STAR representa os requisitos de eficácia energética que qualquer fabricante deve cumprir para respeitar o meio ambiente. Com a base de dados ENERGY STAR pode-se escolher os modelos de equipamentos burróticos com maior eficiência energética e que melhor se adaptam aos vários critérios de rendimento. No [site www.eu-energystar.org](http://www.eu-energystar.org) está disponível uma calculadora de energia para sistemas.



Calculadora de energia para sistemas PC em português

### 3. ELEVADORES

A maioria dos edifícios públicos dispõe deste serviço. Em edifícios de certa altura costuma haver mais de um e, às vezes, também há montacargas ou elevadores de serviço. Em qualquer caso, os elevadores originam um consumo de energia eléctrica e despesas por avarias e manutenção consideráveis. Um elevador eficiente energeticamente pode consumir entre 50 e 60% menos do que um convencional eléctrico, e entre 60 e 70% menos do que um hidráulico. Estima-se que no futuro, se não se obtém um avanço tecnológico específico do sector, a elevação vertical continuará a pedir um elevado consumo de energia, que neste momento já representa em torno a 3-8% do total de um edifício. Parece evidente que existe uma grande margem de melhoria para a poupança energética dos elevadores, basta analisar alguns dados a nível global.

O parque de elevadores mundial é estimado em cerca de 8,5 milhões de elevadores. Reduzir a despesa energética em 25% (existe maior margem de melhoria, especialmente nos elevadores convencionais que vêm a ser os mais comuns em todo o mundo) significaria uma poupança anual de aproximadamente 5 terawatt-hora. Concretamente, são necessários cerca de 4.000 aerogeradores para gerar dita potência. Este dado deixa constância da importância de enfrentar o novo desafio energético que tem o sector de elevação.

Consideram-se quatro tipos fundamentais de elevadores:

- Elevadores hidráulicos.
- Elevadores eléctricos de duas velocidades.
- Elevadores eléctricos com frequência e tensão variáveis.
- Elevadores eléctricos com frequência e tensão variáveis, sem engrenagens, com motor de ímãs permanentes e fitas planas de alta resistência; isto é, elevadores de última geração com alta eficiência energética.

Este último tipo de elevadores supõe uma importante mudança tecnológica no que diz respeito ao consumo e eficiência energética, visto que consomem entre 25 e 40% menos do que os elevadores eléctricos convencionais e em torno a 60% menos do que os elevadores hidráulicos. Além disso, geram até dez vezes menos ruído. Por exemplo, se

compararmos um elevador de última geração com um elevador de máquina convencional e controlo de movimento de duas velocidades, a poupança de energia sobe até 41,17%, tal como é ilustrado na seguinte tabela:

Capacidade do elevador	Consumo anual em kWh		Poupança kWh/ano	Poupança %
	Elevador de última geração	Convencional de 2 velocidades		
4 pessoas	375	600	225	37,50%
6 pessoas	400	680	280	41,17%
8 pessoas	455	700	245	35,00%

Existem fundamentalmente duas abordagens para abordar o problema da despesa energética. A primeira consiste em reduzir ao máximo a energia perdida durante o funcionamento do elevador, enquanto o segundo é feito através do aproveitamento dessa energia excedente via reutilização *in situ* através doutros sistemas do elevador, ou directamente reintegrando essa energia excedente à rede geral em troca de uma remuneração, algo que já se faz noutros dispositivos energéticos. Regra geral, é possível considerar as seguintes acções para melhorar a eficiência energética:

- Potenciar o uso racional do elevador entre o pessoal e utilizadores do edifício, informando e consciencializando sobre as seguintes ideias:
- Para alturas por debaixo do terceiro andar e se não sofrer nenhum problema físico, é muito mais saudável, económico e ecológico subir e descer a pé do que utilizar o elevador.
- Por debaixo do quinto andar, poupa-se, energia e tempo e, até mesmo, é mais saudável descer a pé até à rua.
- Se o edifício dispor de vários elevadores, com mais de um botão de chamada, é conveniente só pressionar um dos botões. Assim, evita-se viagens desnecessárias.
- Às vezes, quase inconscientemente, pressiona-se o botão de chamada do elevador e depois dalgum tempo de espera, muda-se de opinião e desce-se ou sobe-se a pé, o que se ocasiona um consumo desnecessário de energia.

Por outro lado, se houver vários elevadores, pode-se instalar um mecanismo de manobra selectiva, que optimize as deslocações, e proporcione um serviço mais rápido e energeticamente mais eficiente. É recomendável que o habitáculo do elevador seja de tons claros e esteja equipado com as lâmpadas adequadas para iluminar na justa medida, sem excessos. Há que ter em conta o consumo que supõe a iluminação de cabina. Como a maioria dos elevadores estão equipados com duas lâmpadas fluorescentes uma de 20 W e outra de 40 W, podemos calcular uma média de 60 W por elevador. A iluminação de cabina está permanentemente acesa, 24 horas por dia e 365 dias por ano, o que supõe um consumo médio anual por elevador de 525 kWh. O uso de um sistema de temporizador para apagar a iluminação de cabina quando não estiver ninguém permite uma poupança de 393,6 kWh por ano.

#### 4. ROTULAGEM ENERGÉTICA

A rotulagem energética é a que figura nos electrodomésticos e que informa sobre o consumo de energia e outros recursos essenciais, assim como também sobre dados complementares relativos a cada tipo de aparelho, de modo que o consumidor, quando adquire um electrodoméstico, possa escolher o mais adequado às suas necessidades e possibilidades. Actualmente, este tipo de informação está nas máquinas de lavar, frigoríficos, congeladores e frigoríficos congeladores de uso doméstico, sempre que estes aparelhos forem alimentados pela rede eléctrica. Progressivamente deve ser colocada noutros electrodomésticos. Esta rotulagem está dividida em quatro zonas que indicam, respectivamente:

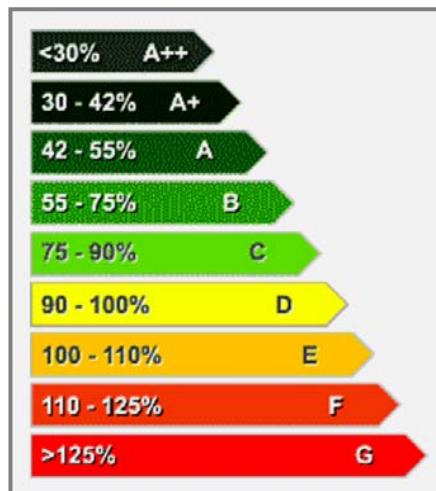
- Os dados relativos ao fabricante e ao modelo de electrodoméstico.
- A classe de eficiência energética do aparelho, indicada com setas de várias cores e letras. A letra A significa a máxima eficácia, enquanto o G a mínima possível. Se o aparelho tiver a rotulagem ecológica europeia, o símbolo que o indica pode estar nesta zona.
- Os dados específicos para cada tipo de electrodoméstico.
- O ruído que o aparelho emite quando está a funcionar, medido em decibéis e indicá-lo sempre que for necessário.

É recomendável a aquisição de electrodomésticos com índices de eficiência energética elevados, embora o preço possa ser superior. Compensará a poupança energética ao longo da vida útil do aparelho.

Segundo a Directiva 92/75/CE, são definidas 7 classes de eficiência energética, identificadas por um código de cores e letras que vão da cor verde e a letra A, para os equipamentos mais eficientes, ao vermelho e letra G, para os equipamentos menos eficientes, sendo comum para todos os electrodomésticos, embora exista uma rotulagem para cada família. A rotulagem energética permite-nos conhecer e comprar electrodomésticos que nos ajudem a poupar durante o funcionamento. As classes energéticas para os electrodomésticos que se consideram de baixo consumo são representadas com as letras A, B e C, com três tons de verde diferentes. Os que pertencem à classe A são considerados como os mais eficientes apresentando um consumo de energia inferior a 55%. Os que se englobam dentro da categoria B apresentam um nível de consumo um pouco mais elevado, entre 55 e 75% e os da classe C são os que gastam entre 75 e 90%. Além disso, no caso dos frigoríficos, existem as classes A+ e A++. Estas classes têm uma eficiência energética maior (consumem entre 58 e 70% menos do consumo normal) e foram criadas à raiz das melhorias técnicas produzidas no fabrico de frigoríficos nos últimos anos. Deste modo, o comportamento energético destes equipamentos pode ser:

Classe energética	Consumo energético	Qualificação
A	< 55 %	Baixo consumo de energia
B	55 - 75 %	
C	75 - 90 %	
D	95 - 100 %	Consumo de energia médio
E	100 - 110 %	
F	110 - 125%	Alto consumo de energia
G	> 125 %	

Com os novos avanços em isolamentos e prestações, os frigoríficos e máquinas de lavar alcançam as categorias A+ e A++, e consomem até 70% menos do que o electrodoméstico de referência. A seguir, é apresentada a escala de classificação energética com letras e percentagens de poupança num de classe D (referência):



*Percentagens de Redução de Consumo*

## 5. INSTALAÇÕES DE BOMBAGEM

Segundo o plano de acção "Estratégia de poupança e eficiência em Espanha 2008-2012" do IDAE, o consumo de energia correspondente ao abastecimento e tratamento da água para 2004 era de 56% do total do consumo eléctrico no sector público distribuído da seguinte forma: depuração de água (40%), abastecimento de água (14%) e potabilidade da água (2%). As actuações de eficiência energética neste tipo de instalações devem ser baseadas para adaptar as características das bombas e os padrões de funcionamento, a procura de caudal a satisfazer, mantendo as consignas de operação nas margens admissíveis, com o mínimo consumo possível. As bombagens podem ser optimizadas:

- Através da análise da procura.

- Escolhendo o tipo mais adequado de bomba.
- Se for possível, reduzindo o número de bombas e o de depósitos.
- Adequando os regimes de funcionamento à procura, através da variação contínua da velocidade da bomba (instalando variadores de velocidade).
- Através da instalação de arrancadores electrónicos.
- Seleccionando motores mais eficientes.

Devido às variações nas necessidades de uso nestas instalações, que funcionam à base de motores eléctricos, nem sempre é necessário ou justificado que estes trabalhem à velocidade e regime de potência nominal máximos. Para conseguir uma diminuição na potência consumida pelo motor, é conveniente adaptar a velocidade do mesmo em cada momento segundo as necessidades.

Os reguladores electrónicos de velocidade estão formados por circuitos electrónicos de potência que transformam a energia eléctrica de frequência industrial em energia eléctrica de frequência e tensão variáveis.

Vantagens oferecidas pelo regulador de velocidade:

- Disponibilidade de uma ampla gama de velocidades para responder a todas as procuras do processo sem recorrer a meios mecânicos (válvulas de estrangulamento, by-pass, etc.).
- Redução dos problemas de reparação e manutenção dos equipamentos ao poder utilizar motores de corrente alterna (mais simples e robustos do que os de corrente contínua utilizados até agora).
- Processos de arranque e paragem das máquinas mais suaves e controladas, provocando menores picos de intensidade nos arranques e eliminando os golpes de aríete nas instalações hidráulicas de bombagem.
- Poupança de energia produzida ao elevar o rendimento do motor.
- Menor investimento inicial de custo entre o motor de alterna, ao de contínua.
- Redução de custos de manutenção e instalação, tanto em custos directos como indirectos por paragem em processo de produção.

- Melhoria do factor de potência devido à presença de rectificadores que se comportam como baterias de condensadores.
- Diminuição do nível acústico gerado pelos motores.
- Redução das emissões das centrais geradoras de energia eléctrica ao ser menor a energia procurada do que por outro motor similar sem regulador.

Um variador de frequência é um sistema para o controlo da velocidade rotacional de um motor eléctrico através do controlo da frequência de alimentação fornecida ao motor. Um variador de frequência é um caso especial de um variador de velocidade.

Ao variar a velocidade da bomba, a curva característica também muda. Como o fluxo de saída é directamente proporcional à velocidade da bomba centrífuga, se esta girar a uma menor velocidade, a curva desloca-se para baixo. Depois, tanto a pressão como o fluxo diminuem, obtendo uma potência relativa associada menor. Os principais custos (ordenados de maior para menor) associados a um sistema de bombagem são a energia consumida, o investimento inicial e a correspondente manutenção, a diminuição da energia consumida pelas bombas serão visíveis no custo total do sistema. O uso de variadores de frequência em aplicações de bombagem apresenta as seguintes vantagens:

- Menores custos de manutenção e reparação.
- Redução do *stress* mecânico da bomba.
- Redução de riscos de cavitação.
- Redução de dano na bomba devido a mudanças bruscas de fluxo, associadas ao arranque da mesma.
- Permite a aplicação de bombas em paralelo (redundantes), controladas segundo a procura de fluxo exigida.

### LINKS

Instituto Energético da Galiza: [www.inega.es](http://www.inega.es)  
Instituto para a Diversidade e Poupança da Energia: [www.idae.es](http://www.idae.es)  
Direcção Geral de Energia e Geologia: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)  
Agência para a Energia: [www.adene.pt](http://www.adene.pt)  
Rede Nacional das Agências de Energia: [www.renae.com.pt](http://www.renae.com.pt)







**inega**  
INSTITUTO  
ENERXETICO DE GALICIA



MUNICIPIO DE A MEZQUITA



MUNICIPIO DE A VERÍN



MUNICIPIO DE A RIÓS



MUNICIPIO DE BALTAR



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO



CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES



CÂMARA MUNICIPAL DE VILAS