

Guía sobre Eficiencia Energética



En Tiendas de Electrodomésticos

Madrid Vive Ahorrando Energía



Guía sobre Eficiencia Energética en Tiendas de Electrodomésticos



Madrid **Ahorra** con Energía

Madrid, 2007



Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.madrid.org

(Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

www.fenercom.com

Si desea recibir más ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
fundacion@fenercom.com

Presentación

El nivel de precios de la energía en el mercado internacional, unido a los compromisos medioambientales adquiridos para combatir el cambio climático y la escasez de recursos energéticos, han provocado que la visión de la eficiencia energética y el potencial de actuación por el lado de la demanda de la energía en los distintos sectores económicos pasen a un primer plano.

Desde la perspectiva empresarial actual, las empresas no se deben circunscribir a ser sujetos de los programas o estrategias diseñados por las autoridades, sino que deben jugar un papel más activo. La internalización de los conceptos de sostenibilidad y eficiencia en la empresa, a través de sus estrategias de actuación y procedimientos de decisión, son ya una realidad para un conjunto creciente de empresas. Estas estrategias, diseñadas como parte del negocio, están dando ya resultados económicos positivos. Es decir, la incorporación de estrategias de eficiencia energética y sostenibilidad en la gestión de las empresas son una inversión rentable.

En la situación actual, la mejora de la eficiencia en el consumo de energía es un reto al alcance de la mano si se aplican las tecnologías adecuadas. Por ello, la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica en colaboración con la Asociación de Comerciantes de Electrodomésticos Mayoristas y Autónomos (ACEMA) han decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector de las ventajas de la aplicación de las nuevas tecnologías, así como de los incentivos existentes a la innovación.

Carlos López Jimeno

Director General de Industria, Energía y Minas

Prólogo

Sería difícil en estos tiempos, imaginarse un hogar sin aquellos electrodomésticos que hacen más llevaderas las tareas en el mismo. Siguiendo el esquema y las premisas de la conocida como "Pirámide de Maslow" puede afirmarse que la lavadora y el frigorífico se han convertido en productos, casi en artículos, de primera necesidad. ¿Y el televisor?. No es cuestión de tener televisor o no, es cuestión de cuántos.

De igual manera ya ocurre con el lavavajillas y el congelador, según en qué domicilios. Y qué decir del aire acondicionado en los calurosos días de primavera y verano en zonas de España como Andalucía o Extremadura.

Desde que nos levantamos tenemos a nuestro alrededor, un sin fin de grandes y pequeños electrodomésticos que están funcionando gracias a la electricidad, haciendo así a de ésta, y sólo después del agua, el servicio que más demandamos por estar considerado imprescindible en la vida moderna. Ello es debido a que durante años hemos tenido, en este país, la lógica aspiración de rodearnos de aquellos que nos dieran más comodidad y nos permitiesen una vida más confortable en nuestros domicilios.

Consecuentemente, varios millones de estos aparatos se venden cada año en España y la preocupación del ciudadano ha sido tener la disponibilidad de acceder a ellos, dejando en un segundo o tercer lugar los factores que afectan o se desprenden del consumo.

Sólo en los últimos años, empiezan a tener presencia en la opinión pública los conceptos de eficacia y ahorro energético. Hay que reconocer, que la inquietud de las Administraciones ha calado en los fabricantes, quienes han ido dotando a sus gamas de productos más eficientes y, por tanto, ahorradores de energía. Este hecho ha constituido un efectivo punto de arranque y apoyo en esta materia.

Pero esta misma mentalización, salvo en honrosos caso, no ha calado suficientemente en el consumidor.

Bien es verdad que se han realizado campañas publicitarias de ahorro de energía por televisión, en prensa y en otros medios. Es cierto que la tarjeta energética identifica y define la eficacia de los productos, sirviendo como guía al comprador a la hora de adquirir sus electrodomésticos. Pero, desde nuestro punto de vista, todavía con una incidencia muy limitada.

Creemos firmemente que el vendedor de nuestro sector es la figura indiscutible y la mejor apuesta para recomendar y ayudar a elegir al comprador los productos más apropiados y eficientes. Por lo que es él quien debe estar formado ya no sólo en las técnicas de venta, marketing y merchandising, de las que de una forma eficaz se ocupan sus organizaciones, incluso los proveedores, sino también en la explicación y argumentación, ventajas y beneficios, de la eficiencia energética de los productos, en función de las prestaciones de los mismos.

Por todo esto, desde Acema, y desde el primer momento, apoyamos a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid en las campañas publicitarias realizadas por medio de folletos y medios audiovisuales que, desde nuestros puntos de venta, se han dirigido a los consumidores. Igualmente se ha llevado a cabo un extenso programa de cursos de formación en ahorro energético impartidos a la inmensa mayoría del personal de nuestros establecimientos. Y finalmente, en la colaboración del diseño y en la ejecución del PLAN RENOVE 2006, cuyo saldo ha sido francamente positivo.

Damos la bienvenida a esta "Guía sobre Eficacia Energética" dirigida a nuestros profesionales que sin duda colaborará, como una pieza más, en el reto del ahorro de energía en la Comunidad de Madrid, reto por todos compartido.

Manuel Sánchez García

Presidente de la Asociación de Comerciantes de Electrodomésticos Mayoristas y Autónomos (ACEMA)

Autores

- Capítulo 1. **Medidas para la eficiencia energética en comercios de tiendas de electrodomésticos**
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.
www.endesa.es
- Capítulo 2. **Eficiencia energética y garantías de seguridad de los servicios eléctricos generales en tiendas de electrodomésticos**
Departamento Técnico de ANFALUM (Asociación Española de Fabricantes de Iluminación)
www.anfalum.com
- Capítulo 3. **Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética**
Departamento Técnico de Viessmann
Viessmann, S.L.
www.viessmann.es
- Capítulo 4. **Ahorro energético en las tiendas de electrodomésticos**
D. José Manuel Rodríguez
Orbis Tecnología Eléctrica S.A.
www.orbis.es
- Capítulo 5. **Iluminación en el punto de venta y escaparates**
Philips División Comercial Alumbrado
www.philips.es / www.alumbradoymedioambiente.es
- Capítulo 6. **Las instalaciones eléctricas. Normativa y seguridad**
D. Rogelio Garrido Simón
Jefe del Servicio de Inspección y Control Industrial
Dirección General de Industria, Energía y Minas
Comunidad de Madrid
www.madrid.org
- Capítulo 7. **Televisión digital terrestre - TDT-. Claves para ver la nueva televisión**
D. Adrián Nogales Escudero
Secretario General del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)
www.coit.es
- Capítulo 8. **Ayudas públicas para las nuevas tecnologías y renovación de instalaciones**
D. José Antonio González Martínez
Subdirector de Gestión y Promoción Industrial de la Dirección General de Industria, Energía y Minas
Dirección General de Industria, Energía y Minas
Comunidad de Madrid
www.madrid.org

Índice

Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética en comercios de tiendas de electrodomésticos	17
1.1. Introducción	17
1.2. Optimización Tarifaria	18
1.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	19
1.3. Optimización de instalaciones	20
1.3.1. Estudio del consumo	20
1.3.1.1. Consumo de energía en las tiendas de electrodomésticos	20
1.3.1.2. Distribución del consumo energético	21
1.3.2. Parámetros de eficiencia energética	22
1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en las tiendas de electrodomésticos	23
1.3.3.1. Iluminación	24
1.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	30
1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	36
1.3.4.1. Mantenimiento	36
1.3.4.2. Sistemas de Gestión	36
1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	37
1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	39
1.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	40
1.4. Conclusiones	41
Capítulo 2. Eficiencia energética y garantías de seguridad de los servicios eléctricos generales en tiendas de electrodomésticos	45
2.1. Objeto de la iluminación	45
2.2. Sistemas de iluminación	46
2.3. Luz natural	47
2.4. Niveles de iluminación	48
2.5. Eficiencia Energética	48
2.6. Proyecto de iluminación	50
2.6.1. Iluminancias	53
2.6.2. Procedimiento de cálculo	53
2.6.3. Deslumbramiento molesto	53
2.7. Confort visual	55

2.8. La luz y el color	60
2.8.1. Composición Espectral de la luz	60
2.8.2. Tono de Luz o Temperatura de Color	62
2.8.3. Reproducción Cromática	62
2.9. Lámparas	64
2.10. Luminarias	71
2.10.1. Criterios de selección	72
2.10.2. Protección contra la Descarga Eléctrica	72
2.10.3. Grados de Hermeticidad	73
2.10.4. Impacto Mecánico	76
2.10.5. Factor de Utilización	78
2.10.6. Criterios de Selección	79
2.10.7. Sistemas de Iluminación de Fibras Ópticas	83
2.11. Gestión de la iluminación	84
2.12. Proyecto de iluminación	89
2.13. Condiciones de seguridad	92
2.14. Mantenimiento de las instalaciones	95
Capítulo 3. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética	99
3.1. Introducción	99
3.2. Primeras medidas para el ahorro y la eficiencia energética	100
3.3. Calderas de Baja Temperatura	101
3.3.1. Funcionamiento de las superficies de intercambio de pared múltiple	103
3.3.2. Análisis del funcionamiento de las calderas de Baja Temperatura	104
3.4. Calderas de gas de Condensación	105
3.4.1. Técnica de Condensación	106
3.4.1.1. El Poder Calorífico Inferior y el Poder Calorífico Superior	107
3.4.2. Diseño de las calderas de Condensación	108
3.5. Comparativa de valores de rendimiento estacional	111
3.6. Conclusiones	112
Capítulo 4. Ahorro energético en las tiendas de electrodomésticos	115
4.1. Introducción	115
4.2. Medir la electricidad para optimizar el consumo	115
4.2.1. Mejora de la tarifa eléctrica	116
4.2.2. Medidas parciales	118
4.3. Control eficiente de la iluminación	121
4.3.1. Escaparates y letreros luminosos	121

4.3.2. Seccionamiento de las zonas de exposición	123
4.3.3. Grandes zonas de iluminación exterior	126
4.3.3.1. Ahorro por apagado parcial (doble circuito)	126
4.3.3.2. Ahorro por reactancia de doble nivel	126
4.3.3.3. Ahorro utilizando Estabilizadores de tensión y Reductores de flujo luminoso en cabecera	127
4.4. Climatización	129
Capítulo 5. Iluminación en el punto de venta y escaparates	133
5.1. Introducción	133
5.1.1. Antecedentes	133
5.1.2. Alumbrado en las tiendas de electrodomésticos	134
5.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	135
5.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE). Sección HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	136
5.2.2. Norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior"	139
5.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	140
5.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos	141
5.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes	142
5.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	144
5.3.1. Fase de Proyecto	145
5.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	145
5.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	147
5.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	152
5.3.2. Ejecución y explotación	153
5.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	153
5.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	153
5.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	154
5.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	154
5.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	154
5.3.2.6. Uso flexible de la instalación	155
5.3.3. Mantenimiento	155
5.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	155
5.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes	157
5.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	157

5.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	157
5.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)	158
5.3.5. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en tiendas de electrodomésticos	171
5.3.5.1. Tendencias en la iluminación de comercios	171
5.3.5.2. Parámetros en la iluminación de comercios	172
Capítulo 6. Las instalaciones eléctricas. Normativa y seguridad	173
6.1. Introducción	173
6.2. Reglamentación y normativa de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión	174
6.2.1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión	174
6.2.2. Legislación específica de la Comunidad de Madrid	182
6.2.3. Otra reglamentación aplicable	183
6.3. Instalaciones eléctricas en locales comerciales	183
6.3.1. Instalaciones de Enlace	184
6.3.2. Instalaciones interiores o receptoras	191
6.4. Puesta a tierra	200
Capítulo 7. Televisión Digital Terrestre – TDT. Claves para ver la nueva televisión	205
7.1. Introducción	205
7.2. Modalidades de televisión digital	208
7.2.1. La Televisión Digital Terrestre	209
7.3. Cómo ver la TDT en los hogares	210
7.3.1. Disponer de cobertura	211
7.3.2. Modificación de las instalaciones de recepción	212
7.3.2.1. Instalación individual	212
7.3.2.2. Infraestructura Común de Telecomunicación (ICT)	212
7.3.2.3. Antena colectiva instalada con anterioridad a 1998	213
7.3.2.4. Es aconsejable el asesoramiento de técnicos competentes	214
7.3.3. Poseer un decodificador de TDT	215
7.3.3.1. El televisor como terminal multimedia	216
7.4. Oferta de TDT en la Comunidad de Madrid	217
7.4.1. Canales de Televisión Digital Terrestre de ámbito nacional en Madrid	217
7.4.2. Canales de Televisión Digital Terrestre de ámbito autonómico en Madrid	218
7.4.3. Canales de Televisión Digital Terrestre Local en Madrid	219
7.5. Agradecimientos	221

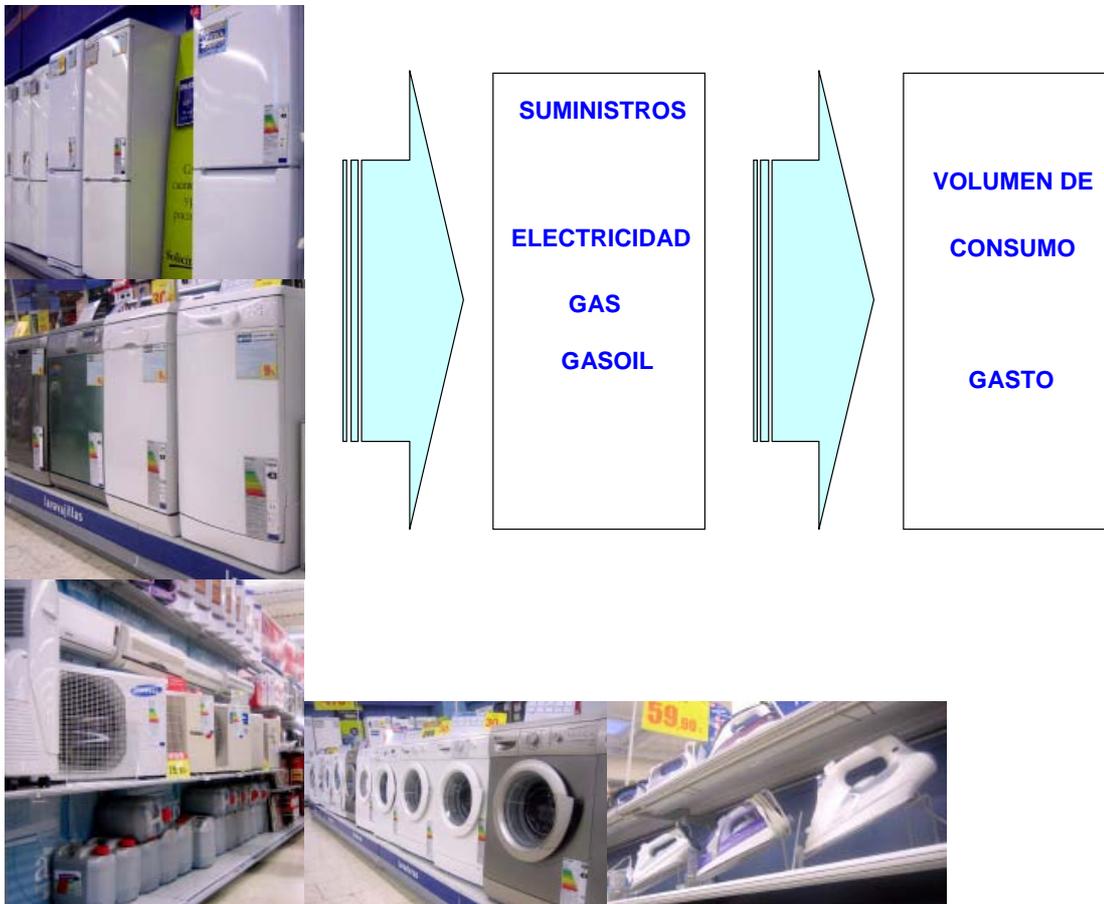
Capítulo 8. Ayudas de la Comunidad de Madrid	223
8.1. Fomento del ahorro y la eficiencia energética	223
8.2. Fomento de las energías renovables	225
8.2.1. Nueva línea de ayudas	227
8.2.2. Línea de Apoyo Financiero a Proyectos de Energías Renovables	229
8.3. Plan Renove de Electrodomésticos	231

Medidas para la eficiencia energética en comercios de tiendas de electrodomésticos

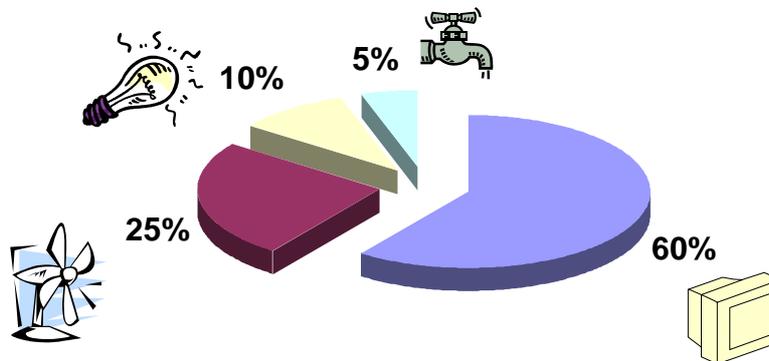
1.1. Introducción

Para una correcta gestión energética de las Tiendas de Electrodomésticos, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permita un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

De la diversidad de instalaciones que puede acoger el Sector, así como del catálogo de servicios que en ellos se ofrece, depende el suministro de ENERGÍA.



Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Electricidad, Iluminación y Climatización.



El consumo de energía como una variable más dentro de la *gestión* de un negocio, adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

Se han de contemplar dos aspectos fundamentales que permiten optimizar el coste de la energía y, por lo tanto, maximizar el beneficio.

❑ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE ENERGÍA.

- ELECTRICIDAD
- GAS

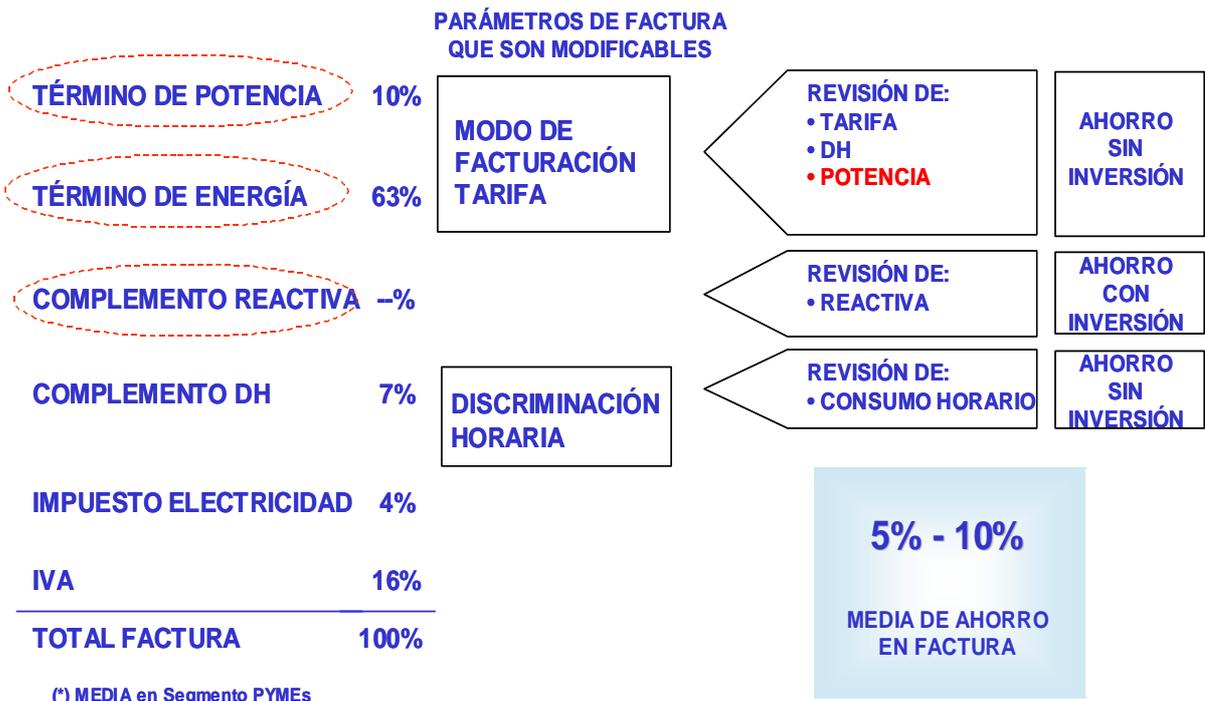
❑ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES.

- DETECCIÓN DE PUNTOS DE MEJORA
- ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE MEJORA
- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA MEJORA

1.2. Optimización Tarifaria

Para conseguir una adecuada optimización de las tarifas en la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, en el caso de la energía eléctrica:



1.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado liberalizado:

- ❁ **PRECIO:** el precio no está fijado por la administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- ❁ **ELECCIÓN:** la elección de la comercializadora debe basarse en el Catálogo de Servicios adicionales, además del Precio.
- ❁ **¿CÓMO CONTRATO?:** la comercializadora elegida gestiona el alta del nuevo contrato.

En todo caso se ha de tener en cuenta:

- ❁ Con el cambio de comercializadora **NO** se realiza ningún corte en el suministro.
- ❁ Los contratos suelen ser anuales.

- ✿ Se puede volver a Mercado Regulado.
- ✿ La comercializadora gestiona las incidencias de suministro, aunque es la distribuidora la responsable de las mismas.

1.3. Optimización de instalaciones

1.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y maquinaria con las que contamos en nuestras tiendas de electrodomésticos.

Para ello, es necesario conocer nuestro consumo y cuáles son las características de nuestras instalaciones.

Se pretende establecer la estructura de consumo energético del Sector, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.

1.3.1.1. Consumo de energía en las tiendas de electrodomésticos

En este apartado, vamos a utilizar los datos derivados de distintos trabajos realizados y los datos de consumo extraídos de la bibliografía disponible.

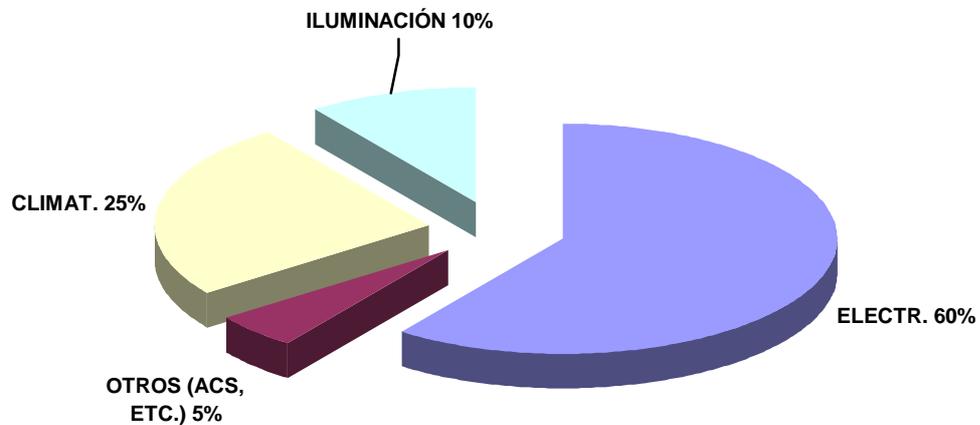
La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por una instalación del Sector, depende de varios factores: del tipo de comercio, su situación, categoría, tamaño, etc.

No obstante, es la gran potencia eléctrica contratada, el consumo eléctrico del sistema de climatización y la iluminación, los sistemas que proporcionan más gasto.

1.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente en las tiendas de electrodomésticos se consume, esencialmente, energía eléctrica que se utiliza en productos de exposición, climatización, alumbrado, bombeo de agua, etc.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector se observa que, aún teniendo en cuenta la gran variedad de instalaciones, situación geográfica, etc., es fácil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que no existe gran variedad en los porcentajes de consumo.



Como podemos observar son, sin duda, las partidas destinadas al funcionamiento de los electrodomésticos de exposición y la climatización del local las principales consumidoras de energía de una tienda de electrodomésticos. Por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresarios a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.



1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de un comercio supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad del mismo.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.



Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica y agua, se pueden obtener los ratios de consumo energético de cada tienda.

A partir de estos ratios, los profesionales del Sector pueden clasificar su establecimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.

1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en las tiendas de electrodomésticos

Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- ✿ Optimizar el contrato.
- ✿ Optimizar las instalaciones.

A continuación se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.



TABLA 1. Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Iluminación: Zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	80
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo. Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	40

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia.	Disminución del consumo eléctrico, y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	85
Agua:	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15

1.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo este porcentaje de su tamaño, de las instalaciones complementarias, y del clima de la zona donde está ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 10 % o más en el caso de tiendas pequeñas.



Es por ello, que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costes.

Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 85 % en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- ✿ **Fuente de luz o lámpara:** es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.
- ✿ **Luminaria:** aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.
- ✿ **Equipo auxiliar:** muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red, y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética.

Para una instalación de alumbrado existe un amplio rango de medidas para reducir el consumo energético, entre las que destacamos las siguientes:

✿ **Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos**

Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad, y pocos encendidos. Este tipo de lámpara necesita de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

En la Tabla 2 se muestra como varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

TABLA 2**COMPARACIÓN ENTRE BALASTO CONVENCIONAL Y BALASTO ELECTRÓNICO**

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60 %	

La tecnología de los balastos energéticos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez nos sirve para adaptar el nivel de iluminación a las necesidades y consumos con aporte de iluminación exterior.

BALASTOS ELECTRÓNICOS

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- Incrementan la vida de la lámpara.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- No producen zumbido ni otros ruidos.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva es recomendable a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que en este caso el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

✿ Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga de alta presión son hasta un 35 % más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de que su rendimiento de color no es tan bueno.

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color.

✿ Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de las lámparas de incandescencia tradicionales, pues presentan una reducción del consumo energético del orden del 80 %, así como un aumento en la duración de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

TABLA 3. Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.

EQUIVALENCIAS ENTRE FLUORESCENTES COMPACTAS E INCANDESCENTES		
Lámpara Fluorescente Compacta	Lámpara Incandescencia	Ahorro Energético %
3 W	15 W	80
5 W	25 W	80
7 W	40 W	82
11 W	60 W	82
15 W	75 W	80
20 W	100 W	80
23 W	150 W	84

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80 % de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido.

A continuación se expone un ejemplo práctico de la rentabilidad económica de esta medida.

TABLA 4. Comparativa de los costes y rentabilidad entre lámparas compactas e incandescentes.

COSTES COMPARATIVOS ENTRE LÁMPARA COMPACTA E INCANDESCENCIA		
	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica	0,088 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	58,80 €	18,60 €
AHORRO ECONÓMICO	66 %	
PLAZO DE AMORTIZACIÓN	2800 horas de funcionamiento	

A continuación se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes.

TABLA 5. Ahorro energético por sustitución de lámparas.

AHORRO ENERGÉTICO POR SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS		
ALUMBRADO EXTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Vapor de mercurio	Vapor de Sodio Alta Presión	45 %
Vapor de Sodio Alta Presión	Vapor de Sodio Baja Presión	25 %
Halógena Convencional	Halogenuros Metálicos	70 %
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
Halógena Convencional	Fluorescentes Compactas	70 %



Sustituciones luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente de la forma más adecuada a las necesidades.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello,

la remodelación de instalaciones viejas utilizando luminarias de elevado rendimiento, generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado y puede tener implicaciones importantes a nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento y de calentamiento.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior, mediante luz diurna, son la profundidad del espacio, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, los vidriados utilizados y las sombras externas. Estos factores dependen generalmente del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio más eficiente energéticamente y una atmósfera en su interior más agradable.

Hay que tener en cuenta que para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación eléctrica se apaga cuando con la luz diurna alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.



Es también conveniente, pintar las superficies de las paredes de colores claros con una buena reflectancia, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80 % de la luz incidente, mientras que los colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10 %.

✿ **Sistemas de control y regulación**

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad durante el tiempo que sea preciso, obteniendo sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.

Un sistema de control de la iluminación completo combina sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación.

1.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado



Como hemos visto, podemos encontrar ahorros de entre un 10 % y un 40 % gracias a la optimización de las instalaciones.

✿ Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de un local comercial dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.

✿ Control y regulación

Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado, consiste en la implantación de un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona del edificio.

Se pueden obtener ahorros del 20-30 % de la energía utilizada en este apartado mediante: la sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura en cada zona, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua.



Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la sala se encuentre desocupada, reservada u ocupada.

De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad, que son los que influyen en la sensación de confort manteniendo los equipos en modo de espera. Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la sala pueda llevarse a la temperatura de confort en pocos minutos.

Con este sistema se obtiene un importante ahorro energético, ya que por cada grado que se disminuye la temperatura ambiental, el consumo energético disminuye en un 5-7 %, por lo que el ahorro de energía que se consigue con el empleo de estos controles es del 20-30 % del consumo de climatización durante esas horas.

Free-cooling

Es conveniente también que la instalación vaya provista de un sistema de *free-cooling*, para poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior para reducir la temperatura interior del edificio cuando las condiciones así lo permitan.

Esta medida requiere la instalación de un sistema de control del aire introducido, en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, consiguiendo de esta forma importantes ahorros energéticos.

Aprovechamiento del calor de los grupos de frío

En las instalaciones de aire acondicionado, el calor del condensador que extraen los equipos frigoríficos puede ser utilizado, mediante intercambiadores de calor, para la producción de agua caliente que puede ser requerida en otra parte de las instalaciones.

Este aprovechamiento puede suponer, por un lado un ahorro importante de energía para la producción de agua caliente sanitaria y, por otro, un ahorro por menor consumo eléctrico del condensador.



❁ **Recuperación de calor del aire de ventilación**

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor del aire de ventilación. En el recuperador se produce un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio, y el aire exterior que se introduce para la renovación del aire interior.

De esta manera, se consigue disminuir el consumo de calefacción, durante los meses de invierno, ya que el aire exterior de renovación se precalienta en el recuperador, y en verano se disminuye el consumo eléctrico asociado al aire acondicionado.

❁ **Bombas de calor**

La bomba de calor es un sistema reversible que puede suministrar calor o frío, a partir de una fuente externa cuya temperatura es inferior o superior a la del local a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de trabajo comparativamente pequeña.

El rendimiento de las bombas de calor (COP) es del orden de entre 2.5 y 4, rendimiento que está muy por encima del de una caldera de combustible, por lo que, aunque la electricidad tiene un precio más elevado, estos equipos en muchos casos representan una alternativa más competitiva que la utilización de calderas para la producción del calor, dependiendo del coste del combustible utilizado.

TABLA 6. Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

CLASIFICACIÓN BOMBAS DE CALOR		
	MEDIO DEL QUE SE EXTRAE LA ENERGÍA	MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA
Según medio de origen y de destino de la energía	AIRE	AIRE
	AIRE	AGUA
	AGUA	AIRE
	AGUA	AGUA
	TIERRA	AIRE
	TIERRA	AGUA

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en instalaciones industriales de nueva construcción emplazadas en zonas con inviernos suaves; con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, se consigue además un ahorro de espacio y se simplifican las operaciones de mantenimiento.

Algunos tipos de bombas de calor pueden producir simultáneamente frío y calor.

Otra posibilidad dentro de este apartado es la utilización de bombas de calor con motor de gas.

Por otra parte, las bombas de calor ofrecen una clara ventaja en relación con el medio ambiente si las comparamos con los equipos de calefacción convencionales. Tanto la bomba de calor eléctrica, como la de gas, emiten considerablemente menos CO₂ que las calderas. Una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO₂.



Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente redundará en una reducción del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mm c.a. en el punto de consumo son suficientes.
- La instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal sin merma del servicio ofrecido al cliente, los cuales permiten reducciones de caudal de entre el 30 % y el 65 %. Existe en el mercado una gran variedad de modelos, para todos los puntos de utilización (lavabos, duchas, fregaderos, fuentes, etc.).
- El empleo del sistema WC Stop para cisternas, el cual economiza hasta un 70 % de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna si fuera necesario.

La Tabla 7 recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y energía) y del posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

TABLA 7. Ahorro económico de los diferentes sistemas de agua.

VALORACIÓN ECONÓMICA SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA				
	DUCHA	LAVABO	WC	TOTAL
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m ³)	55	14	20	88
Energía necesaria	1.643	411	0	2.053
Coste Agua (€/año)	49	12	18	79
Coste Energía (€/año)	89	22	0	111
COSTE TOTAL (€/año)	138	34	18	190
Ahorro estimado	50 %	40 %	50 %	40-50 %
AHORRO ECONÓMICO (€/año)	69	14	9	92

1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

1.3.4.1. Mantenimiento

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

- Sustituir los filtros según las recomendaciones del fabricante, mantener limpias las superficies de los intercambiadores, así como rejillas y venteos en las conducciones de aire.
- Verificar los controles de funcionamiento de forma regular.
- Verificar que todas las electroválvulas y compuertas abren y cierran completamente sin atascos.
- Verificar que termostatos y humidostatos trabajan adecuadamente.
- Verificar el calibrado de los controles.
- Revisar la planta de calderas y los equipos de combustión regularmente.
- Detectar fugas de agua en conducciones, grifos y duchas y repararlas inmediatamente.
- Limpiar las ventanas para obtener la máxima luz natural.
- Limpiar lámparas y luminarias regularmente, y reemplazar según los intervalos recomendados por el fabricante.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello, se debe establecer un programa regular de mantenimiento.

1.3.4.2. Sistemas de Gestión

Las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía y otros más sofisticados como los sistemas expertos, que son

capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Cuando se instala un sistema de gestión o un sistema experto, el objetivo es obtener un uso más racional de las instalaciones, ahorrar energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos como medidas principales. Estos sistemas expertos son capaces de controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo coste energético.

Normalmente, el sistema de gestión está basado en un ordenador y en un *software* de gestión. No obstante, el elemento del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL

- Gestión racional de las instalaciones.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Uno de los resultados más inmediatos de la instalación de un sistema de gestión es la disminución del consumo de energía, obteniéndose unos ahorros que oscilan entre el 10 % y el 30 %.

1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea. De esta manera, se pretende limitar el consumo de energía, y por lo tanto, de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios.

Este sector, compuesto en su mayoría por edificios, consume el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

TABLA 8. Demanda final de energía de la UE por sectores y combustible en 1997.

DEMANDA FINAL DE ENERGÍA DE LA UE POR SECTORES Y COMBUSTIBLES EN 1997								
Demanda final de energía por sectores y combustibles	Edificios (vivienda+ terciario)	Nº demanda final total de energía	Industria	Nº demanda final total de energía	Transporte	Nº demanda final total de energía	TOTAL	Nº demanda final total de energía
Combustibles sólidos	8,7	0,9 %	37,2	4,0 %	0,0	0,0 %	45,9	4,9 %
Petróleo	101	10,8 %	45,6	4,9 %	283,4	30,5 %	429,9	46,2 %
Gas	129,1	13,9 %	86,4	9,3 %	0,3	0,0 %	215,9	23,2 %
Electricidad (14% procedente de energías renovables)	98	10,5 %	74,3	8,0 %	4,9	0,5 %	177,2	19,0 %
Calor derivado	16,2	1,7 %	4,2	0,5 %	0,0	0,0 %	20,4	2,2 %
Energías renovables	26,1	2,8 %	15	1,6 %	0,0	0,0 %	41,1	4,9 %
TOTAL	379,04	40,7%	262,72	28,2%	288,6	31,0%	930,4	100,0%

Fuente: "Energy in Europe - European Union Energy Outlook to 2020". Comisión Europea.

Los requisitos de eficiencia energética que se establezcan en cada país tendrán en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores, y la relación entre el coste y la eficacia en cuanto a ahorro energético de las medidas que se exijan. Esta Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y además, la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años.

En los edificios con una superficie útil total de más de 1000 m², la Directiva establece que se considere y se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- ✿ Sistemas de producción de energía basados en energías renovables.
- ✿ Sistemas de cogeneración.
- ✿ Calefacción o refrigeración central o urbana, cuando ésta esté disponible.
- ✿ Bombas de calor, en determinadas condiciones.

Para los existentes, la Directiva establece que se han de tomar las medidas necesarias para que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m², se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

La Directiva establece que cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, un certificado de eficiencia energética. Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

El certificado de eficiencia energética de un edificio ha de incluir valores de referencia, como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. El certificado ha de ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.



1.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado

La Directiva exige que se establezcan inspecciones periódicas de las calderas que utilicen combustibles no renovables, líquidos o sólidos, y tengan una potencia nominal efectiva comprendida entre 20 y 100 kW.

Las calderas con una potencia nominal de más de 100 kW se han de inspeccionar al menos cada dos años. Para las calderas de gas, este periodo podrá ampliarse a cuatro años.

Para calefacciones con calderas con una potencia nominal superior a 20 kW y con más de 15 años de antigüedad, se ha de establecer una inspección única de todo el sistema de calefacción.

A partir de esta inspección, los expertos asesorarán a los usuarios sobre la sustitución de la caldera, sobre otras modificaciones del sistema de calefacción, y sobre soluciones alternativas.

En las instalaciones de aire acondicionado, se realizará una inspección periódica de los sistemas con una potencia nominal efectiva superior a 12 kW.

La inspección incluirá una evaluación del rendimiento del aire acondicionado y de su capacidad comparada con la demanda de refrigeración del edificio. Se asesorará a los usuarios sobre la sustitución del sistema de aire acondicionado, las mejoras que se pueden aportar, o soluciones alternativas.

Se establecía la obligatoriedad por parte de los Estados miembros de dar cumplimiento a dicha Directiva antes del pasado 4 de Enero de 2006.

1.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en la facturación; sin embargo, no es el único camino para conseguir mejoras en el beneficio. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta tarea. Por ello, dentro del **sector de las tiendas de electrodomésticos** se debe tener en cuenta que está sometido a elevados consumos energéticos. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos, ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la empresa y a su vez, a conseguir una reducción del impacto medioambiental producido por su actividad.

Este documento muestra a modo de resumen, la idea de que un estudio pormenorizado de consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la **mayor efectividad con el menor esfuerzo económico. Eso se conseguirá con Auditorías Energéticas.**

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones y sobre otros aspectos de

calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un **PLAN DE GESTIÓN DE LA DEMANDA**.

Parece una obviedad el recomendar antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: el ahorro. Las necesidades varían a lo largo de la vida empresarial y es muy probable que una atenta revisión permita una selección de la Tarifa más adecuada para el momento actual, que no tiene por qué ser la misma que la que se seleccionó al inicio de la actividad empresarial. Por otra parte, el consumo diario no es constante a lo largo de la jornada por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se pone de manifiesto en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los que se han conseguido con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Además, el uso de otras posibilidades como la Energía Solar Térmica puede ser una opción interesante para reducir los costes de explotación reduciendo también las emisiones de CO₂.

Por otra parte, un adecuado **estudio termográfico** nos permitirá incrementar la seguridad y la prevención pero, además, evitaremos las averías antes de que éstas se produzcan y con ello las pérdidas energéticas y económicas subsiguientes. La termografía nos permite actuar fundamentalmente sobre las instalaciones eléctricas y sobre los equipos e instalaciones térmicas. Con ello podemos evitar costes de oportunidad, aumentar la eficiencia y conseguir ahorros.

Cada establecimiento tiene unas particularidades específicas, por lo que demanda una atención personalizada.

Por eso Endesa, no sólo identifica minuciosamente a cada uno de sus clientes, sino que establece con ellos una relación de compromiso en la que la **versatilidad de su gama** de productos es la clave fundamental para ofrecerles el servicio que necesitan.

Pero también queremos que obtengan el máximo ahorro posible, por eso, la **Auditoría Energética** es el vehículo más adecuado para conocer nuestras necesidades y las posibilidades de mejora que Endesa pone a su disposición.

Endesa, a través de las auditorías energéticas, lleva a cabo un **estudio en profundidad de la instalación**, analizando cada uno de sus componentes, orientado hacia la implantación de las tecnologías más adecuadas según el sector, para una **utilización responsable y económica de la energía**.

Eficiencia energética y garantías de seguridad de los servicios eléctricos generales en tiendas de electrodomésticos

2.1. Objeto de la iluminación

El primer objetivo en cualquier iluminación de tiendas de electrodomésticos es atraer al cliente, iniciarle en la compra y facilitar la materialización de la misma, teniendo en cuenta que el sentido que más se utiliza para adoptar la decisión de comprar un producto es el de la vista, por lo que una buena iluminación de las tiendas y áreas comerciales resulta primordial.

El primer paso en el proceso de compra es captar la atención del cliente y atraerlo al espacio de venta, por lo tanto el proyectista debe considerar la iluminación como un medio para atraer y guiar al cliente.

La buena iluminación atrae y la impresión que crea del espacio y de la mercancía es un factor determinante en la efectividad del proceso comercial.

La decisión de compra arranca cuando el cliente es visualmente atraído. El cliente necesita evaluar los electrodomésticos, televisores, etc., expuestos, comprobar sus características, así como leer la etiqueta, para lo cual debe existir una buena iluminación que permita realizar dichos exámenes.

Una iluminación adecuada en el punto de venta es necesaria para completar el proceso de compra, ya que debe ayudar al cliente a tomar la decisión final, y al personal del establecimiento a realizar de forma rápida y precisa la gestión, registro de la compra, el cobro, las transacciones con tarjetas y el empaquetado de la mercancía.

El diseño de la iluminación de tiendas de electrodomésticos debe tener en cuenta su influencia sobre la apariencia del establecimiento y la mercancía, los

aspectos económicos y medioambientales, así como la explotación y mantenimiento de las instalaciones.

2.2. Sistemas de iluminación

Se pueden considerar cinco tipologías básicas en la iluminación de tiendas, que resultan complementarias entre sí, tales como la iluminación general, localizada, flexible, de ambiente y de acento.

Iluminación general

Se trata fundamentalmente de un alumbrado funcional que proporciona una luminosidad básica uniforme, con un adecuado nivel de iluminación y apropiada limitación del deslumbramiento con la finalidad de facilitar un buen rendimiento visual.

Este tipo de iluminación se consigue mediante una distribución uniforme de luminarias en la que se recomienda el encendido por grupos con sistemas de regulación, al objeto de incrementar su flexibilidad.

Iluminación localizada

Se trata de la iluminación de estanterías, anaqueles o zonas de acceso que requieren una iluminación localizada, que se utiliza para resaltar la mercancía expuesta o limitar las áreas de venta.

Iluminación flexible

Se utilizan tomas de corriente distribuidas uniformemente para la conexión de luminarias individuales, tales como tiras continuas o raíles electrificados, pudiendo conectarse en circuitos múltiples.

Las luminarias pueden ser adaptables a las diferentes necesidades ajustando su distribución de la luz o reparto de la intensidad luminosa, completando la iluminación flexible los sistemas de regulación del flujo luminoso.

Iluminación de ambiente

Es la iluminación diseñada para generar un entorno más agradable y cómodo, mediante la inserción de elementos decorativos luminosos. Estos elementos decorativos de iluminación de una tienda juegan un papel muy importante en la determinación de su ambiente.

Ello supone no solamente la utilización de luminarias de pie, de pared y candelabros, sino también de elementos, como son las bóvedas de luz, techos estrellados, cornisas y zócalos iluminados, proyecciones sobre superficies, etc.

Estos elementos también pueden emplearse para influir en el modelo de circulación en el interior del establecimiento y, de esta manera, llamar la atención e incluso destacar grupos de productos seleccionados.

Iluminación de acento

La iluminación de acento es la iluminación direccional instalada para realzar un producto y dirigir la atención del cliente para su observación.

La forma de los objetos y la textura de las superficies pueden hacerse más evidentes destacándolos de su entorno, utilizando la iluminación de acento, como complemento de la iluminación general.

Aumentando o disminuyendo la intensidad de la iluminación se puede crear un variado patrón de luces y sombras, con contrastes que sugieren dinamismo, de forma que cuanto más duras sean las sombras, más espectacular, dramático y agresivo será el efecto logrado.

2.3. Luz natural

La luz natural puede proporcionar parte de la iluminación, pero cambia de nivel y de composición espectral en el transcurso del tiempo y, por ello, proporciona una variación en el interior de la tienda de electrodomésticos.

Por otra parte, la luz natural puede llegar a crear un modelado específico y una distribución poco armoniosa de luminancias, debido a su flujo luminoso casi horizontal procedente de las ventanas laterales.

Las ventanas facilitan el contacto visual con el mundo exterior, que es deseado por la mayor parte de las personas, pero para reducir el posible deslumbramiento de las ventanas, deberá preverse un apantallamiento cuando sea apropiado, mediante toldos, cortinas, persianas, etc.

Tal y como se ha indicado la luz diurna varía su nivel de iluminación y temperatura de color en el transcurso del día, lo que produce efectos positivos sobre el estado de ánimo y la estimulación de las personas.

Estas influencias positivas también pueden lograrse con una iluminación artificial dinámica, no sólo en los cambios de niveles de iluminación, sino también en las variaciones de la temperatura de color, mediante luces más cálidas o más frías.

2.4. Niveles de iluminación

La Tabla 1 facilita a título informativo los niveles de iluminación adecuados recomendados para las distintas zonas de las tiendas de electrodomésticos, basados en la experiencia en proyectos de iluminación de este tipo de locales, por lo que dichos valores deben ser entendidos como una guía meramente orientativa.

2.5. Eficiencia Energética

Se considera conveniente limitar el valor de eficiencia energética VEE ($W/m^2/lux$) 100, como índice que evalúa la eficiencia energética de la instalación de iluminación en tiendas de electrodomésticos, recomendándose un valor máximo $VEE = 10$ para un factor de mantenimiento de la instalación también máximo $F_m = 0,8$, definido por la relación entre la iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación y la iluminancia media inicial.

TABLA 1. Niveles de iluminación.

ÁREA	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA DEL ESTABLECIMIENTO (1)	NIVEL (lux)
CIRCULACIÓN	Espacios no utilizados para exposición de productos, ni realización de transacciones	Media	200 - 700
ZONAS DE VENTA Y EXPOSICIÓN	Secciones de exposición de productos accesibles para el cliente	Media	250- 500
EXPOSITORES DE PRESENTACIÓN (2)	Géneros que requieren iluminación especial o de acento para diferenciarlos del entorno y atraer al cliente	Media	500 - 3000
ESCAPARATES			
	Áreas de alto nivel dentro de la ciudad Iluminación General Iluminación Especial o de Acento		hasta 2000 hasta 10000 (3)
	Áreas de segundo nivel o poblaciones pequeñas Iluminación General Iluminación Especial o de Acento		hasta 1000 hasta 5000 (3)
ZONAS DE TRANSACCIONES	Sectores donde se verifican precios y se efectúan transacciones		400-600
	Superficies de cobro, lectura y procesado de datos impresos o electrónicos		400-600
ZONAS PARA OTROS SERVICIOS	Almacenes		200-300
	Salas de arreglos y probadores		400-500
	Apartados de empaquetado		200-300

Notas:

- (1) Media: La compra es familiar. El cliente puede necesitar tiempo o ayuda para evaluar y decidir la compra.
- (2) Los niveles de iluminación deben ser medidos en el plano de la mercancía expuesta.
- (3) Dependiendo de la luz ambiente (natural o artificial) del entorno del escaparate.

El valor de eficiencia energética se define como la relación de la potencia instalada en vatios (W) y la superficie iluminada (S) en m², entre el nivel de iluminación en lux (E), multiplicado todo ello por 100, es decir:

$$VEE = \frac{W/S}{E} \cdot 100$$

A su vez, también se cumple que:

$$VEE = 100/E_{fl} \cdot F_u \cdot f_m$$

siendo:

E_{fl} = eficacia luminosa de las lámparas.

F_u = factor de utilización de la instalación.

f_m = factor de mantenimiento de la instalación.

Este valor VEE conjuga las características del local (dimensiones, colores, etc.), lámparas, luminarias, ópticas y equipos auxiliares, evaluando la eficiencia energética global de una instalación, de forma que cuanto más bajo es el valor de VEE, más eficiente es el sistema, dado que menor es el consumo energético.

En consecuencia, deberían utilizarse lámparas de buena eficacia luminosa, dotadas de equipos auxiliares de mínimas pérdidas, con luminarias de alto rendimiento y adecuada distribución de la intensidad luminosa, así como con factores de utilización y mantenimiento de la instalación elevados.

2.6. Proyecto de iluminación

Un planteamiento profesional es una condición básica para una buena iluminación. La normativa y recomendaciones existentes determinan el marco donde insertar la planificación para la iluminación de tiendas de electrodomésticos, pero no debe olvidarse que en las mismas no se limita el ingenio, la creatividad, el gusto ni el diseño.

La buena iluminación de tiendas y áreas comerciales es siempre el resultado de una planificación y diseño cuidado y escrupuloso. Ello significa asegurarse que ningún aspecto debe ser tenido en cuenta de forma aislada.

La inclusión y consideración de todos los puntos de vista –clientes, propietarios, vendedores, arquitectos, decoradores y diseñadores de interiores,

ingenieros luminotécnicos y eléctricos- son vitales para tener una visión global. Por esta razón, es importante acumular todos los datos, para posteriormente examinar y evaluar la totalidad y cada uno de ellos.

En consecuencia, una buena iluminación deberá plasmarse en un acertado proyecto de iluminación, documento técnico básico para alcanzar los objetivos previstos.

Dimensionamiento

Las instalaciones de iluminación de las distintas áreas particulares o zonas que constituyen las tiendas y áreas comerciales requieren realizar su diseño y proyecto, que exige el planteamiento y estudio previo de una serie de datos y parámetros iniciales tales como:

- ✿ Tipología de la tienda.
- ✿ Uso de las zonas a iluminar (escaparates, cajas, estanterías, etc.).
- ✿ Niveles de iluminación necesarios.
- ✿ Índice K del local o dimensiones del espacio a iluminar.
- ✿ Reflectancias de las paredes, techo y suelo de la tienda.
- ✿ Características y tipo de techo.
- ✿ Condiciones de la luz natural.
- ✿ Tipo de acabado y decoración.
- ✿ Mobiliario previsto.

Bien entendido que el índice del local K viene definido por la expresión:

$$K = \frac{L \cdot A}{H(L + A)}$$

siendo:

- L = longitud del local.
- A = anchura del local.
- H = altura útil de la instalación.

La siguiente fase para la redacción del proyecto de iluminación demanda establecer las correspondientes etapas de planificación.

Etapas de planificación

Las etapas de planificación que se considera deben ser tenidas en cuenta son las siguientes:

- ✿ Fijación del índice del local (K) utilizado en el cálculo.
- ✿ Determinación de las iluminancias.
- ✿ Señalamiento del factor de mantenimiento (F_m) previsto.
- ✿ Establecimiento de las clases de calidad e índice de deslumbramiento unificado (UGR_L).
- ✿ Elección de las lámparas en función del tono de luz, rendimiento de color y de la eficacia luminosa.
- ✿ Selección de luminarias y proyectores de acuerdo con el tipo de lámpara y criterios luminotécnicos (clase de distribución fotométrica, rendimiento, factor de utilización, control del deslumbramiento, etc.) y arquitectónicos.
- ✿ Consideración de las exigencias mecánicas y eléctricas de las luminarias y proyectores (tipos y grados de protección, seguridad eléctrica, etc.).
- ✿ Modo de instalación de las luminarias y proyectores (tipo de implantación).
- ✿ Aprovechamiento, cuando sea posible, de la luz natural.
- ✿ Delimitación de los criterios de distancia mínima entre la fuente luminosa y el objeto iluminado, al objeto de proteger de las altas temperaturas a las superficies y mercancías iluminadas.
- ✿ Cálculo de los valores de eficiencia energética.
- ✿ Implantación de los sistemas de filtros y protectores de luz contra las radiaciones ultravioletas (UV) e infrarrojas (IR), en orden a la protección de los productos y géneros expuestos en lo que respecta a la estabilidad del color y sensibilidad al calor.
- ✿ Indicaciones sobre los sistemas de control y regulación de la luz apropiados a las necesidades de la tienda de electrodomésticos, así como en lo relativo a las conexiones eléctricas idóneas.

2.6.1. Iluminancias

Las iluminancias deben calcularse en servicio, es decir, teniendo en cuenta la depreciación del flujo luminoso de las lámparas y las pérdidas por ensuciamiento de las luminarias, así como la reducción de los factores de reflexión de las superficies del local.

En general, puede considerarse un factor de mantenimiento $F_m = 0,8$ que implica unos niveles iniciales de iluminancia resultantes de multiplicar por 1,25 ($1/0,8$) los valores orientativos de la Tabla 1, para niveles en servicio con mantenimiento de la instalación.

Sin embargo, en el caso particular de luminarias que no permitan un adecuado mantenimiento periódico sin deterioros, debería considerarse un factor de mantenimiento de la instalación $F_m = 0,625$, que implica unos niveles iniciales de iluminación que son el resultado de multiplicar por 1,6 ($1/0,625$) los valores en servicio con mantenimiento de la instalación.

2.6.2. Procedimiento de cálculo

La cantidad de luminarias o las necesidades de flujo luminoso se pueden calcular, en un primer tanteo, mediante el método del factor de utilización, o recurriendo a tablas de iluminancias, en función de la altura de montaje de las luminarias, proporcionadas por los fabricantes de las mismas.

No obstante, el cálculo luminotécnico debe llevarse a cabo por el método punto por punto, bien manualmente o mediante un programa informático, solvente y fiable debidamente contrastado, asociado al método de cálculo.

2.6.3. Deslumbramiento molesto

El índice del deslumbramiento molesto directamente procedente de las luminarias de una instalación de iluminación interior se determinará utilizando el

método de tabulación del “Índice de Deslumbramiento Unificado” (UGR_L) propuesto por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), basado en la expresión:

$$UGR_L = 8 \log_{10} \left[\frac{0,25}{L_b} \sum_i^N \frac{L^2 \omega}{P^2} \right]$$

donde:

- ✿ L es la iluminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador, en cd/m^2 .
- ✿ ω es el ángulo sólido subtendido por las partes luminosas de cada luminaria y el ojo del observador (estereorradianes).
- ✿ P es el índice de posición de Guth para cada luminaria individual, que se relaciona con su desplazamiento en relación con el eje visual.
- ✿ N es el número de luminarias.
- ✿ L_b es la iluminancia de fondo en cd/m^2 , que se define como la luminancia uniforme de todo el entorno del campo visual, que produciría la misma iluminancia sobre un plano vertical en el ojo del observador, excluyendo la iluminancia producida directamente por las luminarias.

L_b se calcula mediante la fórmula:

$$L_b = E_i / \pi$$

donde E_i es la iluminancia indirecta en el ojo del observador, en lux.

La publicación CIE-117 de 1995 establece la fórmula UGR_L que proporciona la probabilidad más exacta posible de determinación del deslumbramiento molesto.

Sin embargo, en numerosos casos, un método simplificado utilizando las tablas de UGR_L facilita en la práctica resultados aceptables del deslumbramiento molesto, acordes con el cálculo directo obtenido mediante la fórmula de la CIE.

Es importante considerar que la escala de valores del deslumbramiento molesto UGR_L obtenidos utilizando la fórmula, se extiende desde 10 para la ausencia

de deslumbramiento hasta 31 para un deslumbramiento molesto intolerable, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto resulte el valor obtenido de UGR_L.

Desde el punto de vista práctico, la escala de valores de UGR_L es la siguiente:

10 - 13 - 16 - 19 - 22 - 25 - 28 - 31

dado que la experiencia ha demostrado que intervalos inferiores a 3 no resultaban significativos.

2.7. Confort visual

Para un buen rendimiento visual, entendido como expresión que cuantifica las aptitudes de una persona para detectar, identificar y analizar los detalles que entran en el campo de visión, las mediciones básicas son un nivel de iluminación apropiado y un deslumbramiento lo más reducido posible.

Cuanto más difícil es la tarea visual a desarrollar, tanto más alta tiene que ser la iluminancia: como mínimo una iluminancia media de 300 lux para la zona de venta y asimismo como mínimo 500 lux para los puestos de trabajo en las cajas. Todo ello de acuerdo con lo dispuesto en la norma UNE 12464 parte 1.

Un servicio regular de mantenimiento del sistema de iluminación garantiza que se conserva esta iluminancia necesaria -también en beneficio de la presentación de los productos y géneros expuestos -.

La correcta distribución de la luminancia o sensación de luminosidad influye esencialmente en el rendimiento y en el confort visual.

La distribución de luminancias en el campo de visión controla el nivel de adaptación de los ojos que afecta a la visibilidad de la tarea.

Es necesaria una luminancia equilibrada para aumentar:

- ✿ La agudeza visual (visión detallada tanto de cerca como de lejos).
- ✿ La sensibilidad al contraste (discriminación de diferencias de luminancia relativamente pequeñas).
- ✿ La eficiencia de las funciones oculares (tales como acomodación, convergencia, contracción de la pupila, movimientos del ojo, etc.).

Diferencias de luminancias excesivamente marcadas en el campo visual producen cansancio, ya que el ojo tiene que adaptarse continuamente deteriorándose el rendimiento visual y el bienestar; diferencias demasiado suaves transmiten una sensación de monotonía al local, que se considera igualmente desagradable al tiempo que aumenta el esfuerzo de concentración necesario para distinguir correctamente los objetos, incrementándose la fatiga.

La solución está en una distribución armoniosa y equilibrada de luminancias, en la que los objetos que se ven, gracias a la misma, resaltan y destacan notoriamente de su entorno.

Orientación en el local

La correcta distribución de la luz y la existencia equilibrada de sombras es necesaria para la clara percepción -modelado- de las formas de la mercancía y estructuras de las superficies, que subrayan el efecto plástico de los productos expuestos y con ello una orientación fácil del cliente en el local. Considerando que el modelado es el equilibrio entre la luz difusa y la luz direccional, las sombras equilibradas con márgenes suaves garantizan buenas condiciones visuales. En las tiendas, en las que incide la luz natural, la dirección de la intensidad luminosa procedente de las luminarias debería coincidir con la dirección de la luz natural.

Los criterios de modelado -capacidad de la iluminación para destacar formas y texturas- son de gran importancia en la iluminación de volumetrías en las tiendas y áreas comerciales.

No obstante, en determinadas tareas visuales, por ejemplo, donde se quiera examinar detalladamente superficies y texturas, se necesita la existencia marcada de sombras provocadas mediante una dirección de la luz convenientemente establecida. La instalación de luminarias individuales adicionales dotadas con haz de luz muy concentrado cubren esta necesidad. Las sombras también se prestan intencionadamente –pero con limitaciones– para marcar un determinado estilo: esbatimientos fuertes o ausencia de sombras difusas llaman así la atención como efectos luminosos especiales.

Por tanto, las sombras pronunciadas, como las obtenidas por un modelado duro sobre un área pequeña, se pueden utilizar para producir efectos dramáticos intencionados.

Evitar el deslumbramiento

El deslumbramiento -apreciación subjetiva del grado de incomodidad o incapacidad experimentado en la visión- merma el rendimiento visual y contrarresta el confort visual, produce inseguridad y cansancio prematuro. Por eso se debe limitar el deslumbramiento -sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión tanto en el local de venta como también en el escaparate- para no distraer la atención de los clientes y del personal. Se definen dos tipos de deslumbramiento: directo y reflejado.

El **Deslumbramiento directo** es el ocasionado directamente por las propias luminarias, insuficientemente apantalladas, debido a luminancias demasiado elevadas producidas por lámparas directamente visibles, o por la luz natural solar que incide de forma incontrolada a través de ventanas o lucernarios. Dicho deslumbramiento incomoda pudiendo llegar a incapacitar el campo visual del cliente.

Luminarias, lámparas o elementos luminosos en la línea de visión del cliente, deben tener un brillo controlado, de forma que se recomienda que la luminancia para los ángulos de visión críticos (de 45 a 85 °) sea inferior a 1500 cd/m².

Para áreas con monitores de televisión o pantallas de ordenador se considera recomendable que las luminarias tengan una luminancia inferior a 500 cd/m² para ángulos mayores de 65 ° tomados desde la vertical.

Como se ha señalado anteriormente en la publicación CIE -117 de la Comisión Internacional de Iluminación, para cuantificar el deslumbramiento directo procedente de las luminarias, se utiliza el método de tabulación del índice de deslumbramiento unificado (UGR_i), cuyos valores máximos se han adoptado en la Norma EN 12464 parte 1.

El **Deslumbramiento reflejado** se produce, según el ángulo de incidencia, fundamentalmente en las superficies brillantes debido a la reflexión ocasionada por lámparas o luminarias con luminancias excesivamente altas. El brillo del deslumbramiento por reflexión puede atraer la atención, pero su exceso resulta tan molesto como el deslumbramiento directo.

Además, el deslumbramiento reflejado reduce los contrastes que son imprescindibles para una visión inalterada y sin molestias. Para evitar reflexiones y deslumbramiento reflejado en las cajas informatizadas con pantalla de ordenador, son aplicables las prescripciones para puestos de trabajo equipados con pantallas de ordenador, que establece la Norma EN 12464 parte 1.

Equilibrio de luminancias

Conocida la adaptación del ojo a niveles de iluminación (lux) tan dispares como la luz solar de mediodía de verano, que puede llegar a 100.000 lux y los 0,5 lux que proporciona por la noche la luna llena, y que las iluminancias determinan sobre los productos iluminados luminancias nitidamente diferenciadas, el ojo, no obstante, necesita una adaptación al pasar de un nivel a otro, o lo que es lo mismo, de una luminancia a otra.

Entre las mercancías y géneros situados en el campo visual, debe existir un adecuado equilibrio de luminancias, ya que si se sobrepasan los límites por exceso aparece el efecto de deslumbramiento, con el consiguiente deterioro de las

prestaciones visuales y el bienestar. Si por el contrario, no se alcanzan los límites por defecto, se produce monotonía y aumenta el esfuerzo del cliente para distinguir correctamente los objetos expuestos, incrementándose su fatiga.

El valor de la luminancia se obtiene al multiplicar la iluminancia por el grado de reflexión de las superficies iluminadas. En el caso de superficies perfectamente difusas ($L = \rho E/\pi$) las luminancias (luminosidad o brillo) son uniformes desde cualquier dirección de observación, no dependiendo de la dirección de iluminación.

En el caso de superficies especulares -espejos y escaparates- la luminancia varía con la dirección de observación, el tamaño, posición e intensidad luminosa suministrada por la lámpara, así como con el grado de especularidad de la superficie vista.

Se consigue una adecuada adaptación visual mediante idóneas relaciones o equilibrio de luminancias entre la tarea visual y su entorno. Los límites máximos recomendados son los siguientes:

Tarea y alrededores inmediatos	5 a 1
Tarea y fondo general	15 a 1
Luminaria y entorno	30 a 1
Dos puntos cualesquiera	50 a 1

Cuando las reflectancias de las superficies iluminadas no pueden ser seleccionadas, el control se debe realizar optimizando la orientación, posición y luminancia de las luminarias, así como la iluminancia sobre las distintas superficies.

En el equilibrio de luminancias no sólo debe tenerse en cuenta la iluminación artificial: también la luz natural puede descompensarlo, de forma que cuando el nivel de luz natural sea excesivo, se debe reducir con apantallamientos, toldos, cristales opales, persianas, etc.

Por otra parte, no debe olvidarse que la reflexión de fuentes de luz en superficies transparentes o especulares, como espejos, escaparates y mostradores,

puede causar deslumbramiento y la disminución de la visibilidad de los objetos expuestos.

2.8. La luz y el color

La luz y el color determinan el ambiente de un local, produciendo en el observador reacciones psíquicas o emocionales. El color es uno de los medios más firmes para atraer, crear ambiente, guiar al cliente y estimular la venta.

Aún cuando no existen normas permanentes para elegir un color apropiado para lograr un efecto determinado, pueden considerarse una serie de experiencias en las que se ha comprobado las sensaciones que producen en las personas determinados colores.

Una de las primeras sensaciones es la de calor o frío, de ahí que se hable de “colores cálidos” y “colores fríos”. Los colores cálidos son los que en el espectro visible van desde el rojo al amarillo verdoso y los fríos desde el verde al azul, denominando “colores neutros” a los grises. Un color será más cálido o más frío de acuerdo con su tendencia hacia el rojo o hacia el azul, respectivamente.

La claridad del color también tiene unos efectos psicológicos. Los colores claros animan y dan sensación de ligereza, mientras que los colores oscuros deprimen y producen impresión de pesadez.

Por otra parte, cuando se combinan dos o más colores y producen un efecto agradable, se dice que hay una proporción y correspondencia entre ellos. La armonía de colores se produce, pues, eligiendo una adecuada combinación de colores que resulte agradable y hasta placentera para las personas.

2.8.1. Composición Espectral de la luz

Se utiliza el término “espectro” para determinar todas las longitudes de onda que caracterizan una radiación electromagnética, como es el caso de la luz.

La característica que distingue las radiaciones visibles es fundamentalmente su longitud de onda. Sólo las radiaciones comprendidas entre longitudes de onda de 300 a 1000 nm pueden percibirse por el ojo humano y, por lo tanto, cabría clasificarlas como radiaciones luminosas.

Pero estos límites no son invariables, pues no todas las personas poseen la misma sensibilidad visual. En la mayoría de los casos, los límites de percepción sólo alcanzan desde 380 nm (violeta) hasta 760 nm (rojo). Estos límites no son absolutos, dependiendo de diversos factores como la intensidad energética, el individuo y el grado de fatiga del ojo en el momento de la percepción.

Las zonas del espectro visible correspondiente a los distintos colores son las siguientes:

Violeta	380 a 450 nm
Azul	450 a 490 nm
Verde	490 a 550 nm
Amarillo	550 a 590 nm
Naranja	590 a 630 nm
Rojo	630 a 760 nm

Estos límites en las longitudes de onda para pasar de un color a otro no tienen un carácter absoluto, por cuanto dicho paso se efectúa de forma insensible.

Las longitudes de onda de las radiaciones ultravioletas están comprendidas aproximadamente entre 10 y 380 nm, mientras que el dominio de las radiaciones infrarrojas se sitúa en el intervalo entre 760 nm y 10⁶ nm aproximadamente.

Por otra parte, la sensibilidad del ojo humano no es la misma para radiaciones de distintas longitudes de onda, comprendidas dentro del espectro visible. La máxima sensibilidad tiene lugar en la llamada radiación de Langley, situada entre 500 y 600 nm, que corresponde al color amarillo verdoso.

Como consecuencia de la distribución espectral de las emisiones de una lámpara aparecen dos conceptos luminotécnicos cuyos efectos deben ser claramente comprendidos y diferenciados. Éstos son:

- ✿ Tono de luz o temperatura de color.
- ✿ Reproducción cromática.

2.8.2. Tono de Luz o Temperatura de Color

El tono de luz o temperatura de color, es el aspecto general del ambiente que proporciona la iluminación, y puede ser cálido, neutro o frío. Dadas las diferentes fuentes de luz que existen dentro del campo del alumbrado artificial y la importancia del efecto psicológico del color de las mismas, se vio la necesidad de establecer un criterio para poder distinguir el tono o color de la luz emitida por cada una de las fuentes.

Una clasificación que diferencia las condiciones de la luz en lo relativo a su tono o temperatura de color es la siguiente:

- ✿ Tono de luz blanco cálido (bc), con una temperatura de color correlacionada $T_c < 3300$ K, adecuado para un ambiente relajante y tranquilo en el local.
- ✿ Tono de luz blanco neutro (bn), con temperaturas de color correlacionadas comprendidas entre 3300 y 5300 K, idóneo para un ambiente de trabajo práctico y activo en la sala.
- ✿ Tono de luz blanco luz día (frío) (bf), o tonos fríos $T_c > 5300$ K, apropiado principalmente para tareas visuales de elevada concentración con altos niveles de iluminación. Por ejemplo, control y revisión de colores, con iluminancias por encima de 1000 lux.

2.8.3. Reproducción Cromática

El color es aquella cualidad de los objetos de absorber unas determinadas longitudes de onda del espectro visible y reflejar otras. Así, un cuerpo de color azul absorbería toda la energía recibida en todas las longitudes de onda excepto la banda o intervalo correspondiente al color azul que, al ser reflejada, produce la sensación visual de ese color.

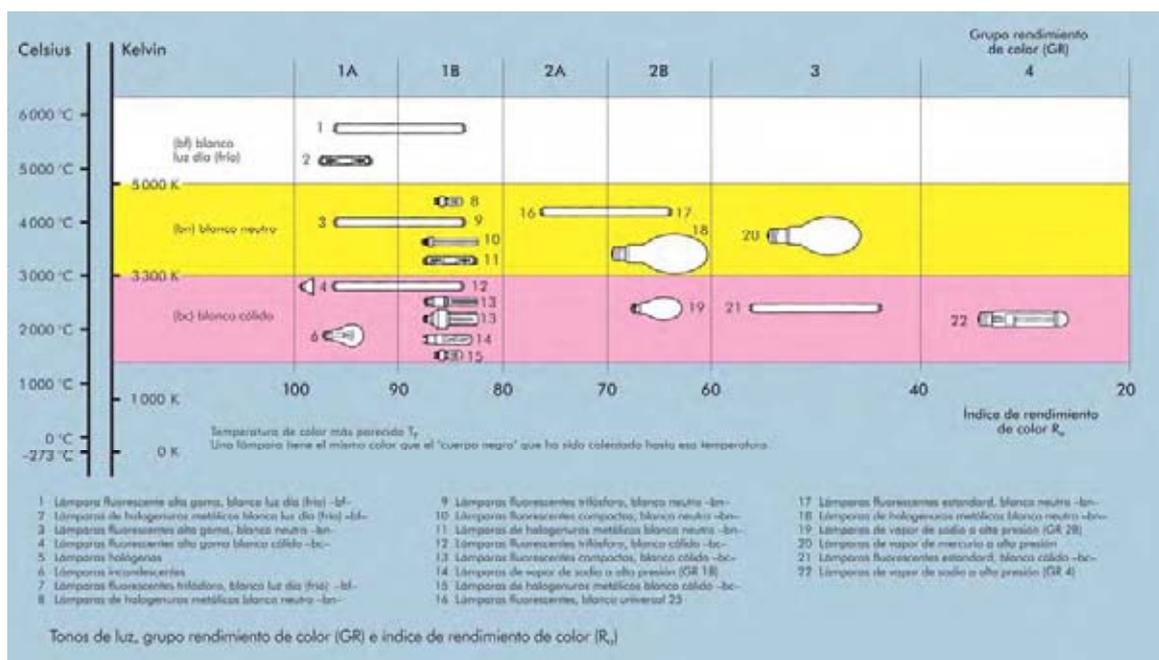
El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas de dicho objeto.

La fuente de luz perfecta emitiría la misma cantidad de energía en cada longitud de onda del espectro visible: es el caso de la luz natural para la que “está proyectada” la visión del ojo.

Las propiedades de reproducción del color de las lámparas marcarán la exactitud de la percepción del color y se describen mediante el índice (Ra), como porcentaje referido a una fuente de luz ideal. Este índice de reproducción de color (Ra) se clasificaría en grupos que irían de > 90 (muy buena) a < 40 (muy baja).

Los grupos de rendimiento de color, según la Norma DIN 5035 son los siguientes:

Grupo de Rendimiento de Color (GR)	Índice Rendimiento de Color (Ra)
1A	Ra ≥ 90
1B	80 – 89
2A	70 – 79
2B	60 – 69
3	40 – 59
4	Ra < 40



2.9. Lámparas

- 1) Funcionando con balasto electrónico, la eficacia luminosa aumenta entre 81 - 100 lm/W.
- 2) Funcionando con balasto electrónico, la eficacia luminosa aumenta entre 63 - 75 lm/W.
- 1+2) La potencia consumida desciende, según cada caso, de 18W a 16 W, de 36 W a 32 W y de 58 W a 50 W.
- 3) 40 W y 55 W únicamente con balasto electrónico.
- 4) Funcionamiento únicamente con balasto electrónico
 - 1 Lámparas fluorescentes trifósforo Ø 26 mm.
 - 2 Lámparas fluorescentes alta gama Ø 26 mm.
 - 3 Lámparas fluorescentes trifósforo Ø 16 mm 4) alta eficacia luminosa.
 - 4 Lámparas fluorescentes trifósforo Ø 16 mm 4) alto flujo luminoso.
 - 5 Lámparas fluorescentes compactas de 2, 4, 6 tubos.
 - 6 Lámparas fluorescentes compactas de 4 tubos.
 - 7 Lámparas fluorescentes compactas de 2 tubos.
 - 8 Lámparas de inducción.
 - 9 Lámparas de inducción.
 - 10 Lámparas de halogenuros metálicos con casquillo unilateral.
 - 11 Lámparas de halogenuros metálicos con dos casquillos.

Tipo lámpara Características	Lámparas fluorescentes tubulares				Lámparas fluorescentes compactas			Lámparas de inducción		Lámparas de halogenuros metálicos	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Potencia eléctrica (Wattios) desde hasta	18 58	18 58	14 35	24 60	5 57	18 36	18 55 (3)	55 165	100 150	35 150	70 400
Flujo luminoso (Lumen) desde hasta	1350 5200	1000 3750	1100 3300	1600 6150	250 4300	1100 2800	1200 4800	3500 12000	8000 12000	3300 14000	6500 3600
Eficacia luminosa (Lumen/Wattios) desde hasta	75 (1) 90 (1)	56 (2) 65 (2)	79 97	67 77	50 75	61 78	67 88	65 73	80	87 93	90 91
Color de la luz	bc, bn, bf	bc, bn, bf	bc, bn, bf	bc, bn, bf	bc, bn	bc, bn	bc, bn	bc, bn	bc, bn	bc, bn	bc, bn
Grupo de rendimiento de color (GR)	1 B	1 A	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 A, 1 B	1 A, 1 B
Casquillo	G13	G13	G5	G5	G23/24 2G7 Gx24	2G10	2G11	Especial	Especial	G 8,5 G12	Rx7s Fc2

- 12 Lámparas de vapor de sodio a alta presión color muy mejorado.
- 13 Lámparas halógenas de 230 V con bulbo de envoltura.
- 14 Lámparas halógenas de 230 V con reflector de aluminio.
- 15 Lámparas halógenas de 230 V con reflector de aluminio o de haz frío.
- 16 Lámparas halógenas de 230 V sin bulbo de envoltura.
- 17 Lámparas halógenas de 230 V sin bulbo de envoltura.
- 18 Lámparas halógenas de 230 V con dos casquillos.
- 19 Lámparas halógenas de baja tensión con casquillo de clavijas.
- 20 Lámparas halógenas de baja tensión con casquillo de clavijas IRC.
- 21 Lámparas halógenas de baja tensión con reflector Ø 51 mm.
- 22 Lámparas halógenas de baja tensión con reflector de haz frío Ø 51 mm.
- 23 Lámparas halógenas de baja tensión con reflector de aluminio Ø 111 mm.
- 24 LED's.

Tipo lámpara Características	Vapor sodio alta presión	Lámparas halógenas 230 V						Lámparas halógenas de baja tensión					LED's
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potencia eléctrica (Wattios) desde hasta	35 100	25 250	40 100	50	25 75	25 250	60 2000	5 100	35 50	20 50	20 50	35 100	0,7 1,5
Flujo luminoso (Lumen) desde hasta	1300 5000	260 4300	- -	- -	230 1100	230 4300	840 44000	60 2200	900 1260	- -	- -	- -	18 27
Eficacia luminosa (Lumen/Wattios) desde hasta	39 52	10 17	- -	- -	9 15	9 17	14 22	12 22	25 26	- -	- -	- -	13 23
Color de la luz	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	-
Grupo de rendimiento de color (GR)	1 B	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	-
Casquillo	PG12	E14 E27	E14 E27	GZ10 GU10	G9	B15d	R7s	G4 GY 6, 35	GY 6, 35	GU 5, 3	GU 5, 3	G53	Especial

bc = blanco cálido

temperatura de color menor de 3.300 K

bn = blanco neutro

temperatura de color 3.300 hasta 5.300 K

bf = blanco luz día (frío)

temperatura de color mayor de 5.300 K

Para lograr una iluminación acertada es primordial una elección adecuada de las lámparas a instalar. La tabla orienta sobre los tipos de lámparas más importantes y se especifican los parámetros correspondientes a la potencia, flujo y eficacia luminosa mediante valores desde/hasta. Cifras exactas relativas a lámparas concretas, así como datos técnicos adicionales y complementarios, como, por ejemplo, respecto a la vida útil de la lámpara, pueden consultarse en la documentación técnica proporcionada por el fabricante.

La potencia eléctrica indica, los vatios (W) que consume la lámpara. Para el funcionamiento de lámparas de descarga (lámparas 1 hasta 12) se necesita la instalación de balastos, que consumen una potencia eléctrica adicional. Estas pérdidas debidas a los balastos no están consideradas en las tablas, con excepción de las indicaciones de potencia de las lámparas de inducción (8, 9).

El flujo de luz en lumen (lm) es la cantidad de luz emitida por la lámpara hacia todas las direcciones. La eficacia luminosa en lumen/vatio indica con qué eficiencia la lámpara produce la luz. Cuanto mayor es la relación lm/W, tanto mejor transforma la lámpara la potencia eléctrica en emisión de flujo luminoso.

Las lámparas tienen diferentes colores o tonos de luz, según su temperatura de color (véase nota en la parte inferior de la tabla), blanco cálido (bc), blanco neutro (bn) o blanco luz día (frío) (bf).

La evaluación de la cualidad para la reproducción de color de los objetos iluminados por las lámparas, se basa en el índice general de reproducción de color Ra. El valor máximo es de Ra = 100. Cuanto más reducido es su índice de reproducción de color, tanto peor es la reproducción de color de los objetos iluminados por la lámpara.

Como se ha señalado con anterioridad para una aplicación práctica, la Norma DIN 5035 divide los índices Ra en seis grupos de rendimiento de color (GR): 1 A (Ra ≥ 90) 1 B (Ra = 80 hasta 89), 2 A (Ra = 70 hasta 79), 2 B (Ra = 60 hasta 69), 3 (Ra = 40 hasta 59) y 4 (Ra < 40).

Mediante el casquillo se efectúa la conexión mecánica con la luminaria y sirve para la alimentación eléctrica de la lámpara. Básicamente se diferencian en casquillos de rosca, por ejemplo, todos los casquillos E y de clavijas.

Las lámparas fluorescentes trifósforo son las fuentes de luz más adecuadas para la iluminación general de locales de venta y escaparates. Las lámparas tubulares de diámetro 26 mm (1) o 16 mm (3,4) tienen una vida útil larga y una alta eficacia luminosa. Utilizando balastos electrónicos funcionan con una eficiencia energética aún mayor. En el caso de lámparas de Ø 16 mm resulta indispensable la utilización de un balasto electrónico. Los balastos electrónicos (BE) de arranque en caliente alargan la vida útil de estas lámparas.

Existen lámparas fluorescentes trifósforo en todos los tonos o colores de luz. El rendimiento de color es muy bueno (Grupo 1 B). Las lámparas de Ø 26 mm denominadas "alta gama" (2) tienen cualidades de reproducción de color aún mejores (Grupo 1 A) pero, sin embargo, su eficacia luminosa máxima 65 lm/W es claramente inferior a las fluorescentes trifósforo.

Equipadas con los correspondientes balastos electrónicos, el flujo luminoso emitido por las lámparas fluorescentes trifósforo y las "alta gama" se puede regular.

En la iluminación general y de acento se utilizan también las económicas lámparas fluorescentes compactas con gran variedad de ejecuciones y formas de construcción. Debido a sus reducidas dimensiones, estas lámparas (5) resultan más adecuadas para luminarias pequeñas de pared y techos, así como también para *downlights* de empotrar cuando exista escasa profundidad de empotramiento en el techo, por lo que estas lámparas han conquistado casi todos los campos de aplicación, principalmente los que en el pasado habían sido reservados para la lámpara incandescente.

Las construcciones planas (6, 7) de las lámparas fluorescentes compactas constituyen, sobre todo, alternativas de la lámpara fluorescente trifósforo tubular.

Las lámparas fluorescentes compactas tienen similares cualidades positivas que las lámparas fluorescentes trifósforo: una larga vida útil, alta eficacia luminosa, aunque ligeramente inferior, muy buen rendimiento de color (Grupo 1 B).

Algunas de ellas existen también en versión “alta gama” Los tonos o colores de luz disponibles son: blanco cálido (bc), blanco neutro (bn) o blanco luz día (frío) (bf). Las lámparas conectadas a balastos electrónicos (BE) son regulables lo que permite obtener una eficiencia energética aún mayor. Tienen un casquillo de 4 clavijas.

Debido a que carecen de componentes que sufran desgaste como, por ejemplo, el filamento incandescente o los electrodos, las lámparas de inducción (8, 9) tienen una vida útil extraordinariamente larga (hasta 60.000 horas de funcionamiento) por lo que su reposición exige una frecuencia notablemente inferior.

Por eso, dichas lámparas son muy adecuadas en instalaciones con techos de difícil acceso como, por ejemplo, encima de escaleras automáticas o en centros comerciales de techo muy alto. Estas lámparas de descarga de alta potencia generan la luz según el principio de inducción electromagnética y de descarga en gases.

Las lámparas de halogenuros metálicos (10, 11) conjugan una forma compacta, junto con una gran eficacia luminosa, muy buena reproducción de color y larga vida útil para convertirse en fuentes de luz de gran intensidad luminosa y económicas para la iluminación de acento. Estas lámparas de casquillo unilateral o con dos casquillos son apropiadas también para la iluminación general. El tono o color de la luz es: blanco cálido (bc) o blanco neutro (bn). Casi todas las lámparas de halogenuros metálicos disponen de un bulbo que absorbe las radiaciones ultravioletas (UV).

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión (12) destacan por su luz, especialmente cálida sin emisión de radiaciones ultravioletas (UV) y por una alta eficacia luminosa. Se han desarrollado lámparas con muy buen rendimiento de color (Grupo 1 B) para su utilización en locales de venta y en escaparates. Son adecuadas tanto para la iluminación general como para la de acento.

Las lámparas halógenas son imprescindibles para un refinado diseño de la iluminación. Sus méritos son la luz agradablemente fresca, de color blanco cálido (bc) extraordinariamente brillante y la óptima reproducción de color (Grupo 1 A).

Comparada con las lámparas incandescentes habituales y estándar su eficacia luminosa es superior. Su éxito, especialmente en la iluminación de acento, se debe a que se puede concentrar la luz halógena de manera extrema.

Las lámparas halógenas están disponibles en múltiples formas de construcción y potencias. Básicamente se deben diferenciar las lámparas halógenas para tensión de la red (230 voltios) y las lámparas halógenas de bajo voltaje (predominantemente 12 voltios, también 6 ó 24 voltios), las cuales se deben conectar en serie con un transformador convencional o electrónico.

Las lámparas de 230 V pueden regularse sin limitaciones. En el caso de lámparas de baja tensión su regulación requiere combinaciones especiales de regulador/transformador.

Para reducir el consumo de energía, es conveniente elegir lámparas halógenas con recubrimiento de IRC (*infra-red coating*). En las lámparas rectas (18) y en lámparas de bajo voltaje (20) la técnica de IRC, con el mismo flujo luminoso, reduce el consumo de energía hasta en un 45 %. El recubrimiento especial del bulbo de la lámpara refleja una parte de la radiación de calor emitido por el filamento incandescente de nuevo al mismo.

Las lámparas halógenas para tensión de la red (230 V) con casquillo E 27 (13) o E 14 (no aparece en la fotografía) tienen bulbos transparentes o mates. Son lámparas adecuadas universalmente para su utilización en *downlights*, bañadores de pared o para luminarias decorativas.

Las lámparas halógenas de 230 V con reflector de aluminio existen con casquillo de rosca E 27 (14) y E 14 (no aparece en la fotografía) o con casquillo de clavijas GU10/GZ10 (15). Los ángulos de irradiación de los reflectores calculados por ordenador miden 10 °, 25 °, 30 ° o 50 °. La lámpara con casquillo de clavijas tiene, como alternativa, un reflector de haz frío, para proteger materiales sensibles al calor: el reflector biselado (espejo de luz fría) reduce la radiación de calor en el haz de luz en dos terceras partes; el calor extraído se desvía a través del reflector hacia la parte posterior del mismo.

Las lámparas halógenas para tensión de la red sin reflector (16, 17) tienen dimensiones especialmente reducidas. Se utilizan en su mayoría en luminarias con reflector integrado.

Las lámparas halógenas de doble casquillo (18) para tensión de la red (230 V) se deben utilizar en luminarias con difusor de cristal de seguridad. Su flujo de luz blanco cálido (bc) tiene un efecto muy agradable iluminando paredes, techos o cuadros con gran superficie.

Las lámparas halógenas de bajo voltaje sin reflector (19, 20) tienen un tamaño aún menor que sus homólogas de 230 Voltios. Se pueden utilizar sin recubrir (por ejemplo: "cielo de estrellas") o en luminarias con reflector integrado.

Los ángulos de emisión de la luz de las lámparas halógenas de bajo voltaje con reflector alcanzan desde 3 ° hasta 60 °, desde spot (haz estrecho) hasta (haz amplio). Los reflectores son de vidrio biselado o de aluminio. Las medidas de reflector, en caso de las lámparas de reflector de vidrio (21), que se utilizan con más frecuencia, son de diámetro de 35 ó 51 mm (en la fotografía). Lo mismo es válido también para lámparas con reflector de luz fría (22). Este reflector especial reduce la radiación de calor en el haz de luz en un 66 %. El diámetro de la lámpara con reflector de aluminio (23) mide 48, 70 ó 111 mm.

Los Diodos de luz (24), abreviado LED's (*Light Emitting Diodes*) hasta ahora se han utilizado, sobre todo, como indicadores de estado y de señales en instrumentos eléctricos y electrónicos y más recientemente en semáforos. Actualmente, estos chips de semiconductores luminosos también se prestan para ejecutar determinadas instalaciones de iluminación. La fotografía muestra LED's en una placa de circuito impreso flexible.

Existen LED's en muchos colores, por ejemplo, en azul, verde, amarillo, naranja y rojo. La aparición de LED blanco, basado en el mismo principio de funcionamiento que la fluorescencia, un emisor en azul o ultravioleta y un compuesto de fósforo que transforma parte de la radiación en visible, va a acelerar la incorporación de los LED's en la iluminación de interiores.

El LED blanco posee una tonalidad blanco luz día (frio) (6.000 K) y tiene cada vez mejores cualidades de reproducción de color. Los campos de aplicación para los LED's actualmente más importantes se encuentran en la iluminación de orientación y de efectos especiales.

Los LED's tienen una vida útil muy larga, que oscila entre 50.000 y 100.000 horas dependiendo del color, teniéndose que reponer raras veces. Tienen un tamaño extraordinariamente pequeño, con una alta intensidad luminosa en tensiones bajas y en flujos muy reducidos, son altamente resistentes a golpes y no emiten ni radiaciones infrarrojas (IR), ni ultravioletas (UV), con bajos consumos y generación de calor.

2.10. Luminarias

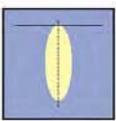
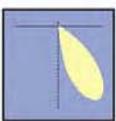
Las luminarias son aparatos que sirven para la distribución, el filtrado o la transformación de la luz emitida por las lámparas, incluidos los componentes necesarios para la fijación, la protección y el funcionamiento de las lámparas (Norma UNE - EN 60598).

Para la descripción de una luminaria se utilizan frecuentemente los lugares de montaje o de ubicación: luminarias empotrables y adosadas, luminarias suspendidas, proyectores instalados en sistemas de suspensión por cables o barras o en raíles electrificados, luminarias de mesa, de pie, etc. Adicionalmente se distinguen las luminarias según su forma y la cantidad y el tipo de las lámparas que se instalan en ellas.

El tipo de luminarias viene determinado por su clase fotométrica o distribución espacial de la intensidad luminosa.

Para la iluminación general se consideran convenientes las distribuciones de luz extensivas y/o difusas, mientras que para la iluminación de acento se estiman adecuadas las distribuciones intensivas orientables. Para iluminación perimetral, de estanterías y de expositores se estima recomendable las distribuciones asimétricas.

En el caso de iluminación general para grandes alturas resulta idónea la distribución intensiva. Todo lo cual se especifica a continuación.

Clase de distribución		Aplicación
Difusa		Iluminación general
Extensiva		Iluminación general
Intensiva		Iluminación general para grandes alturas
Asimétrica		Iluminación perimetral Iluminación de estanterías y expositores
Intensiva orientable		Iluminación de acento

La forma de la distribución de la luz de una luminaria depende del tipo de lámpara con el que esté equipada y del componente óptico que incorpore: celosía, reflectores, lentes, diafragmas, pantallas, etc.

En función del tipo de distribución luminosa del haz con que se ilumine un objeto, se obtienen resultados muy diferentes. En un objeto de textura, la luz dirigida resaltará sus formas, mientras que la luz difusa las disimulará. En algunos casos es recomendable que las sombras no sean demasiado marcadas, ya que endurecen las formas.

2.10.1. Criterios de selección

La selección de las luminarias depende de la elección de las lámparas y de la clase de distribución luminosa requerida, de acuerdo con el tipo de iluminación adoptado por lo que un papel importante en la decisión lo tienen, además del perfil del establecimiento la tipología constructiva.

2.10.2. Protección contra la Descarga Eléctrica

Las luminarias serán de Clase I, Clase II o Clase III. Las de Clase I son las que poseen un aislamiento principal y cuyas partes metálicas accesibles están interconectadas y unidas a un borne de tierra.

Las luminarias Clase II son aquellas cuya construcción es tal que todo defecto entre las partes bajo tensión y las partes accesibles es improbable. La realización más común es la del doble aislamiento, es decir, un segundo aislamiento – denominado suplementario- rodeando o envolviendo al aislamiento principal.

La Clase III concierne a las luminarias y materiales alimentados a una tensión como máximo de 50 voltios en corriente alterna, mediante un transformador de seguridad y en las condiciones de instalaciones definidas para la muy baja tensión de seguridad, o en 120 voltios en corriente continua. La Clase III es de utilización en los aparatos de alumbrado manual.

2.10.3. Grados de Hermeticidad

La envolvente de la luminaria es un elemento que proporciona protección a los materiales y equipos situados en su interior contra las influencias externas. Su grado de protección es el nivel de seguridad suministrado contra el acceso a las partes peligrosas, así como contra la entrada de cuerpos sólidos extraños y agua.

Los grados de protección de las envolventes, que se verifican mediante métodos de ensayo normalizados, están simbolizados:

- ✿ Por una parte, por la protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos, mediante el denominado código IP que consta de dos cifras.
 - La primera que se refiere a la protección contra la penetración de cuerpos sólidos.
 - La segunda que atañe a la protección contra la penetración de líquidos.

Dicho código se encuentra contemplado en una norma que determina la forma de ejecutar los ensayos para su verificación.

Código IP: UNE 20324 equivalente a la Norma europea EN 60529

Grados de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos

1ª cifra: protección contra la penetración de cuerpos sólidos		2ª cifra: protección contra la penetración de agua	
IP	Tests	IP	Tests
0	 $\varnothing 50 \text{ mm}$ No protegida	0	No protegida
1	 $\varnothing 50 \text{ mm}$ Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	1	 Protegida contra caída vertical de gotas de agua
2	 $\varnothing 12,5 \text{ mm}$ Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm	2	 15° Protegida contra caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°
3	 $\varnothing 2,5 \text{ mm}$ Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 2,5 mm	3	 60° Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
4	 $\varnothing 1 \text{ mm}$ Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 1 mm	4	 Protegida contra las proyecciones de agua
5	 Protegida contra la penetración de polvo	5	 Protegida contra los chorros de agua
6	 Totalmente estanco al polvo	6	 Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa
		7	 15 cm 15 min Protegida contra los efectos de la inmersión
		8	 Protegida contra la inmersión prolongada

🌟 Código IP

La 1ª cifra del código IP indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, de forma que se impida o limite la penetración de una parte del cuerpo humano en el interior de la envolvente de la luminaria, al tiempo que se garantiza simultáneamente la protección del equipo eléctrico situado en su interior contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

La 2ª cifra característica señala la protección del equipo en el interior de la envolvente de la luminaria contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

Ambas cifras características están escalonadas de menor a mayor grado de protección respectivamente contra la penetración de cuerpos sólidos y la de líquidos, de forma que las cifras más bajas implican menos protección que las más elevadas.

Puede darse el caso que una determinada luminaria proporcione dos grados de protección diferentes en función de la posición de montaje de la misma. En este supuesto, siempre deberá indicarse este aspecto en las instrucciones que suministre el fabricante.

El marcado del grado de protección IP en las envolventes suele consistir en adoptar la forma de las mismas cifras, por ejemplo "IP 54". No obstante, en algunas ocasiones las cifras características pueden sustituirse por símbolos como se indica en la tabla siguiente:

SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA LOS GRADOS DE PROTECCIÓN.

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una inclinación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación			

2.10.4. Impacto Mecánico

Código IK

La protección contra impactos mecánicos externos, se lleva a cabo mediante el código IK, seguida de una cifra que corresponde a la energía en julios del choque mecánico que puede soportar la envolvente de la luminaria, y se ajustará a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 50102.

El código IK se designa con un número graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el número va aumentando indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Aún cuando este número siempre está constituido por dos cifras, como por ejemplo, el grado de protección IK 05, solamente se quiere indicar que es el número 5.

A pesar de que se trata de un sistema que puede usarse para la gran mayoría de los tipos de equipos eléctricos, no se puede suponer que todos los grados de protección posibles les sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

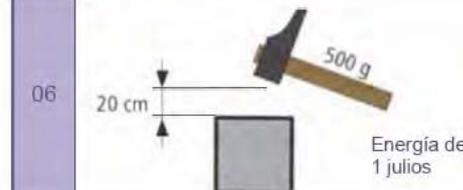
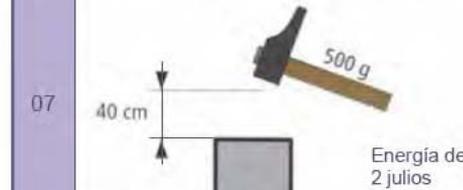
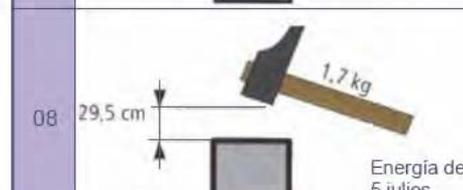
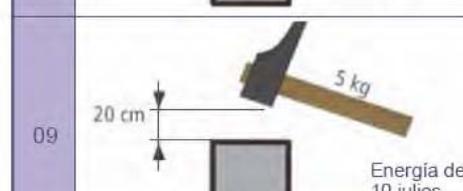
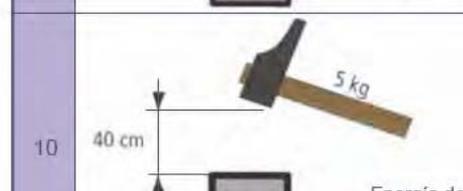
Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente de la luminaria en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, esto debe indicarse por separado en las instrucciones o documentos del fabricante de la envolvente.

Rendimiento

El rendimiento de una luminaria (η) se define como la relación entre el flujo luminoso total emitido por la luminaria y la suma de los flujos luminosos de las lámparas individuales instaladas en su interior.

Para la iluminación general se recomienda que, como mínimo, el rendimiento de la luminaria sea $\eta = 0,60 - 0,70$. En la iluminación de acento, dicho valor mínimo aconsejable será $\eta = 0,45 - 0,50$.

Grados de protección contra los impactos mecánicos

IK	Test
01	 <p>Energía de choque: 0,15 julios</p>
02	 <p>Energía de choque: 0,20 julios</p>
03	 <p>Energía de choque: 0,35 julios</p>
04	 <p>Energía de choque: 0,50 julios</p>
05	 <p>Energía de choque: 0,70 julios</p>
06	 <p>Energía de choque: 1 julios</p>
07	 <p>Energía de choque: 2 julios</p>
08	 <p>Energía de choque: 5 julios</p>
09	 <p>Energía de choque: 10 julios</p>
10	 <p>Energía de choque: 20 julios</p>

El rendimiento de una luminaria (η) depende fundamentalmente del tipo de fuente de luz, de la calidad del sistema óptico y del diseño del mismo que incorpore la luminaria.

Se implantarán aquellas luminarias cuyo rendimiento (η) sea elevado, con la clase de distribución luminosa adecuada a la aplicación que se precisa y, en todo caso, de alta eficacia fotométrica.

2.10.5. Factor de Utilización

Se define el factor de utilización (F_u) como la relación entre el flujo útil procedente de la luminaria que incide sobre el plano de trabajo o zona a iluminar, por ejemplo, una estantería, y el flujo emitido por la totalidad de las lámparas instaladas en la luminaria.

El tipo de curva de distribución de las intensidades luminosas determina el nivel de aprovechamiento de la luz emitida por la luminaria. Distintas tareas y dispares factores geométricos del local exigen diferentes distribuciones de luz, para optimizar la iluminación a la función requerida.

El factor de utilización es función de los siguientes parámetros:

- ✿ Tipo de lámpara.
- ✿ Características geométricas del local (k).
- ✿ Rendimiento de la luminaria (η).
- ✿ Clase fotométrica de la luminaria (distribución espacial de la intensidad).
- ✿ Modo de instalación de las luminarias en el local (implantación).
- ✿ Factores de reflexión de las paredes, techo del local y plano útil iluminado.

Para la iluminación general se recomienda que el factor de utilización no sea inferior al 25 %, con un valor medio del 35 %.

Para la iluminación de acento los diagramas de distribución de la intensidad luminosa informan sobre la luminaria que mejor cumple los requerimientos deseados.

Por tanto, el examen y valoración de dichos diagramas suministrados por los fabricantes constituyen la guía para elegir la luminaria más eficiente para la iluminación en estudio.

2.10.6. Criterios de Selección

La calidad luminotécnica, la rentabilidad, la seguridad y la comodidad del montaje son aspectos importantes de la fabricación de luminarias. A mayor abundamiento, las luminarias técnicas de alta calidad cumplen las exigencias más elevadas en consonancia con una conformación moderna: su diseño –o sea el volumen del cuerpo, forma de su superficie y color– no es menos importante que su funcionalidad.

La estética de la luminaria y su aspecto deberán ir en armonía con el nivel del establecimiento iluminado.

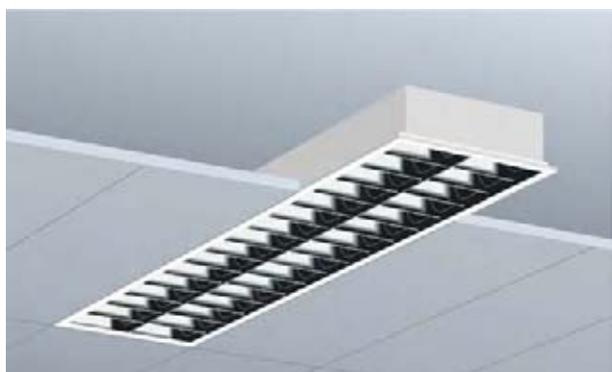
El distintivo CE y el distintivo ENEC documentan la seguridad en el funcionamiento y la conformidad con las normas de las luminarias de calidad.

La selección de las luminarias depende de la elección de las lámparas y de la clase de distribución luminosa requerida, de acuerdo con el tipo de iluminación general perimetral, de acento, etc. Un papel importante en la decisión lo tienen además el perfil del establecimiento, la arquitectura del local, su decoración y el concepto de diseño.

Las ilustraciones esquematizadas, pero no a escala, muestran una serie de luminarias adecuadas para la iluminación de tiendas, áreas comerciales y escaparates.

- (1) Luminaria empotrable con rejilla de lamas especular para lámparas fluorescentes tubulares de Ø 26 mm.
- (2) Luminaria adosada directa/indirecta para lámparas fluorescentes tubulares de Ø 26 mm.

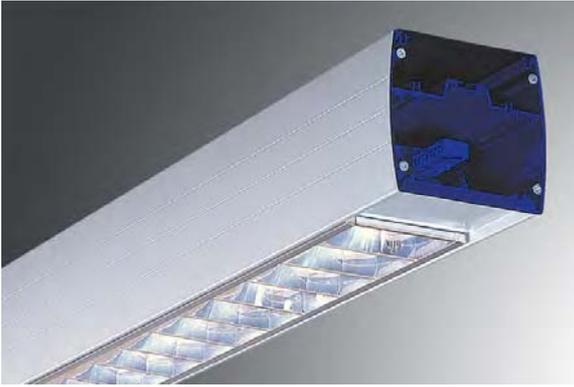
- (3) Luminaria de línea continua para lámparas fluorescentes tubulares de Ø 16 mm o lámparas fluorescentes compactas.
- (4) Luminaria empotrable con rejilla de lamas especular para lámparas fluorescentes compactas.
- (5) *Downlight* empotrable para lámparas halógenas de baja tensión
- (6) *Downlight* empotrable para lámparas fluorescentes compactas
- (7) *Downlight* basculante para lámparas halógenas
- (8) Módulo empotrable con downlights basculantes
- (9) Proyector basculante para lámparas de halogenuros metálicos, de vapor de sodio a alta presión (grupo de rendimiento de color 1 B) o lámparas halógenas.
- (10) Proyector giratorio y basculante para lámparas de halogenuros metálicos o de vapor de sodio a alta presión (grupo de rendimiento de color 1 B).
- (11) Proyector giratorio y basculante para lámparas halógenas de baja tensión con conexión para salidas de puntos.
- (12) Luminaria reflectora suspendida para lámparas de halogenuros metálicos o de vapor de sodio a alta presión (grupo de rendimiento de color 1 B).
- (13) Proyector empotrable en el suelo para lámparas de halogenuros metálicos o halógenas.
- (14) Luminaria de pared para lámparas de halogenuros metálicos o de vapor de sodio a alta presión (grupo de rendimiento de color 1 B).
- (15) Luminaria de pared para lámparas halógenas o fluorescentes compactas.
- (16) Luminaria de señalización de emergencia.
- (17) Sistema de iluminación de fibras ópticas.



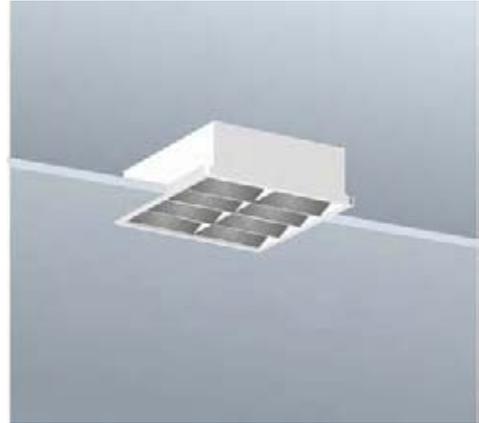
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)



(13)



(14)



(15)



(16)



(17)

2.10.7. Sistemas de Iluminación de Fibras Ópticas

A pesar de que se componen de diversos conductores ópticos de varios metros de longitud, los sistemas de iluminación de fibras ópticas (ilustración 17) necesitan únicamente una fuente de luz. El flujo luminoso de la lámpara, bien halógena o de halogenuros metálicos, alimenta un haz de conductores ópticos, los cuales llevan la luz al lugar deseado para su utilización.

Los conductores ópticos son flexibles y pueden tener diferentes longitudes y grosores. Piezas ópticas de conexión o terminales ópticos fijan el final del haz de conductores y determinan la dirección de la luz y las características de su emisión. Filtros antepuestos o discos rotativos de color producen diversos efectos especiales de iluminación. Los conductores ópticos no transmiten corriente eléctrica y muy pocas radiaciones infrarrojas (IR) y ultravioletas (UV).

El sistema de iluminación o generador de la luz contiene, además de los componentes eléctricos de la instalación, la fuente luminosa, generalmente una lámpara de halogenuros metálicos de 150 w, el reflector elipsoidal que permite concentrar al máximo el flujo luminoso a la entrada de las fibras ópticas, y los dispositivos de reglaje de la fuente luminosa y de fijación de las fibras ópticas.

Los terminales ópticos de las fibras deberán asegurar la distribución espacial del flujo luminoso transmitido por las mismas, así como su propia fijación.

2.11. Gestión de la iluminación

La idónea gestión de la iluminación proporciona la luz adecuada en el lugar y en el momento correcto. El control y la regulación automáticos de la iluminación de un local de venta garantiza diversas ventajas importantes: alta flexibilidad, adaptación de la iluminación a diferentes tareas visuales, efectos de iluminación dinámicos y especiales y, a mayor abundamiento, lograr una buena eficiencia energética de la instalación y consecuentemente, ahorro de costes.

La gestión de la iluminación debe tener en cuenta, entre otros:

- ✿ Los periodos y las tasas de ocupación de la tienda.
- ✿ La luminosidad exterior.

La gestión puede ser general o por zonas (escaparates, superficies de ventas, vitrinas, etc.); y ambos son diferentes no implicando la utilización del mismo material ni iguales inversiones.

Control y regulación

Por lo general, es requisito básico del control de luz, que las luminarias estén conectadas en grupos y que se puedan regular. Una regulación de la iluminación - indistintamente si se efectúa manualmente, por medio de temporizadores o por ordenador - solo es factible, si la instalación ha sido planificada y diseñada de acuerdo con las necesidades de la tienda.

Las posibilidades en la gestión de la iluminación son múltiples y van desde dispositivos reguladores del flujo luminoso, hasta sensores de movimiento, de luminosidad, y sistemas automatizados por ordenador con eventos luminosos previamente programados que permiten cambios en la iluminación para crear ambientes diversos.

Los sistemas de control y regulación admiten efectuar encendidos selectivos y regular el flujo emitido por las luminarias y, en consecuencia, el nivel de iluminación durante periodos determinados, según la actividad a desarrollar.

Regulación de lámparas fluorescentes

El balasto electrónico (BE) regulable asociado a las lámparas fluorescentes, para la regulación de este tipo de lámparas, establece la frecuencia de forma variable en la parte de alta frecuencia de las lámparas fluorescentes.

De esta manera, se baja el flujo luminoso y el consumo de las lámparas fluorescentes mediante regulación sin escalonamientos de modo continuo hasta aproximadamente un 5 % del flujo y entorno a un 25 % del consumo.

Regulación de lámparas halógenas

Regular lámparas halógenas de 230 V no es ningún problema con reguladores o *dimmers* de entrada de fases.

Las lámparas halógenas de baja tensión que operan a través de un transformador convencional o un transformador de núcleo anular, necesitan un

regulador especial adaptado al comportamiento de los transformadores durante el proceso de regulación del flujo luminoso de las lámparas.

Las lámparas conectadas a transformadores electrónicos sólo se pueden regular con *dimmers* de entrada o de salida de fase, debiéndose tener en consideración las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sensores

Los sensores de luminosidad permiten el montaje de instalaciones de iluminación reguladas. Teniendo en cuenta, en cada caso, la parte de luz natural, mediante los sensores de luminosidad se mantienen los niveles de iluminación programados.

Los sensores de luminosidad son componentes claves para los sistemas de regulación de la iluminación en función de la luz solar como, por ejemplo, en los escaparates de las tiendas. Estos sistemas comparan la luz solar existente, con los registros programados con los niveles óptimos, de forma que conectan o desconectan luminarias cuando las desviaciones persisten durante un tiempo determinado.

Los sensores de movimiento o receptores de infrarrojos reaccionan a las invisibles radiaciones infrarrojas (IR) de calor emitidas por las personas en movimiento. Están dotados de un rango individual de ajuste e iluminación activada, con una preselección a lo largo del tiempo.

Instalados en la parte exterior del escaparate de la tienda, los sensores de movimiento permiten proporcionar una iluminación adicional cuando es necesaria, al tiempo que crea un efecto sorpresa para el paseante. Además, aseguran la luz idónea para disuadir a los delincuentes por la noche.

Combinación de los elementos de gestión

Los distintos elementos de control y regulación de la luz pueden combinarse de la forma siguiente:

- ✿ Selección de escenas de luz para diferentes lugares y actividades.
- ✿ Conexión de la iluminación por medio de sensores de movimiento en función del control de presencia accionando: conexión inmediata, desconexión desfasada o regulación.
- ✿ Regulación del nivel de iluminación en función de la luz natural, accionando la desconexión parcial de luminarias o activando las regulaciones de flujo luminoso, como es el caso de grandes centros comerciales con muchos puntos de luz mediante:
 - sensores de luminosidad en luminarias individuales
 - sensores de luminosidad en el local
 - sensores de luminosidad en el exterior

Los componentes de control y de regulación que contiene el sistema de gestión de la iluminación están integrados en las luminarias o se definen para un local o para un grupo de locales (véase en el cuadro del texto fácil y eficiente: DALI”).

Tecnología de sistemas de edificios

La tecnología de gestión de los sistemas de instalaciones en edificios ofrecen el máximo nivel de flexibilidad y de regulación denominada “inteligente”. Todas las instalaciones técnicas de los edificios, como la iluminación, persianas y parasoles, instalación de climatización (aire acondicionado y calefacción) o la técnica de seguridad, están conectadas, a través de una red de BUS. Al estar la inteligencia instalada en los aparatos finales, la red de BUS de un edificio no necesita ningún control centralizado costoso.

Los sensores, como barreras de infrarrojos, sensores de luminosidad o receptores de infrarrojos, captan señales y situaciones desde el exterior. Estas informaciones son transmitidas a través de la red de BUS y atendidas por el destinatario correspondiente en cada caso como, por ejemplo, las luminarias.

Fijando los sensores y los receptores, se pueden programar los controles y las regulaciones de múltiples maneras.

La condición para la instalación del sistema bus, es la implantación de aparatos adaptados y equipados con la electrónica correspondiente – también las luminarias-. Asimismo, se precisa que el sistema sea uniforme y a la vez abierto que no dependa de desarrollos específicos de empresas y que, por otra parte, facilite a todas las compañías la posibilidad de fabricar, aparatos compatibles con este sistema.

Para asegurar, estas condiciones, se ha fundado la Asociación Europea de Instalaciones Bus (*European Installation Bus Association* – “EIBA”), que determina las normas técnicas correspondientes para el sistema y los aparatos conectados, establece las prescripciones de calidad, así como los métodos de verificación.

Los instrumentos, equipamiento y los componentes adecuados para el sistema uniforme EIBA – BUS, están identificados por medio del distintivo “EIB”. El nuevo protocolo europeo denominado “DALI” puede integrarse en el “EIB”.

Por tanto también es posible, por ejemplo, programar que las persianas o paralúmenes de las ventanas bajen automáticamente, mientras que al mismo tiempo suba el nivel de iluminación a la medida necesaria.

“DALI” (*Digital Addressable Lighting Interface*) es un protocolo europeo que está adaptado especialmente a las exigencias de instalaciones de iluminación modernas: un sistema para la gestión de iluminación “inteligente” de fácil aplicación, económicamente rentable y con la opción, en caso de necesidad, de integrar “DALI” a través de módulos de interfaz en la tecnología de edificios con “EIB” o “LON” (*Local Operating Network*).

2.12. Proyecto de iluminación

Balastos

Todas las lámparas de descarga incluidas las fluorescentes tienen en común una impedancia negativa, lo que implica que la intensidad de corriente suministrada para una tensión constante se incrementa hasta la destrucción de la lámpara.

Debe instalarse un balasto para limitar la corriente que fluye por la lámpara y proporcionar los parámetros necesarios, dentro de los límites establecidos en las normas, con las menores pérdidas energéticas posibles.

Balastos electromagnéticos

Cuando el balasto es electromagnético (BC), asociado al mismo deberán preverse los elementos adecuados para la corrección del factor de potencia.

Para el arranque de las lámparas fluorescentes se necesitan cebadores que suministran impulsos de tensión suficientemente altos como para activar la descarga y por tanto, el encendido.

Además de los dispositivos de regulación de la corriente de lámpara y de corrección del factor de potencia, las lámparas de descarga a alta presión tales como las de halogenuros metálicos y de vapor de sodio a alta presión, necesitan una tensión muy superior a la de la red para iniciar la corriente de arco de la lámpara.

Por tanto, se precisa incluir en el equipo auxiliar un dispositivo denominado arrancador que proporcione y soporte en el instante del encendido de la lámpara, la alta tensión necesaria para el cebado de la corriente de arco de la lámpara.

Balastos electrónicos

Los balastos electrónicos cumplen su tarea de limitar la corriente y al mismo tiempo efectúan las funciones de los arrancadores y condensadores de compensación del factor de potencia, los cuales no son necesarios en las lámparas equipadas con balastos electrónicos.

En relación a los balastos para lámparas fluorescentes se han desarrollado balastos de bajas pérdidas y electrónicos que, en el transcurso del tiempo y en el ámbito de la Unión Europea, sustituirán progresivamente a los balastos

electromagnéticos convencionales e incluso, en su caso, a los de bajas pérdidas de acuerdo con el siguiente calendario.

- ✿ Clase D: no se pueden instalar desde el 21 de mayo de 2002.
- ✿ Clase C: no se pueden instalar desde el 21 de noviembre de 2005.
- ✿ En relación a las clases B1 B2, si a finales del año 2005 no existe en el mercado un porcentaje de balastos electrónicos instalados del 55 % y de balastos de bajas pérdidas del 45 %, se establecerá un calendario para dejar de instalar los balastos B2.

Transformadores

Las lámparas halógenas de baja tensión necesitan para su funcionamiento un transformador, dado que la tensión normalizada de la red de 230 V debe ser reducida a 6, 12 ó 24 voltios.

Los transformadores pueden ser convencionales ajustados a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 61558, que funcionan por transferencia de energía desde el bobinado primario al secundario.

Además, existen en la actualidad transformadores o convertidores electrónicos que deben cumplir lo establecido en las Normas UNE EN 61046 y 61047.

Pérdidas en los conjuntos: equipo auxiliar y lámpara fluorescente

Cumplirán con los valores admitidos por la Directiva 2000/55/CE y por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, que constituye su transposición, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes.

Pérdidas en los conjuntos: equipo auxiliar y lámpara de descarga

Se recomienda no superar los valores detallados en la siguiente tabla:

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	Potencia total del conjunto			
	SODIO ALTA PRESIÓN (W)	HALOGENUROS METÁLICOS (W)	SODIO BAJA PRESIÓN (W)	VAPOR DE MERCURIO (W)
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270 (2,15A) 277 (3ª)	--	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	--	425

Nota: Ensayo según norma EN 60923: 1997 y a Tensión nominal de red de 230 V.

Estos valores se aplicarán a los balastos estándares de mercado (los balastos de ejecución especial no están contemplados, p. ej. "secciones reducidas, balastos de doble nivel").

Para lámparas halógenas los valores recomendables son los siguientes:

Lámparas halógenas de baja tensión

POTENCIAL NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)
35	43
50	60
2 x 35	85
3 x 35	125
2 x 50	120

2.13. Condiciones de seguridad

Además de todo lo explicado anteriormente, no hay que olvidar la importancia que tiene la iluminación para garantizar las condiciones de seguridad de los clientes de una tienda o de electrodomésticos.

La legislación española es una de las más exigentes en este sentido, esto es debido, por desgracia, a varios accidentes ocurridos en nuestro país que tuvieron como consecuencia la muerte de un gran número de personas y que podrían

haberse evitado, en parte, si el alumbrado de emergencia hubiese funcionado adecuadamente y se le hubiese dado la importancia que tiene en realidad.

Cuando existe una situación de pánico por un peligro inminente, la idónea instalación de aparatos de alumbrado de emergencia, ayuda, primero, a paliar la sensación de desorientación que puede producir el quedarse a oscuras y, después, nos indica claramente cual es el camino que se debe seguir para abandonar el local.

Esto, que resulta evidente y que se tiene en cuenta cuando se realiza una obra nueva, en bastantes supuestos desgraciadamente parece olvidarse con el tiempo a medida que se ve que no ocurre nada, de forma que se desatiende el mantenimiento del alumbrado de emergencia.

Por este motivo se encuentra con frecuencia que las luminarias de emergencia tienen apariencia de gastadas, no están iluminados sus indicadores de funcionamiento e, incluso, se llega a dudar que, en caso de ocurrir un percance, el alumbrado de emergencia pueda funcionar y proporcionar la iluminación necesaria.

La importancia de tener un buen mantenimiento del sistema de alumbrado de emergencia es tan importante como su propia instalación. Se debe insistir en este punto.

Cuando el número de aparatos que posee un local es reducido, la comprobación de que todos funcionan es relativamente fácil, bastaría con simular un corte de luz y comprobar que se encienden y, además, que se mantienen encendidos durante una hora, ya que este tiempo es el que se considera que puede ser necesario para abandonar un edificio.

Además, cada luminaria tiene unos indicadores que nos proporcionan información acerca de su funcionamiento.

Cuando el número de aparatos es grande e incluso, con independencia del mismo, se quiere evitar que se olvide comprobar el estado del sistema de seguridad,

se pueden utilizar luminarias con autotest, que comprueban periódicamente el funcionamiento de los componentes de la emergencia y su autonomía.

Si, una vez hecha la verificación, se comprueba que las lámparas están estropeadas o la batería agotada, se debe realizar su reposición lo más rápidamente posible. Si es otro el tipo de fallo y no puede efectuarse el cambio o reparación, no se debe dudar que lo mejor es sustituir de forma inmediata los aparatos averiados por otros nuevos.

El coste de una luminaria de emergencia no es comparable, en modo alguno, al riesgo de perder vidas por no tener la iluminación mínima necesaria en el caso de un incendio.

Se define el alumbrado de emergencia como la iluminación que proporciona la seguridad necesaria para la evacuación de los locales cuando se produce un fallo de la iluminación normal.



Se cumplirán los reglamentos, normas y recomendaciones siguientes:

- ✿ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28 y Guía Técnica de Aplicación.
- ✿ Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.
- ✿ Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, que desarrolla la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- ✿ Disposiciones Mínimas de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobadas por Real Decreto 485/1977, de 14 de abril.
- ✿ Ordenanzas Municipales de Protección contra Incendios.
- ✿ Norma UNE-EN 1838, que establece las exigencias luminotécnicas para la iluminación de emergencia, así como resto de normas UNE y EN aplicables en la materia.

2.14. Mantenimiento de las instalaciones

La iluminancia suministrada por una instalación de iluminación decrece a medida que la instalación funciona y se envejece.

Esta disminución del nivel de iluminancia se debe a la:

- ✿ Pérdida del flujo luminoso de las lámparas en el transcurso de su funcionamiento.
- ✿ Fallo o extinción de algunas lámparas.
- ✿ Ensuciamiento de lámparas y superficies ópticas de luminarias.
- ✿ Reducción de los factores de reflexión de las superficies de la tienda.
- ✿ Eventualmente a la disminución de los factores de transmisión y de reflexión de los sistemas ópticos de las luminarias.
- ✿ Agotamiento de las baterías o de las lámparas en el alumbrado de emergencia autónomo

La rapidez de este debilitamiento del valor de la iluminancia es función del ambiente, de las condiciones de utilización y de la edad de la instalación.

El valor inicial prácticamente puede recuperarse procediendo a la limpieza de las superficies ensuciadas y a la reposición de lámparas con una cadencia adecuada. No llevar a cabo un mantenimiento regular puede conducir a:

- ✿ No respetar las exigencias mínimas.
- ✿ Costes de inversión injustificadas.
- ✿ Costes de consumos excesivos.
- ✿ Mal aspecto de la instalación de iluminación.
- ✿ Falta de seguridad
- ✿ Incumplimiento de la legislación

Desde su concepción, todo proyecto de iluminación debe considerar el mantenimiento a lo largo del tiempo de las prestaciones de la instalación, para lo cual se tendrá en cuenta un factor de mantenimiento (Fm) y un plan de mantenimiento de la instalación.

Pérdidas

El flujo luminoso emitido por las lámparas de una instalación de iluminación de una tienda o área comercial disminuye a lo largo del tiempo y, por otra parte, algunas lámparas fallan y dejan de funcionar.

La mayor parte del flujo luminoso perdido se debe generalmente al polvo o ensuciamiento depositado sobre las lámparas y en las superficies ópticas de las luminarias, cuya importancia depende de la actividad ejercida en la tienda, el ángulo de inclinación, la terminación, temperatura de las superficies, estanqueidad de las luminarias y naturaleza de las lámparas.

En numerosos casos (locales de pequeñas dimensiones), la iluminancia en el plano de observación depende, en cierta medida, de las interreflexiones entre las superficies de la tienda.

La parte de la iluminancia que proviene de dichas interreflexiones, depende de la clase de distribución de la intensidad luminosa de la luminaria y de los factores de reflexión de las citadas superficies.

Mientras que la iluminancia producida sobre el plano útil por las luminarias con fotometría intensiva (iluminación de acento) está poco influenciada por las interreflexiones, en cambio la producida por el alumbrado indirecto (iluminación general) depende totalmente de las mismas.

El polvo y consecuente ensuciamiento de las paredes y techo del local reducen sus factores de reflexión, disminuyendo la iluminancia.

La transmisión de los cierres claros o translúcidos de las luminarias puede disminuir, según la naturaleza del material utilizado y la composición de la radiación emitida por las lámparas. Por otra parte, el factor de reflexión de las superficies ópticas de las luminarias también puede bajar en el transcurso del tiempo.

Factor de mantenimiento

Se define como la relación entre la iluminancia media sobre el plano útil después de un cierto tiempo de funcionamiento de la instalación de iluminación, y la iluminancia media obtenida en las mismas condiciones para la instalación nueva.

Por tanto, el factor de mantenimiento (F_m) es la relación entre la iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación y la iluminancia media inicial, y es el producto de los tres factores relativos a las lámparas, luminarias y superficies del local.

$$F_m = \frac{E_{\text{servicio}}}{E_{\text{inicial}}}$$

En consecuencia, el factor de mantenimiento (F_m) es la cifra por la cual se debe dividir el valor recomendado de la iluminancia media en servicio a mantener, para obtener la iluminancia media inicial utilizada en los cálculos del proyecto de iluminación.

$$E_{\text{inicial}} = \frac{E_{\text{servicio}}}{F_m} = \frac{1}{F_m} E_{\text{servicio}}$$

En general, el factor de mantenimiento $F_m = 0,8$. Y, por tanto:

$$E_{\text{inicial}} = \frac{1}{0,8} = \frac{1}{F_m} E_{\text{servicio}} = 1,25 E_{\text{servicio}}$$

En el caso de luminarias que no permiten un adecuado mantenimiento $F_m = 0,625$ y, en consecuencia; se verifica:

$$E_{\text{inicial}} = \frac{1}{0,625} = \frac{1}{F_m} E_{\text{servicio}} = 1,25 E_{\text{servicio}}$$

Plan de mantenimiento

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación (VEE), se elaborará un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, limpieza de luminarias con la metodología prevista y limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria, así como la comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia.

Bibliografía

‘La buena iluminación: tiendas y centros comerciales’ núm. 2. Autor: ANFALUM. Ed. AENOR ediciones, 2004.

‘La buena iluminación: actividades industriales y artesanales’ núm. 4. Autor: ANFALUM. Ed. AENOR ediciones, 2007.

Fotografías reproducidas por cortesía de ANFALUM y AENOR.

3.1. Introducción

Tras la crisis energética de mediados de la década de los 70 surgió la necesidad de crear calderas que redujeran considerablemente las pérdidas y en consecuencia aumentasen el rendimiento. Hasta ese momento, la tecnología del momento impedía que las calderas existentes, Calderas Estándar, adaptaran su temperatura de funcionamiento a las necesidades reales de la instalación, o mejor dicho, a la demanda real. No era extraño hablar de temperaturas de ambiente muy elevadas en el interior de los edificios en pleno invierno, e incluso de aliviarlas mediante la ventilación natural, es decir, abriendo las ventanas.

Para entender adecuadamente los beneficios que reportan las tecnologías en calefacción más eficientes de Europa, las Calderas de Baja Temperatura y de Gas de Condensación (según Directiva Europea de Rendimientos 92 / 42 / CEE), conviene antes recordar algunos detalles de interés:

- ❁ La temperatura exterior de diseño de las instalaciones se alcanza durante muy pocas horas al año en temporada y horario de calefacción.

A título de ejemplo, contando que la temperatura exterior de diseño de las instalaciones de calefacción en Madrid capital es de $-3,4\text{ °C}$ y que la media en el período comprendido entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo en la franja horaria de 9,00 h a 23,00 h es de 12 °C , no resulta difícil comprender que si las instalaciones se diseñan para temperaturas tan bajas, cuando éstas son más benignas, las necesidades de calor de los edificios son evidentemente menores.

- ❁ Para elevar la temperatura ambiente de un edificio en 1 °C , el consumo de combustible se incrementará entre un 6 y un 8 %.

Con esta información podemos comprender fácilmente porque la temperatura ambiente en los edificios era tan elevada -no era extraño alcanzar temperaturas ambiente sobre los 27 - 28 °C- y por qué el consumo de combustible era igualmente tan alto. Si se considera una temperatura ambiente de confort entre 20 y 22 °C como adecuada, mantener los 27 ó 28 °C descritos, implica un despilfarro de combustible de en torno a un 50 % e incluso superior, a todas luces una absoluta aberración.

3.2. Primeras medidas para el ahorro y la eficiencia energética

Semejante despilfarro de combustible obligó a las autoridades de toda Europa a emprender acciones dirigidas al ahorro energético. Concretamente en España, en 1979 se redactan las I.T.I.C. (Instrucciones Técnicas para las Instalaciones de Calefacción), que tienen como principio fundamental, "la racionalización de la energía". Con la publicación de esta normativa, el avance fue espectacular en materia de ahorro energético. Para evitar los perniciosos efectos de lo relatado en el apartado 3.1, comienza a exigirse la instalación de sistemas de regulación para compensación por temperatura exterior, que actuando sobre elementos mecánicos de control tales como válvulas motorizadas de 3 ó 4 vías, reducen la temperatura de impulsión a los elementos calefactores terminales (radiadores, *fan-coils*, suelo radiante, etc.) hasta adecuarla a las necesidades reales del edificio, todo dentro de unas consignas de temperatura ambiente de en torno a 20 - 22 °C.

No obstante, si bien con esta medida se reduce en el circuito secundario la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior y, en consecuencia, también el consumo de energía, si la caldera continúa trabajando a una temperatura más alta a la necesaria para protegerse contra la condensación ácida que se producen en su interior con bajas temperaturas de agua en caldera, continuará existiendo un importante derroche energético, en torno a un 15 % como media.

El límite inferior de temperatura mínima de retorno de una caldera está condicionado por la temperatura del punto de rocío de los productos de la

combustión, valor en el cual el vapor de agua producido durante la combustión condensa y humedece la superficie de intercambio térmica del cuerpo de caldera. Esta temperatura es de 48 °C para el funcionamiento con gasóleo y de 57 °C para el gas natural. Por si solo, la condensación del vapor de agua en el interior de la caldera no representaría un serio problema a corto plazo, pero en combinación con otros productos de la combustión, tales como el azufre presente en el gasóleo, se obtendrá anhídrido sulfuroso y ácido sulfúrico, extremadamente agresivos y corrosivos como es sabido. En el caso del gas natural, la condensación producirá ácido carbónico, también altamente corrosivo.

Para poder adaptar la temperatura de funcionamiento a las necesidades reales de la instalación también en el circuito primario ya desde la propia caldera y reducir así las pérdidas por disposición de servicio, se hizo necesario desarrollar nuevas tecnologías que permitieran trabajar con bajas temperaturas de retorno sin riesgo de condensaciones ácidas. La primera de estas calderas se presentó en 1979, denominándose por aquellos entonces caldera de Bajo Consumo. En la actualidad se denominan calderas de Baja Temperatura.

Por otro lado, conviene no olvidar que en el proceso de cambio de estado del vapor de agua producido durante la combustión, se desprende una apreciable cantidad de calor, denominado este calor latente, que de poder aprovecharse, representa un aprovechamiento adicional de la energía. Acerca de este principio se desarrollarán más adelante las calderas de gas de Condensación.

3.3. Calderas de Baja Temperatura

La definición oficial de este tipo de calderas, según la Directiva Europea de Rendimientos 92 / 42 / CEE es la siguiente: "Una caldera que puede funcionar continuamente con una temperatura del agua de alimentación de entre 35 y 40 °C y que en determinadas condiciones puede producir condensación".

Para poder trabajar estas calderas con temperaturas tan bajas de agua de retorno sin que se produzcan en su interior condensaciones ácidas, es

imprescindible disponer de elementos constructivos especialmente desarrollados para este fin. A título de ejemplo, el fabricante alemán Viessmann utiliza superficies de intercambio de pared múltiple, con cámaras de aire para la dosificación de la transmisión del calor al agua de calefacción. Los detalles constructivos de estas superficies de intercambio pueden observarse en las Figs. 1, 2 y 3.

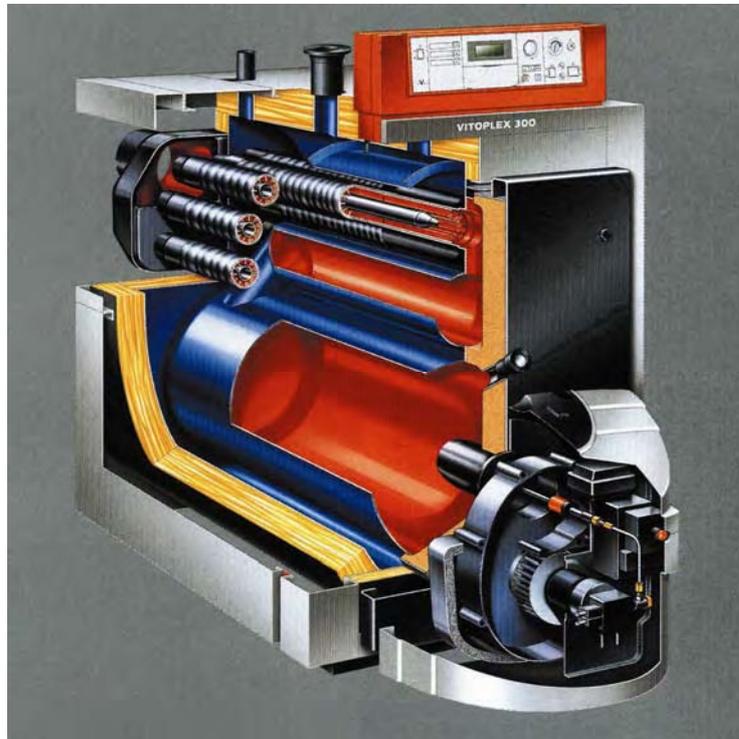


Figura 1. Vista seccionada de caldera de Baja Temperatura de Viessmann modelo Vitoplex 300.

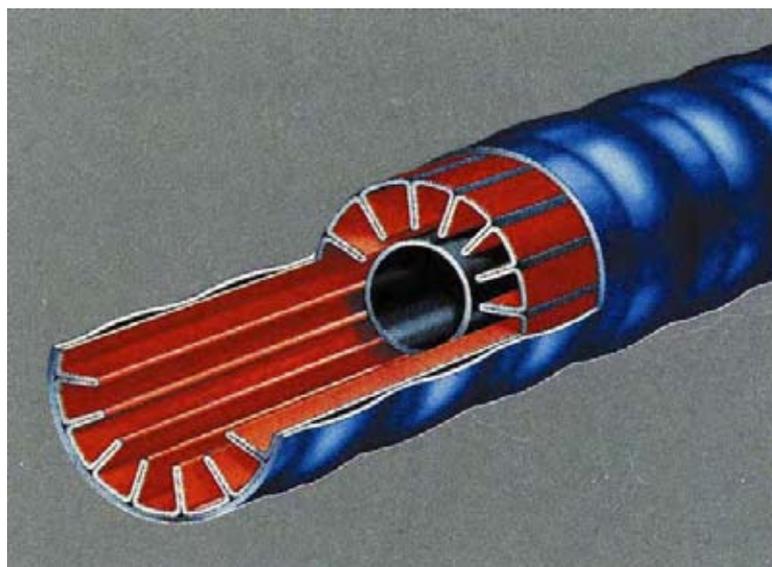


Figura 2. Tubo Triplex – superficie de calefacción por convección de pared múltiple de la Vitoplex 300.

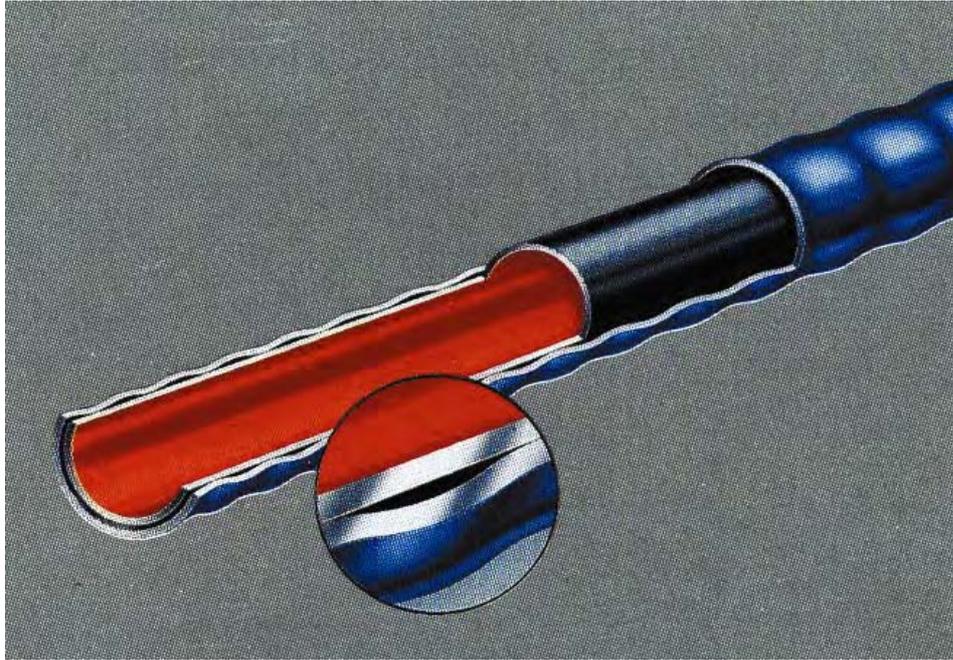


Figura 3. Tubo Duplex de la Vitomax 300.

3.3.1. Funcionamiento de las superficies de intercambio de pared múltiple

Como ocurre en todos los procesos de transmisión térmica, la transmisión de calor de los gases de combustión a la pared de calefacción, y de ésta el agua de la caldera, se ve limitada por una resistencia. Esta resistencia es el resultado de la suma de las resistencias parciales, que dependen de factores tales como la conductibilidad térmica de los distintos materiales a través de los que se realiza la transmisión térmica. Dependiendo del volumen de calor producido y de las distintas resistencias a la transmisión de calor, se alcanzan determinadas temperaturas en las superficies de calefacción. La temperatura de la superficie en el lado de admisión de los gases de combustión, no se ve influenciada por las altas temperaturas de éstos, sino de forma determinante, por la temperatura muy inferior, del agua de la caldera.

En las superficies de calefacción de pared simple, la diferencia de temperatura entre el agua de la caldera y la superficie en el lado de los gases de combustión es pequeña. Por esta razón, si la temperatura del agua desciende por

debajo del punto de rocío, el vapor de agua contenido en los gases de combustión puede llegar a condensar.

Las superficies de calefacción de pared múltiple, por el contrario, permiten que se genere una resistencia a la transmisión de calor. Optimizaciones en el diseño pueden llegar a controlar esta resistencia de tal forma que, incluso con bajas temperaturas del agua de la caldera, la temperatura en el lado de los gases de combustión se mantenga por encima del punto de rocío del vapor de agua, evitando de este modo, el descenso por debajo de este punto. De manera gráfica puede apreciarse en la Fig. 4.

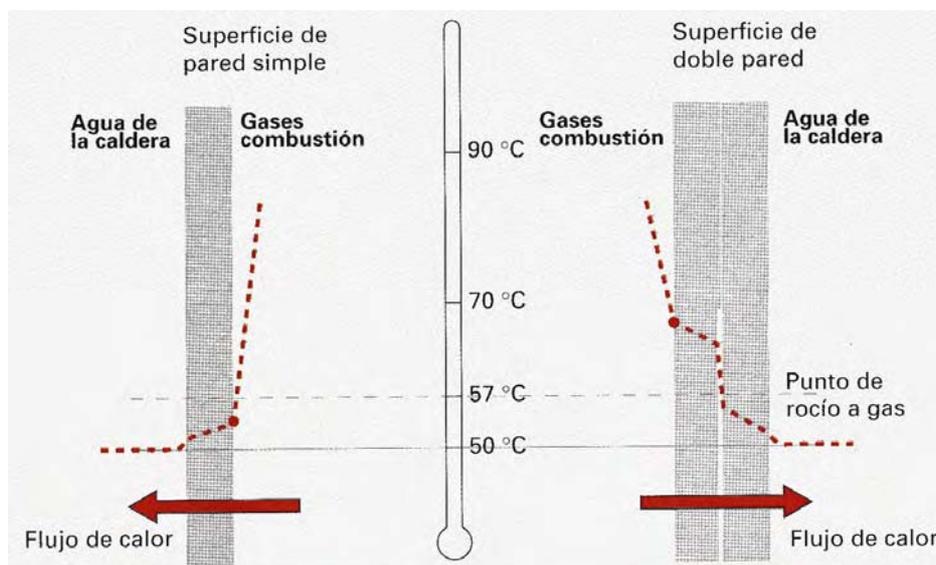


Figura 4. Funcionamiento de superficies de calefacción de pared simple y de pared múltiple.

3.3.2. Análisis del funcionamiento de las calderas de Baja Temperatura

La principal diferencia entre las calderas de Baja Temperatura y las calderas convencionales estriba en que las primeras ofrecen la posibilidad de adaptar la temperatura de funcionamiento en función de la demanda calorífica, o dicho de otra forma, de las necesidades reales.

En la curva característica de calefacción de un edificio se aprecia que a cada temperatura corresponde una temperatura de impulsión determinada. Como

ya se ha explicado anteriormente, de otro modo la temperatura ambiente del edificio se incrementaría cuando la temperatura exterior ascendiera y no se redujera en paralelo la del agua de caldera. Esta curva de calefacción se adaptará a cada edificio, considerando su ubicación geográfica, pérdidas del edificio, orientación, etc., pudiendo, por lo tanto, "construir" una curva de calefacción a la medida de cada necesidad.

Así, para una temperatura exterior de 5 °C se obtendrá aproximadamente una temperatura de impulsión en torno a los 60 °C. Si la temperatura exterior aumentase, bajaría progresivamente la temperatura de impulsión hasta alcanzar los 30 ó 40 °C, que es el límite inferior para la mayoría de las calderas de este tipo. Caso de no haber demanda durante varias horas al día, muy habitual durante los meses de verano en la producción de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.), el quemador sólo entrará en funcionamiento para cubrir las pérdidas por radiación y convección de la caldera y sólo cuando la temperatura del agua de la caldera descienda por debajo de los 40 °C. Mediante este modo de funcionamiento se reducen hasta casi eliminarlas, las pérdidas por disposición de servicio, responsables de aproximadamente un 12 - 13 % del consumo total de combustible de una instalación de calefacción.

Las calderas convencionales de funcionamiento a temperatura constante trabajan durante todo el año, independientemente de la temperatura exterior y la demanda de la instalación, a una temperatura media de caldera de 80 °C.

La utilización de calderas de Baja Temperatura con respecto a las calderas Estándar, aporta un ahorro energético de en torno a un 15 %, o incluso superior en función de la marca y modelo de caldera con la que se realice la comparativa.

3.4. Calderas de gas de Condensación

Mediante la aplicación de las calderas de Baja Temperatura se consigue, adaptando la temperatura de funcionamiento de las mismas a las necesidades reales del edificio, reducir el consumo de energía, como ya se ha comentado, en torno a un 15 % con respecto a una caldera Estándar. Sin embargo todavía se

despilfarra una importante cantidad de calor a través del vapor de agua que se produce en la combustión y que se arroja al exterior a través de la chimenea sin aprovechar el calor latente que porta.

El principal obstáculo para este aprovechamiento radica en la necesidad de disponer de superficies de intercambio resistentes a la condensación ácida provocada en el interior de la caldera. Por este motivo, la mayoría de las calderas de Condensación de calidad en Europa están fabricadas en aceros inoxidable de alta aleación.

La definición oficial de este tipo de calderas, según la Directiva Europea de Rendimientos 92 / 42 / CEE es la siguiente: "Caldera diseñada para condensar permanentemente una parte importante del vapor de agua contenido en los gases procedentes de la combustión". Cabe destacar la importancia, por lo tanto, de que las superficies de intercambio de este tipo de calderas sean especialmente resistentes a este modo de funcionamiento. En este sentido, el acero inoxidable estabilizado al titanio, material que a título de ejemplo utiliza el fabricante alemán Viessmann, aporta la máxima fiabilidad de funcionamiento, permitiendo obtener importantes ahorros energéticos durante los más de 25 años de vida útil de estas calderas.

3.4.1. Técnica de Condensación

El rendimiento estacional puede verse aumentado en unos 14 - 15 puntos con respecto a una moderna caldera de Baja Temperatura, con el empleo de esta técnica.

Durante la combustión, los componentes combustibles, principalmente carbono (C) e hidrógeno (H), reaccionan durante la combustión con el oxígeno del aire, generando, además de calor, dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (H₂O).

Si las temperaturas en las paredes de las superficies de intercambio térmico descienden por debajo del punto de rocío del vapor de agua, éste condensa

desprendiendo calor en el cambio de fase. Para un aprovechamiento eficaz de la condensación, es importante realizar la combustión con un alto contenido de CO₂ reduciendo el exceso de aire. Para lograrlo, son apropiados los quemadores presurizados a gas, mientras que en los quemadores atmosféricos, debido al mayor exceso de aire, el punto de rocío se sitúa a temperaturas inferiores, con lo que el aprovechamiento de la condensación de los gases de combustión es peor.

El calor latente de los gases de combustión, también denominado calor de condensación, se libera durante la condensación de vapor de la combustión y se transmite al agua de la caldera.

Resulta cuando menos llamativo que este tipo de calderas obtengan rendimientos estacionales superiores al 100 %, concretamente hasta el 109 %. Es necesario matizar que el valor de referencia es el Poder Calorífico Inferior (P.C.I.).

3.4.1.1. El Poder Calorífico Inferior y el Poder Calorífico Superior

El Poder Calorífico Inferior (P.C.I.) define la cantidad de calor liberada tras una combustión completa cuando el agua que contienen los gases de combustión está en forma de vapor. El Poder Calorífico Superior (P.C.S.) define la cantidad de calor liberada tras una combustión completa, incluyendo el calor de condensación contenido en el vapor de agua de los gases de combustión en su paso a la fase líquida.

Con el aprovechamiento del calor latente haciendo referencia al P.C.I., dado que este valor no contempla el calor de condensación, se obtienen como ya se ha indicado anteriormente, rendimientos estacionales superiores al 100 %. En la técnica de condensación, para poder comparar el aprovechamiento energético de las calderas de Baja Temperatura con el de las calderas de Condensación, los rendimientos estacionales normalizados se siguen calculando en referencia al Poder Calorífico Inferior. La cantidad de calor de condensación máxima aprovechable será la relación entre el Poder Calorífico Superior (P.C.S.) y el Poder Calorífico Inferior (P.C.I.). A título de ejemplo, en el caso del gas natural, combustible idóneo para la utilización de esta técnica, esta relación es de 1,11, siendo un 11 % por lo tanto la

cantidad de calor máxima que por este concepto se podrá obtener. Para el gasóleo, este valor desciende hasta el 6 %. No obstante, también hay que considerar que las calderas de Condensación enfrían los humos hasta unos 10 °C por encima de la temperatura de retorno a la caldera, aprovechando así también de este modo el calor sensible de los humos en mucha mayor cuantía que las calderas de Baja Temperatura y también Estándar. En el balance total de rendimiento adicional obtenido por esta técnica habrá que considerar las dos ganancias: calor latente y calor sensible.

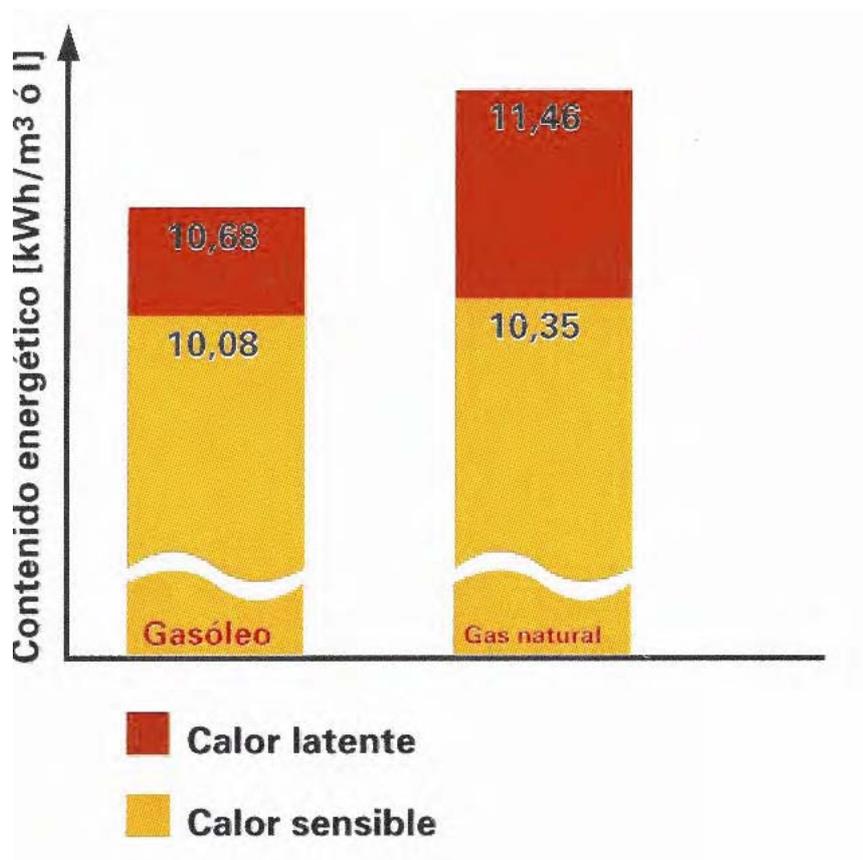


Figura 5. Contenido energético del gasóleo y el gas natural.

3.4.2. Diseño de las calderas de Condensación

El aprovechamiento de la condensación será tanto mayor cuanto más condense el vapor de agua contenido en los gases de combustión. Sólo de esta forma el calor latente de los gases procedentes de la combustión puede convertirse en calor útil para la calefacción. En las calderas de Baja Temperatura, las superficies de calefacción deben concebirse de forma tal que se evite la condensación de los gases procedentes de la combustión en el interior de las mismas. Todo lo contrario

que en las calderas de Condensación: los gases de combustión son conducidos hacia la parte inferior, en sentido contracorriente a la circulación del agua de caldera para de esta forma conseguir el máximo enfriamiento de los mismos.

El empleo de acero inoxidable de alta aleación ofrece la posibilidad de aplicar una geometría óptima en el diseño de las superficies de intercambio térmico. Para que el calor de los gases de combustión se traspase eficazmente al agua de la caldera, debe asegurarse un contacto intensivo de los gases de combustión con la superficie de intercambio. Para ello existen básicamente dos posibilidades:

- ❖ Las superficies de calefacción pueden concebirse de forma tal que los gases de combustión se arremolinen continuamente, evitando así la creación de un flujo de corriente principal de mayores temperaturas. Los tubos lisos no son adecuados para este fin. Deben crearse puntos de desvío y variaciones en su sección transversal.

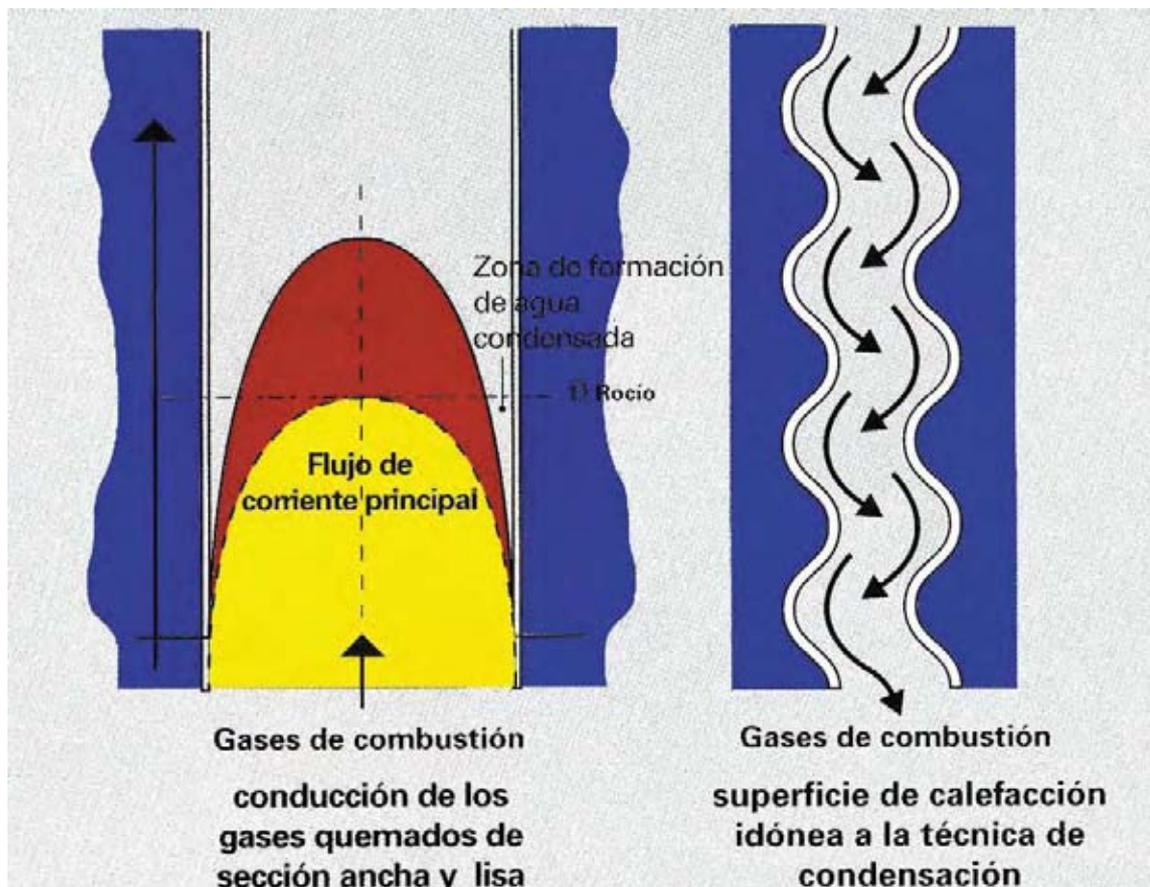


Figura 6. Requisitos físicos para los pasos de humos de mayor diámetro-superficie de calefacción Inox-Crossal.

- A través de las superficies onduladas y enfrentadas se consiguen continuos cambios de sección del paso de los humos de combustión, lo que evita la formación de un flujo de corriente principal, que dificultaría la transmisión de calor y, por lo tanto, la condensación.

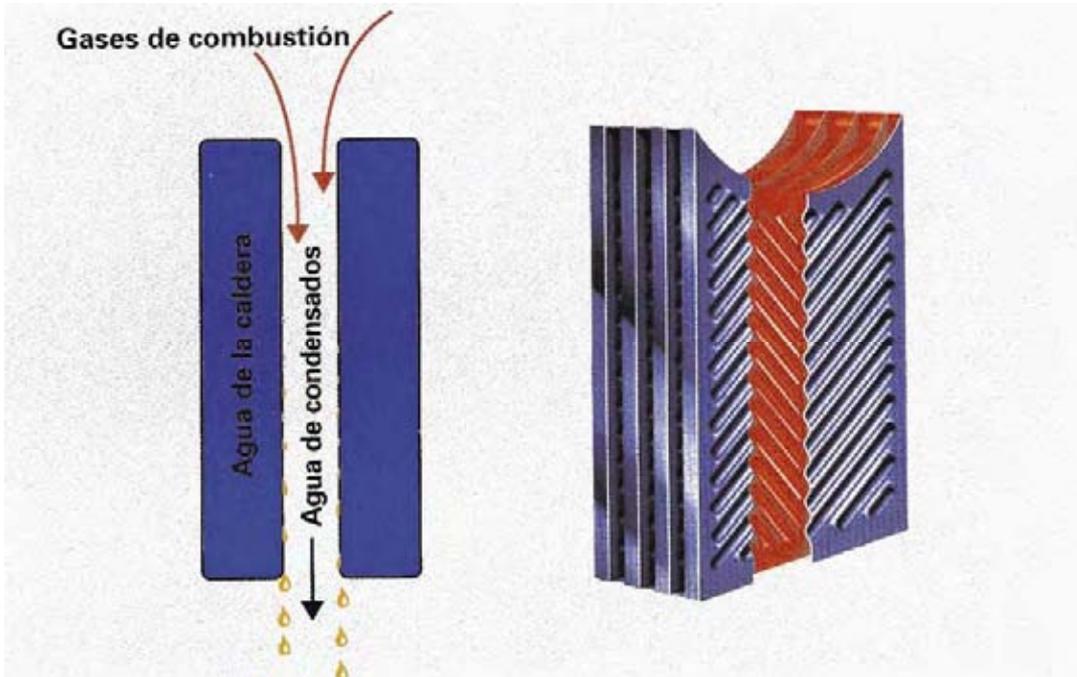


Figura 7. Conducción de los gases de combustión y del agua condensados.

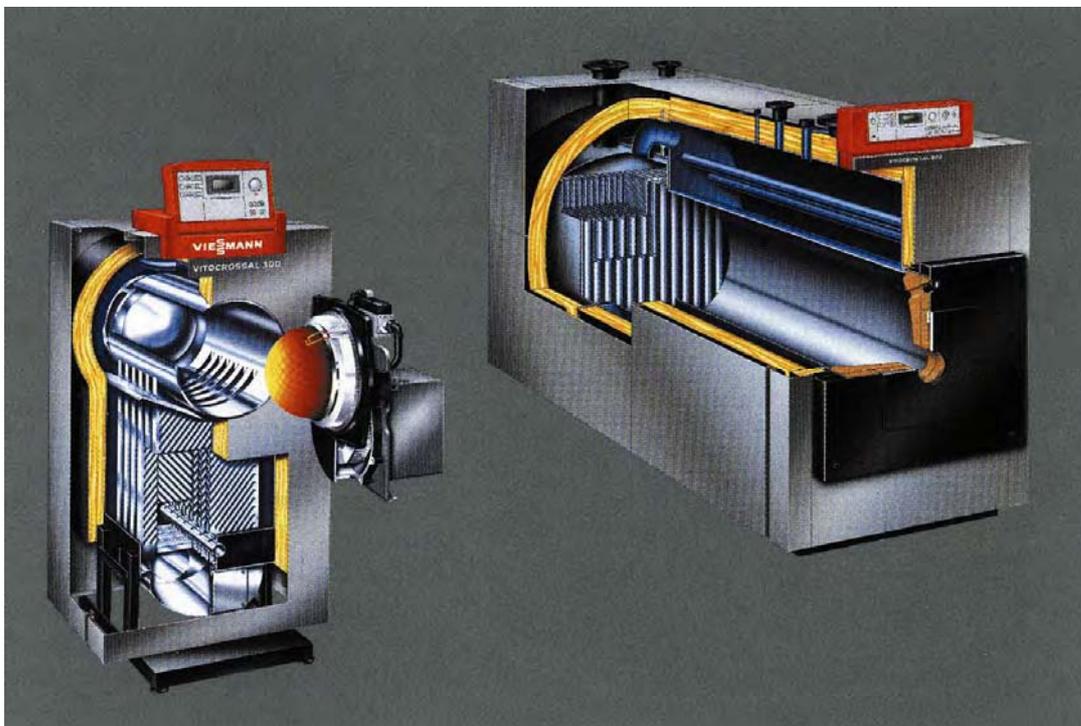


Figura 8. Vista seccionada de calderas de Condensación a gas de Viessmann, modelo Vitocrossal 300.

Para evitar la concentración excesiva del agua condensada e impedir que fluya hacia la cámara de combustión, los gases quemados y el agua condensada deben fluir de forma descendente y en el mismo sentido. Así, la gravedad ayuda a la formación del flujo de las gotas de condensación. Por esta razón, la salida de los gases quemados está dispuesta generalmente en la parte inferior del intercambiador de calor.

3.5. Comparativa de valores de rendimiento estacional

Las calderas Estándar que funcionan con temperatura constante del agua de la caldera, alcanzan el máximo rendimiento estacional bajo plena carga de funcionamiento (100 %). Con funcionamiento a baja carga, el rendimiento estacional se reduce considerablemente, siendo la carga media anual habitual en una instalación de calefacción del 30 %.

Las modernas calderas de Baja Temperatura y Condensación, por el contrario, muestran un comportamiento del rendimiento estacional muy diferente. Funcionan con descenso progresivo de la temperatura del agua de caldera, que se adapta en cada momento a la demanda real de calor del edificio. Gracias a la reducción de las pérdidas por radiación y convección y, en consecuencia, de las pérdidas por disposición de servicio, el rendimiento estacional aumenta cuanto menor es la carga media anual de funcionamiento. Esto puede ser especialmente provechoso cuando se trata de instalaciones sobredimensionadas. También se hace especialmente interesante el uso de un único generador para los servicios de calefacción y de agua caliente sanitaria.

En la Fig. 9 se aprecia claramente como la utilización de calderas de Baja Temperatura y Condensación, permite obtener elevados rendimientos estacionales y, en consecuencia, reducir de manera directamente proporcional el consumo de combustible.

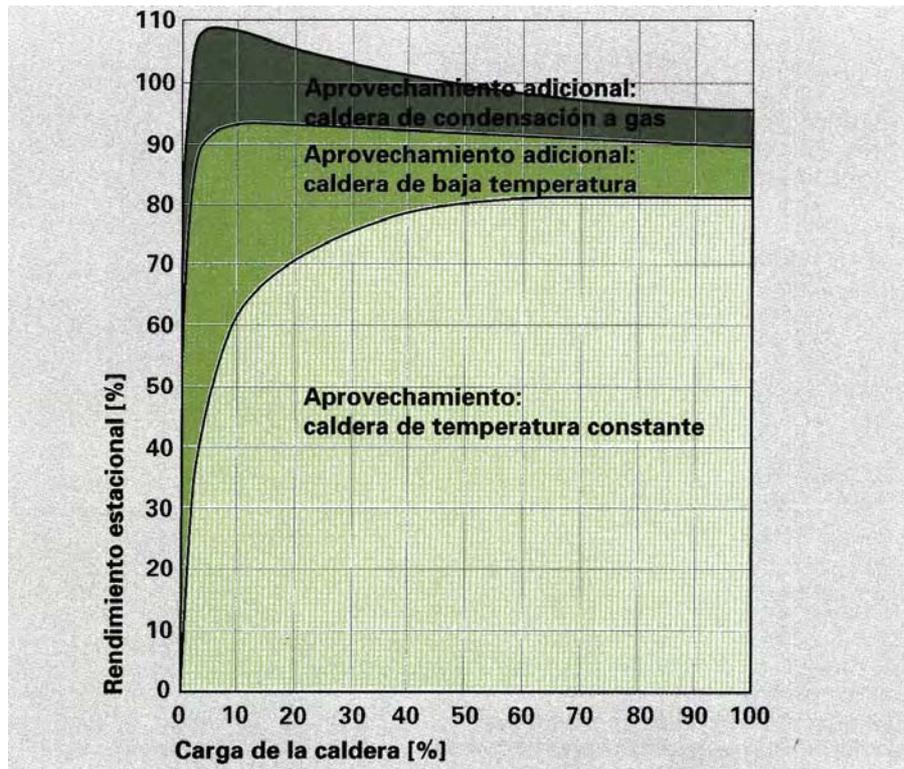


Figura 9. Comportamiento del rendimiento estacional de calderas de Baja Temperatura y de Condensación con respecto a las calderas Estándar.

3.6. Conclusiones

La dosificación del paso de calor es, junto con una regulación adecuada, la característica constructiva que permite a las calderas de Baja Temperatura adaptar la temperatura de funcionamiento a las necesidades reales de la instalación, sin que se produzcan en su interior condensaciones ácidas perjudiciales para la caldera.

Las calderas de Condensación aprovechan una importante cantidad adicional de calor mediante el aprovechamiento precisamente de la condensación.

En ambos casos, el funcionamiento en función de las necesidades reales de la instalación reduce significativamente las pérdidas por radiación y convección y en consecuencia las pérdidas por disposición de servicio. Las calderas de

Condensación, mediante la recuperación del calor latente (calor de condensación) no sólo reducen aun más las pérdidas por calor sensible al enfriar intensivamente los humos y reduciendo, por lo tanto, las pérdidas globales de energía, sino que el aprovechamiento de la condensación las permite obtener los mayores rendimientos estacionales y las convierte en el máximo exponente de ahorro y eficiencia energética.

Como resumen se puede partir de los siguientes valores de rendimiento estacional en función de la tecnología de la caldera:

- ✿ Caldera Estándar: 75 - 80 %.
- ✿ Caldera de Baja Temperatura: 91 - 96 %.
- ✿ Caldera de Gas de Condensación: 105 - 109 %.

En los tres casos los valores de rendimiento estacional son relacionados al Poder Calorífico Inferior (P.C.I.).

Dado que el rendimiento estacional es directamente proporcional al consumo, las diferencias de estos rendimientos entre una caldera y otra serán exactamente las diferencias en los consumos de combustible, pudiendo observar que el ahorro energético por lo tanto que puede llegar a alcanzarse con una caldera de Condensación con respecto a una Estándar, puede superar incluso el 30 %.

Bibliografía

- D. Pedro Nieto Berdote (1994).: Calderas de Baja Temperatura. Revista Montajes e Instalaciones.

4.1. Introducción

El capítulo se divide en tres partes. Una primera que establece las actuales características del mercado energético y cómo influyen éstas en el ahorro energético. En segundo lugar, se presentan con detalle todas las posibilidades para un control eficiente de la iluminación de los escaparates, letreros luminosos, áreas de exposición y zonas exteriores. Por último, se muestran distintos dispositivos de control automático de la temperatura mediante cronotermostatos.

4.2. Medir la electricidad para optimizar el consumo

Desde el 1 de Enero de 2003, todos los consumidores de electricidad y de gas natural pueden elegir libremente la compañía suministradora y sobre todo pueden negociar su precio. Ésta fue la etapa final de un proceso liberalizador que se inició con los más grandes consumidores de energía eléctrica en 1998.

Los consumidores de energía pueden elegir entre dos opciones para su suministro de electricidad:

- ❁ Permanecer como hasta ahora en el mercado a tarifa (precio regulado fijado por la Administración).
- ❁ Pasar al mercado liberalizado contratando el suministro de electricidad a otras comercializadoras.

El consumidor que opte por el mercado liberalizado podrá elegir un comercializador que le suministre la energía eléctrica. La calidad del suministro no se ve afectada por el cambio de comercializadora, ya que sigue siendo

responsabilidad de la distribuidora. Queda garantizada la continuidad del suministro, limitando a un máximo permisible los periodos y número de interrupciones que puedan afectar al consumo conectado a una red de distribución. Igualmente queda establecido un rango para los valores que identifican las características técnicas de la onda de tensión.

4.2.1. Mejora de la tarifa eléctrica

En baja tensión, los consumidores de menos de 15 kW (domésticos, servicios, pequeñas empresas, etc.) no necesitan cambiar el contador al pasar al libre mercado, si bien tendrán que poner un Interruptor de Control de Potencia (ICP) en caso de que no lo tuvieran instalado. Para los de más de 15 kW de potencia contratada, ya es necesario el cambio de contador por uno que cumpla con los requisitos exigidos por la reglamentación, y que se denominan de "Tipo 4".

Como vemos, el contador de energía eléctrica está jugando un importante papel en el proceso de liberalización del sector eléctrico. Por un lado, el alquiler sigue siendo un concepto a tener en cuenta en la factura. Por otro, se aprecia que para cierto tipo de consumidores (todos los de más de 15 kW) según vayan pasando al mercado liberalizado, se hace necesario cambiar el contador por otro que cumpla con a las nuevas características reglamentadas. Los contadores electrónicos de nueva generación integran en un solo elemento el contador de energía activa, el de energía reactiva y el interruptor horario de tarificación. Existe también la posibilidad de hacer lecturas locales o remotas de los consumos actuales e históricos, circuitos auxiliares que informan y reenvían los impulsos proporcionales al consumo, se consiguen excelentes precisiones en todos los puntos de consumo (tanto en bajas como en altas cargas) además con la garantía de equidad que ofrecen los laboratorios homologados de los fabricantes. Véase un ejemplo de este tipo de contadores en la Foto 1.

Los modernos contadores estáticos como el de la Foto 1 son capaces de registrar el perfil de cargas del edificio. También tienen programado el nivel de potencia máxima acordado con la compañía eléctrica, y cuyo sobrepasado

supone una gran penalización en la factura eléctrica. El contador nos puede anticipar esta situación antes de que se produzca este exceso, de forma que se puedan liberar ciertas cargas de menor prioridad.



Foto 1. Contador mercado libre.

Por último, la información energética del contador puede obtenerse de forma remota por diversos medios (interfaces físicos, mediante portadoras, por radiofrecuencia), o también en modo local (interfaz óptico). De esta forma, al tener exactamente los mismos datos que la comercializadora, se puede anticipar la factura de energía eléctrica.

Con la publicación de la nueva tarifa eléctrica a partir del 1 de enero de 2007 se introduce un nuevo esquema tarifario en el segmento de instalaciones de menor potencia (hasta 15 kW), se sustituyen las tarifas 1.0 y 2.0 con discriminación horaria nocturna por las siguientes nuevas tarifas, en función de la potencia contratada:

- ✿ 1.0: Menor de 1 kW,
- ✿ 2.0.1: entre 1 kW y 2,5 kW,
- ✿ 2.0.2: entre 2,5 kW y 5 kW,
- ✿ 2.0.3: entre 5 kW y 10 kW, y
- ✿ 3.0.1: entre 10 kW y 15 kW.

A diferencia de la situación anterior (el precio del kWh consumido era el mismo independientemente de la potencia contratada), en este nuevo escenario el precio tanto del término de potencia como del de energía es mayor según se aumenta la potencia contratada, siguiendo los tramos arriba señalados.

A estas nuevas tarifas ya no le son de aplicación las discriminaciones horarias tipos 0, 1, 2, 3, 4 y 5 (siguen siendo de aplicación para tarifas con potencia superior a 15 kW). A partir de ahora sólo se les puede aplicar un complemento por discriminación horaria que divide el día en dos periodos:

- ✿ Periodo **Punta**: 10 horas al día: de 12 a 22 en verano y de 11 a 21 en invierno;
- ✿ Periodo **Valle**: 14 horas al día, el resto de horas.

En cualquier caso, para estos suministros **la potencia a contratar será la máxima potencia prevista a demandar** considerando tanto las horas punta como las horas valle. Antes, la potencia a contratar era la que se usaba de día, y por la noche la limitación era la de la propia instalación.

4.2.2. Medidas parciales

Todas las situaciones indicadas en los anteriores párrafos convierten al contador de energía eléctrica en un equipo más complejo, Foto 1, pero no por ello

menos accesible para el usuario final. El conocimiento de la información que nos puede ofrecer, por ejemplo la curva de carga de los consumos, permitiría una mejora en la contratación de unas tarifas más acordes con nuestro perfil de cargas. El contador se puede convertir, por tanto, en una inversión por la que se puede obtener un rápido retorno por eficiencia energética.

De hecho, entre los múltiples aspectos que intervienen en la eficiencia energética, a continuación se mencionan los relacionados con la gestión energética:

- ✿ Ajuste de la temperatura de confort a niveles apropiados (cada grado en el termostato representa un 6 % de gasto).
- ✿ Medida de precisión incluso en cargas bajas, descubriendo el consumo de los dispositivos en *standby*, es decir, encendidos pero sin realizar su función principal.
- ✿ Compensación de energía reactiva.
- ✿ Distribución de costes.
- ✿ Gestión tarifaria; cuál es la mejor tarifa aplicable según el perfil de consumos.

Para comprobar la eficacia de estas acciones, es decir para tener la información energética, es necesario realizar medidas de consumo, que requerirán de un contador electrónico acorde a los nuevos requisitos legales y que permita acogerse a la liberalización del sector eléctrico. Pero también se puede requerir medidas sectorizadas, con pequeños contadores para conocer la distribución de costes energéticos. Estos pequeños contadores, Fotos 2 y 3, pueden mandar sus registros a una centralización para mayor comodidad del gestor.



Foto 2. Contador modular monofásico.



Foto 3. Contador modular trifásico para energía activa y reactiva.

4.3. Control eficiente de la iluminación

Se puede actuar en el funcionamiento normal del ciclo de iluminación desde varios puntos: por un lado optimizando los tiempos de encendido (en el ocaso) y de apagado (en el orto), ajustándolos exactamente a las condiciones de ahorro deseadas. Esto se realiza mediante el uso de equipos de control destinados a estas funciones, como pueden ser los interruptores crepusculares y los interruptores horarios astronómicos. Igualmente se puede actuar sobre la intensidad luminosa del alumbrado mediante la reducción del nivel luminoso.

4.3.1. Escaparates y letreros luminosos

Los dispositivos de control de tiempos de la iluminación más sencillos son los interruptores crepusculares. Son dispositivos electrónicos capaces de conmutar un circuito en función de la luminosidad ambiente. Para ello utilizan un componente sensible a la luz (célula fotoeléctrica) que detecta la cantidad de luz natural que existe en el lugar de instalación, comparando este valor con el ajustado previamente. En función de esta comparación, se activa o desactiva un relé que estará conectado en la instalación con los elementos de maniobra de encendido-apagado de la iluminación. Véanse ejemplos de interruptores crepusculares en la Foto 4.



Foto 4. Ejemplos de interruptores crepusculares.

Para un correcto funcionamiento de las instalaciones con interruptores crepusculares, éstos deben estar dotados de circuitos que incorporen histéresis, es decir, un retardo antes de las maniobras que permita eliminar fallos de encendidos o apagados debidos a fenómenos meteorológicos transitorios, tales como el paso de nubes, rayos, etc., o luces de automóviles.

Los inconvenientes del uso de los interruptores crepusculares son el difícil acceso a los mismos durante su mantenimiento o reparación, ya que normalmente se instalan en lugares de difícil acceso. Además, la polución provoca un paulatino oscurecimiento de las envolventes, por lo que a lo largo del tiempo las maniobras no se realizan en los momentos esperados.

Los equipos más avanzados para el control de la iluminación son los interruptores horarios astronómicos. Son interruptores horarios que incorporan un programa especial que sigue los horarios de ortos y ocasos de la zona geográfica donde esté instalado. Esta característica tiene la gran ventaja de que no es necesaria la reprogramación manual y periódica de los tiempos de encendido y apagado. Además, tienen la posibilidad de poder retrasar o adelantar de manera uniforme estos tiempos de maniobra, consiguiendo con ello un ahorro adicional.

Estos interruptores horarios deben incorporar dos circuitos independientes, uno para el encendido y apagado total del escaparate o rótulo luminoso y otro para las órdenes de apagado durante las horas de menos tránsito. Existen modelos que permiten incorporar días especiales, en los que las maniobras son distintas debido a festividades, fines de semana, etc.

La integración de estos equipos digitales ha llegado hasta el punto de poder disponer de modelos con tamaño muy reducido, dos módulos de carril DIN, con sistemas de ayuda a la programación directamente sobre el visualizador, con textos en diversos idiomas. Cabe destacar la incorporación del ajuste automático de hora verano-invierno y sobre todo las últimas innovaciones que facilitan enormemente la programación, ya que simplemente hay que elegir la capital de provincia más próxima al lugar de instalación y la corrección en minutos de encendido y apagado

sobre el valor real de ocaso y de orto calculado por el equipo. Véase un ejemplo de estos nuevos equipos en la Foto 5.



Foto 5. Interruptor horario astronómico con selección de ciudades.

Por último, no hay que olvidar que para que el interruptor horario no derive la ejecución de las maniobras a lo largo del tiempo, debe cumplir con una buena base de tiempos y un ajuste adecuado de su precisión de marcha.

4.3.2. Seccionamiento de las zonas de exposición

Cuando la zona de exposición se puede seccionar en distintas zonas, se puede dotar a cada una de ellas de un interruptor de proximidad. Estos dispositivos son capaces de detectar el movimiento, normalmente de personas, dentro de una zona de cobertura, y encender una iluminación durante un tiempo configurado. De esta forma el alumbrado permanece apagado cuando no es necesario, y su funcionamiento queda automatizado ante la presencia de clientes.

La eficacia de estos interruptores de proximidad ha permitido disponer de una gran variedad de modelos, Foto 6.



Foto 6. Ejemplos de interruptores de proximidad.

La selección del modelo más adecuado depende de los siguientes factores:

- del modo de instalación (en esquina, en superficie, en falso techo, en lugar de una lámpara dicróica);
- de la zona de cobertura (desde 120° hasta los 360° en los modelos de instalación en techo);

- del tipo de carga a controlar (de 10 a 16 A).

Los interruptores de proximidad se conocen también como PIR's (*Passive Infrared*), es decir infrarrojos pasivos. Este nombre se refiere al modo de funcionamiento: sus sensores dividen el área de cobertura en sectores, y la detección es efectiva cuando una fuente de calor (una persona) pasa de un sector a otro. Si la fuente de calor no atraviesa dos sectores (aunque exista movimiento) o si no hay suficiente contraste de temperatura entre lo que se mueve y la temperatura ambiente (temperatura ambiente de más de 30 °C), la detección no es efectiva. Esta situación se resuelve normalmente con una correcta selección de los lugares de instalación de los interruptores de proximidad.

Para instalaciones en las que no es posible resolver el problema de cobertura por algún motivo, o existen limitaciones estéticas, se han desarrollado unos modernos dispositivos cuya detección es activa; es decir, funcionan como un pequeño radar, detectando cualquier movimiento, sea cual sea el sentido del mismo o la temperatura ambiente. También la detección puede atravesar pequeñas paredes o cristales, con lo que se pueden instalar en falsos techos, evitando el posible impacto visual. Véase un ejemplo de estos dispositivos activos en la Foto 7.



Foto 7. Interruptor de proximidad activo.

4.3.3. Grandes zonas de iluminación exterior

Las zonas exteriores (zonas de carga y descarga, aparcamientos, etc.) suelen iluminarse con lámparas de descarga. Los sistemas para iluminación que integran lámparas de descarga asociadas a balastos tipo serie, de vapor de Sodio alta presión (VSAP) o vapor de Mercurio (VM), son muy susceptibles a las variaciones en su tensión de alimentación. Tensiones superiores al 105 % del valor nominal para el que fueron diseñadas disminuyen fuertemente la vida de las lámparas y equipos incrementando el consumo de energía eléctrica. El incremento del 7 % produce una disminución en la vida de la lámpara del 50 % y un exceso de consumo del 16 %. De ahí la gran importancia de estabilizar la alimentación que llega a los receptores de alumbrado.

4.3.3.1. Ahorro por apagado parcial (doble circuito)

Con este sistema lo que se consigue es reducir el consumo apagando parte de las luminarias durante un periodo de tiempo determinado, siendo el ahorro conseguido directamente proporcional al número de luminarias apagadas.

Aunque el sistema es efectivo, su mayor inconveniente es la pérdida de uniformidad lumínica. Además, en las situaciones donde siempre se apagan las mismas luminarias existe una disparidad en la vida de las lámparas. Por estos motivos, se desarrollaron los interruptores horarios astronómicos con circuitos alternativos, de forma que cada día alternaba el circuito a apagar.

4.3.3.2. Ahorro por reactancia de doble nivel

Este sistema se basa en una reactancia que permite variar la impedancia del circuito mediante un relé exterior, reduciendo la intensidad que circula por las lámparas y consiguiendo ahorros del 40 % aproximadamente. La orden de activación viene dada por un hilo de mando o por un temporizador interno.

Pese a evitar el problema de la falta de uniformidad lumínica, el cambio brusco de régimen normal a régimen reducido provoca una sensación de falta de luz en el usuario.

En los sistemas que incorporan un temporizador para evitar la instalación de la línea de mando, la reducción no está sincronizada y se produce a destiempo en las lámparas. En caso de un reencendido de la instalación de alumbrado cuando está en situación de nivel reducido, el temporizador inicia un nuevo retardo al volver la tensión de red, perdiéndose prácticamente el ahorro correspondiente al tiempo de régimen reducido.

Ninguno de los dos sistemas anteriormente descritos solventan los problemas de sobretensión en la red que disminuyen fuertemente la vida de las lámparas y equipos, y que provocan un gran incremento en el consumo de energía eléctrica.

4.3.3.3. Ahorro utilizando Estabilizadores de tensión y Reductores de flujo luminoso en cabecera

La ventaja principal de estos equipos frente a las reactancias de doble nivel es que solventan los problemas producidos por la inestabilidad de la red ya que durante las horas de régimen normal estabilizan la tensión de alimentación de la línea. En las horas de régimen reducido disminuyen la tensión a todas las luminarias, consiguiendo un ahorro adicional. Véase la incidencia de la tensión de alimentación en la Fig. 1.

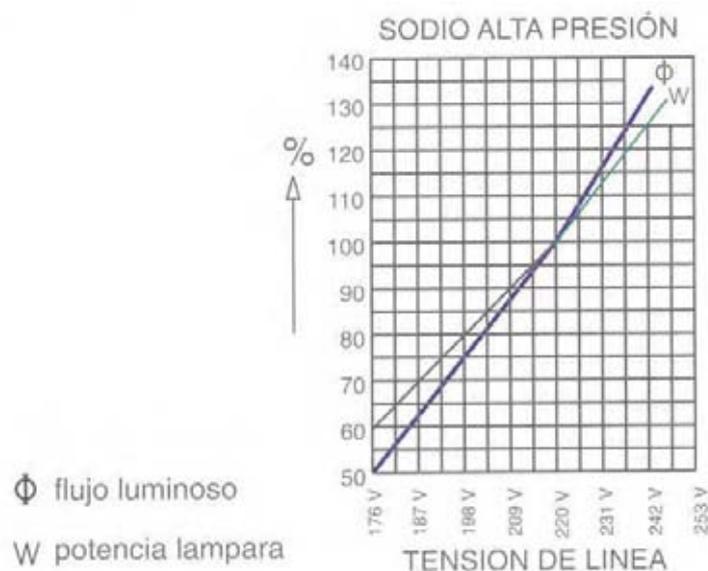


Figura 1. Variación de la potencia y flujo luminosos en función de la tensión en una lámpara VSAP.

El hecho de estar instalados en cabecera de línea, hace que su incorporación tanto en instalaciones de alumbrado nuevas como las ya existentes sea extremadamente sencilla (no se precisa intervención, siempre costosa, en cada uno de los puntos de luz del alumbrado) y facilita el acceso para su mantenimiento. Véase un ejemplo de estabilizador-reductor de flujo en la Foto 8.



Foto 8. Ejemplo de estabilizador-reductor de flujo.

La instalación de un estabilizador de tensión y reductor de flujo en cabecera de línea (en adelante reductor de flujo) evita excesos de consumo en las luminarias, prolonga la vida de las lámparas y disminuye la incidencia de averías, pero para conseguir estos resultados es necesario utilizar equipos con las más altas prestaciones, ya que de lo contrario las ventajas se pueden tornar en inconvenientes.

Las ventajas de los estabilizadores de tensión y reductores de flujo luminoso en cabecera de línea son:

- ✿ Prolonga la vida de las lámparas.
- ✿ Disminuye el coste de mantenimiento.
- ✿ Mantiene la uniformidad del alumbrado.
- ✿ Evita excesos de consumo (nivel nominal).
- ✿ Disminuye el consumo hasta el 40 % (nivel reducido).
- ✿ Rápida amortización.
- ✿ Apto para VSAP y VM.

Las características básicas que debe cumplir cualquier reductor de flujo son las siguientes:

- ✿ Rendimiento superior al 95 %.
- ✿ Potencias hasta 60 kVA.
- ✿ Reducción de consumo hasta el 40 % sobre el nominal.
- ✿ Fases totalmente independientes.
- ✿ Protección por magnetotérmico en cada fase.
- ✿ *By-pass* por fase.
- ✿ Carga admisible del 0 al 100 %.
- ✿ Mantenimiento del $\cos \phi$.
- ✿ No introducir armónicos en la red.
- ✿ Estabilización ± 1 %.
- ✿ Flujo nominal configurable.
- ✿ Flujo reducido configurable.
- ✿ Tiempo de arranque variable.
- ✿ Velocidad de cambio de nivel: 6 V/minuto aprox.

4.4. Climatización

Los cronotermostatos son dispositivos específicos para el control automático de la temperatura combinado con una programación de distintos niveles a lo largo del día o de la semana. Son una evolución de los termostatos convencionales, Foto 9, añadiendo la optimización en el consumo energético mediante la programación horaria.



Foto 9. Termostato de ambiente.

Los modernos cronotermostatos disponen de al menos dos temperaturas programables y de varios programas independientes, lo que les permite configurar distintos programas para cada día de la semana (domingo distinto al resto de días, por ejemplo). La resolución en la programación horaria puede llegar al detalle de los 30 minutos, lo que aporta una gran flexibilidad. Véanse ejemplos de estos cronotermostatos en la Foto 10.



Foto 10. Ejemplos de cronotermostatos.

Son interesantes también una serie de funciones auxiliares que se utilizan en determinados momentos: nos referimos al funcionamiento manual (provocar una situación distinta a la programada sin modificar el programa), a cambio de control de aire acondicionado a calefacción, o la ausencia prolongada durante varios días en las que se apaga el sistema pero igualmente sin modificar el programa.

Para instalaciones donde el cronotermostato pueda estar al alcance del público, existe la posibilidad de bloquear el teclado para evitar manipulaciones no deseadas. También es muy práctico que el propio dispositivo actualice automáticamente el horario coincidiendo con el cambio de hora que se produce dos veces al año.

En aquellas instalaciones más complejas, los sistemas domóticos pueden informar y controlar la temperatura por zonas. Existen varias soluciones, incluso sistemas de climatización integrales.

Por último, para un mejor seguimiento del gasto energético, es conveniente disponer la función de contador de horas de funcionamiento. Esto permite conocer el tiempo de funcionamiento de la caldera (o aire acondicionado) en función de la configuración, y optimizar los consumos simplemente modificando ligeramente las temperaturas de consigna (temperatura ambiente a la que se desea llegar).

5.1. Introducción

5.1.1. Antecedentes

El agotamiento de las fuentes de energía no renovables, el ahorro monetario o el cuidado del medio ambiente son algunas de las razones por las que comenzamos a familiarizarnos con el término de eficiencia energética, pero, ¿de qué se habla exactamente cuando se utiliza esta expresión? De algo tan sencillo como de la adecuada administración de la energía y, en consecuencia, de su ahorro.



La energía es algo que utilizamos a diario desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, pero raramente pensamos en cómo administrarla, no sólo para ahorrar dinero, sino también para ayudar al medio ambiente. Debemos tener claro que es la propia naturaleza la que más caro pagará todos nuestros derroches energéticos, sobre todo si se considera que tan sólo un mínimo porcentaje de la energía utilizada en España proviene de fuentes renovables.

Resulta prioritario reducir esta dependencia económica del petróleo y de combustibles fósiles - se trata de fuentes que poco a poco se agotan- y para ello hay dos soluciones: potenciar el uso de fuentes alternativas y renovables y, aún más importante, aprender a usar eficientemente la energía, cuestión en la que todos tenemos igual responsabilidad. El ahorro de energía se puede conseguir en cualquiera de las actividades diarias y, además, hoy día hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin, que han obtenido buenos resultados. Se calcula

que desde 1970 hasta la actualidad se ha consumido un 20 % menos de energía para generar los mismos bienes.

Son, por lo tanto, el cambio climático, los objetivos marcados en el protocolo de Kyoto, el aumento del precio de la energía, la escasez de recursos naturales y la necesidad de reducir la emisión de CO₂ problemas clave de nuestros días.

La industria del alumbrado ha desarrollado la tecnología necesaria que marca la diferencia en términos de ahorro energético y reducción de las emisiones de CO₂.

Cambiando a sistemas de Alumbrado energéticamente más eficientes, usted puede tener importantes ahorros en los costes de mantenimiento en sus instalaciones.

5.1.2. Alumbrado en las tiendas de electrodomésticos

Un buen alumbrado es de vital importancia para crear las condiciones óptimas en una instalación. La mayor parte de las tiendas invierten grandes sumas de dinero en material promocional, en la distribución de espacios y expositores, en recolocación de productos, etc., y tan sólo una pequeña cantidad en iluminación.



En cualquier local comercial la luz supone un importante argumento de venta. Empezando por la primera impresión, el aspecto exterior del comercio es el primer gancho que recibe el potencial cliente. Una iluminación pobre, desequilibrada o poco atractiva puede generar un rechazo inicial y muchas veces definitivo hacia el producto o servicio más atractivo. Tampoco es sensato invertir en la iluminación de un espectacular escaparate y no hacerlo en la proporción debida en el interior. Cada zona del área de ventas debe ser iluminada conforme a la función que realiza. Es obvio que los espacios reservados a los “productos estrella” de una tienda de electrodomésticos deben cuidarse con especial esmero, pero no

es menos necesario que lugares como cajas, zonas de atención e información al público o incluso la mesa de embalaje deben dejar en el cliente una sensación de armonía y bienestar globales.

Otra razón para observar el máximo cuidado con la iluminación de un local comercial es la salud visual de los que trabajan en él. Muy a menudo se tiende a sacrificar al personal en favor de la mercancía, sin considerar los negativos resultados que se producirán con el tiempo.

Un estudio cuidadoso de la iluminación producirá un ahorro especialmente significativo en el medio y largo plazo. Investigaciones realizadas demuestran que la concurrencia y asiduidad a las tiendas aumenta si se invierte convenientemente en tener una buena iluminación. Por tanto, tener una buena iluminación significa un aumento de rentabilidad del negocio.

Como hemos comentado, cada lugar tiene sus propias necesidades de iluminación en cuanto a coste, calidad y tipo de iluminación. Los dueños, gerentes, responsables de mantenimiento, en definitiva, aquellas personas con poder de decisión sobre el local, son cada vez más conscientes de que, tan sólo llevando unos pocos consejos a la práctica, es posible reducir al máximo los costes asociados al alumbrado.

5.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética

A la vista de lo comentado en el apartado 5.1.1., resulta evidente que la sociedad tiene que protegerse y proteger a las especies que conviven con el hombre. Consciente de ello, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los recursos escasos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y, sobre todo, renovables, a la par que desarrollando sistemas eficientes energéticamente para responder a las necesidades vitales.

Pero no debe nunca olvidarse que en paralelo con este deseo de ahorrar energía coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en lugares de concurrencia de personas.

A continuación se detallan una serie de normativas de ámbito nacional, de obligado cumplimiento que afectan directamente al alumbrado en general y, especialmente, a la iluminación interior en comercios.

5.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE). Sección HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

El Consejo de Ministros mediante el Real Decreto 314/2006, del 17 de Marzo de 2006, aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE), marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

El auge de la construcción en los últimos años y en décadas anteriores no siempre ha alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas demandas. El punto de inflexión que significó la firma del Protocolo de Kyoto en 1999 y los compromisos más exigentes de la Unión Europea con respecto a las emisiones de CO₂, marcan el desarrollo de una serie de normativas que salen ahora a la luz y que cambiarán los parámetros básicos de construcción.

El CTE se aprueba con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación y de promover la innovación y la sostenibilidad. Aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, se han incorporado criterios de eficiencia energética para cumplir las exigencias derivadas de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de edificios.

A través de esta normativa se da satisfacción a ciertos requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas, que se refieren tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad a las personas con movilidad reducida.

Esta nueva norma regulará la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes, tanto los destinados a viviendas como los de uso **comercial**, docente, sanitario, deportivo, industrial o sociocultural.

Dentro del código existen unos documentos básicos de eficiencia energética dentro de los cuáles está el **HE 3 – Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**.

Éste es sin duda el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones. Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

- ✿ Edificios de nueva construcción.
- ✿ Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m², donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada. Incluye las reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen específicamente:

- ✿ Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- ✿ Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- ✿ Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- ✿ Edificios independientes de menos de 50 m².
- ✿ Interiores de viviendas.

Aún en estos casos, se deben adoptar soluciones, debidamente justificadas en el proyecto, para el ahorro de energía en la iluminación.

Los apartados principales de esta sección son:

- ✿ Valores de eficiencia energética mínima para cada tipo de edificio y utilización. El parámetro utilizado para medir esta eficiencia es el **VEE (Valor de Eficiencia Energética)**:

$$\text{VEE} = \text{W/m}^2 \text{ por cada } 100 \text{ Lux}$$

Los valores exigidos están dentro de los estándares actuales en oficina, con iluminación fluorescente y alta frecuencia, pero supone un gran avance en otras instalaciones hoy en día menos eficientes **como pequeños y grandes comercios, hoteles, etc.**

- ✿ **Sistemas de control y regulación:** hace obligatorio el uso de sistemas de control básicos (prohíbe explícitamente el que el encendido y apagado se haga en exclusiva desde los cuadros eléctricos), detección de presencia en zonas de uso esporádico y regulación en las luminarias más cercanas a las ventanas en función de la luz natural.
- ✿ **Diseño y dimensionado de la instalación:** con objeto de garantizar la calidad de la instalación de alumbrado se detallan los datos mínimos que deben incluir los proyectos y los parámetros de iluminación se confían a la norma **UNE 12464-1**, con lo que **se convierte en norma de obligado cumplimiento.**
- ✿ **Características de los productos de la construcción:** en este apartado se establecen los valores máximos de consumo para cada tipo de punto de luz. Para las lámparas fluorescentes se confirman los valores recogidos en el Real Decreto 838/2002, que establece que a partir del mes de Agosto 2007 no se podrán comercializar balastos que no sean de bajas pérdidas o alta frecuencia. Todas las luminarias deberán contar con un certificado del fabricante que acredite la potencia total consumida.

- ✿ **Mantenimiento y conservación:** se hace obligatorio el que todas las instalaciones cuenten con un plan de mantenimiento que garantice el mantenimiento de los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación. Este documento incluirá entre otra información el periodo de reposición de las lámparas y la limpieza de las luminarias.

Además es importante tener en cuenta que CTE (HE 5) prevé que en aquellos edificios donde no se pueda instalar un sistema de captación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos, se debe proveer al edificio de un modo alternativo de ahorro eléctrico equivalente a la potencia fotovoltaica que se debería instalar. Entre los modos indicados en el CTE para conseguir este ahorro suplementario está la iluminación.

5.2.2. Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”

Afortunadamente, en Septiembre de 2002 se aprobó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”, por lo que a finales de Mayo de 2003 han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Esta nueva norma, a la que debe acudir en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino cualitativo de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- ✿ Confort visual.
- ✿ Rendimiento de colores.

Dentro del **confort visual** estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz.

Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al rendimiento de colores. Como todo el mundo probablemente conoce existe una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores, por razones exclusivamente crematísticas que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminaciones de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un índice de rendimiento en color superior a 80 ($Ra > 80$) en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración o permanente, y no ocasional como suele suceder en corredores o pasillos.

Estas prescripciones recogidas convenientemente en esta nueva norma contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más "humanas" y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano.

Seguir estas pautas es cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual y al mismo tiempo crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

5.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos

La aplicación de la Directiva europea 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003 y la Directiva 2003/108/CE de 8 de diciembre de 2003 mediante el Real Decreto 208/2005 de 25 de febrero de 2005, tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la peligrosidad de sus componentes, fomentar su reutilización y valorización, mejorando así el comportamiento medioambiental de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto, es decir, desde el productor hasta el propio usuario final.

Los productos de lámparas que se ven afectados en esta Directiva en la categoría 5, aparatos de alumbrado, del Anexo I B son las siguientes:

- ✿ Lámparas fluorescentes rectas.
- ✿ Lámparas fluorescentes compactas.
- ✿ Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de halogenuros metálicos.
- ✿ Lámparas de sodio de baja presión.

El coste externalizado de la recogida, reciclado y valorización del residuo histórico es responsabilidad de los fabricantes desde el 13 de agosto de 2005.

5.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

Desde el 1 de julio de 2006 han de aplicarse las medidas previstas en la Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, también conocida como Directiva RoHS (transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero), medidas que tienen un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Complementa la Directiva RAEE reduciendo las cantidades de materiales potencialmente peligrosos contenidos en productos eléctricos y electrónicos.

Una de las principales consecuencias de la directiva RoHS es la restricción de aquellos productos que no cumplan con las cantidades de sustancias contaminantes que en esta Directiva se especifican. Así mismo, reducir los riesgos en la manipulación de los productos en su ciclo de reciclaje.

Se prohíben las siguientes sustancias en lámparas y equipos:

- ☀ Plomo (Pb).
- ☀ Mercurio (Hg).
- ☀ Cromo hexavalente (Cr VI).
- ☀ Cadmio (Cd).
- ☀ Bifenilos polibromados (PBB).

La directiva RoHS afecta tanto a las lámparas, luminarias como a los equipos y, conjuntamente con la directiva RAEE, tiene un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Se ha de tener en cuenta que las lámparas incandescentes y halógenas, a diferencia de la directiva RAEE, sí están incluidas en RoHS.

La normativa sobre el mercurio y el plomo contempla algunas exenciones en iluminación, basadas en los niveles que se utilizan actualmente en el sector. La razón es que se requiere algo de mercurio para que las lámparas de descarga en gas funcionen eficientemente, así como la ausencia de alternativas técnicas industriales al plomo en determinadas categorías de producto.

5.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes

El Parlamento Europeo y el Consejo mediante la Directiva 2000/55/CE, del 18 de septiembre de 2000, aprobó la Directiva relativa a los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

La presente Directiva tiene como objetivo reducir el consumo de energía de los balastos de las lámparas fluorescentes abandonando poco a poco aquellos que sean menos eficientes a favor de balastos más eficientes que permitan además un importante ahorro energético.

Los balastos deben de ir con el marcado "CE". El marcado "CE" tiene que colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en su embalaje. Es

decisión del fabricante incorporar en el balasto una etiqueta indicando el índice de eficiencia energética.

Se define como índice de eficiencia energética, la potencia máxima de entrada del circuito balasto-lámpara. Existen 7 niveles de eficiencia, clasificándolas de mejor a peor son:

- ✿ A1, electrónicos regulables.
- ✿ A2, electrónicos de bajas pérdidas.
- ✿ A3, electrónicos estándar.
- ✿ B1, electromagnéticos de muy bajas pérdidas.
- ✿ B2, electromagnéticos de bajas pérdidas.
- ✿ C, electromagnéticos de pérdidas moderadas.
- ✿ D, electromagnéticos de altas pérdidas.

Ésta última está en función de la potencia de la lámpara y del tipo de balasto. Por lo tanto, la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara para un tipo de balasto determinado se define como la potencia máxima del circuito balasto-lámpara con distintos niveles para cada potencia de lámpara y para cada tipo de balasto.

Para calcular la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara de un tipo determinado de balasto, habrá que situarlo en la categoría adecuada de la lista siguiente:

Categoría	Descripción
1	-Balasto para lámpara tubular.
2	-Balasto para lámpara compacta de 2 tubos.
3	-Balasto para lámpara compacta plana de 4 tubos.
4	-Balasto para lámpara compacta de 4 tubos.
5	-Balasto para lámpara compacta de 6 tubos.
6	-Balasto para lámpara compacta de tipo 2 D.

5.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de iluminación deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas tareas y actividades que se desarrollan. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y, por tanto, los mínimos costes de explotación.

En una instalación de alumbrado de un local destinado a la venta de electrodomésticos, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- ❁ Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.
- ❁ Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, tanto por defecto como por exceso. El color de la luz emitida por las lámparas tiene también una gran importancia en la presentación de los productos.

Por otro lado, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Para realizar un buen Proyecto de Alumbrado en Instalaciones destinadas a la venta de electrodomésticos, tendremos que tener en cuenta los requisitos de los diversos usuarios de dicha instalación.

Conociendo los requisitos generales del usuario, es posible determinar los criterios de alumbrado para cada uno de los diferentes productos expuestos en los diferentes lineales y mostradores.

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado para interiores en las que se puede ahorrar energía, y en cantidades muy considerables, analizando detenidamente dónde, cómo y cuándo adoptar las medidas más eficaces para llevar a la práctica la consecución del ahorro deseado.

5.3.1. Fase de Proyecto

En esta fase se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios que realmente son fundamentales para conseguir una instalación de iluminación eficiente y de alta calidad. De entre todos los parámetros cuantitativos y cualitativos, hay que prestar una especial atención a:

- ✿ la predeterminación de los niveles de iluminación,
- ✿ la elección de los componentes de la instalación,
- ✿ la elección de sistemas de control y regulación.

El CTE obliga a elaborar un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación, de manera que se garantice el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y de la eficiencia energética.

Éste contemplará los periodos de reposición de las lámparas, los de la limpieza de luminarias, así como la metodología a emplear. Actualmente es práctica común hacer un mantenimiento puntual de las lámparas, lo cual impide garantizar las condiciones de calidad de la instalación.

5.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación

Deben tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador tipo, convenientemente recogidas en las Recomendaciones y Normas relativas a tareas visuales a realizar por el ser humano. En resumen todo se reduce a la apreciación de un objeto contra un fondo, ya sean objetos físicos, letras u otros elementos.

A) Niveles de iluminación mantenidos

Cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación inicial superior, según los ciclos de mantenimiento del local, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en local y se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo aseguraremos que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.

Por supuesto se satisfarán otros criterios cualitativos simultáneamente, tales como la reproducción de colores, el color aparente de la luz, el ambiente en que se encuentren las personas que realizan la tarea visual en su interior, el control del deslumbramiento, la simultaneidad con la luz natural, etc.

B) Tiempo de ocupación del recinto

En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así, la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.

C) Aportación de luz natural

Deberá estudiarse muy detenidamente la superficie acristalada, la orientación del edificio respecto al sol, la proximidad de otros edificios, en resumen todo aquello que suponga una aportación de luz natural, no sólo

vital desde el punto de vista psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

D) Flexibilidad de la actividad que se realice

El análisis de los supuestos de partida no debe despreciar nunca la realización de actividades variadas en una misma sala, para lo que será preciso flexibilizar la instalación y no duplicarla o triplicarla.

5.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como **las fuentes de luz, los equipos eléctricos** precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz, **las luminarias**, que alojan a unas y otros.

Tanto la cantidad como la calidad de la iluminación, son factores decisivos cuando se escoge un sistema de alumbrado.

Sea como sea, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis se debe calcular no sólo el coste inicial sino también los costes de explotación previstos, entre otras razones, porque los costes de la energía son uno de los factores más importantes del coste global de la instalación.

Para realizar un análisis de costes, se necesitan los siguientes datos:

- ✿ Número y tipo de luminarias/proyectores necesarios.
- ✿ Precio de la luminaria/proyector.
- ✿ Número y tipo de lámparas necesarias.
- ✿ Precio de la lámpara y equipo auxiliar.
- ✿ Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- ✿ Tarifas de electricidad.

- ✿ Vida útil de la lámpara.
- ✿ Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- ✿ Financiación y amortización.

A) Lámparas

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores, como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian sobre todo en términos de eficiencia energética por un parámetro que la define: la **eficacia luminosa**, o cantidad de luz medida en lúmenes dividida por la potencia eléctrica consumida medida en vatios. Nada mejor que una gráfica como la de la Fig. 1 para representar de una forma simple y rápida la diferencia entre las distintas fuentes de luz artificial.

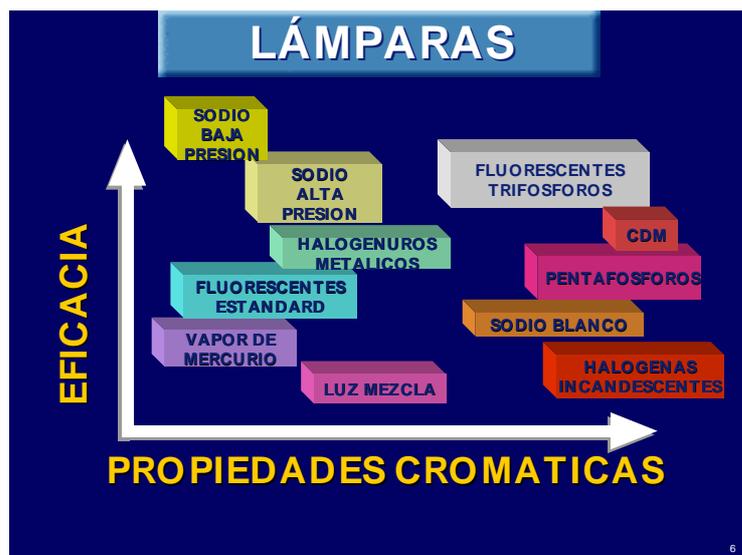


Figura 1. Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de objetos y de la piel humana sean reproducidos de forma natural, correctamente y de tal modo que haga que las personas parezcan atractivas y saludables.

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa se ha definido el **Índice de Rendimiento en Color** (Ra o I.R.C.). El Ra se obtiene como una nota de

examen; esta nota es el resultado sobre la comparación de 8 ó 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme nos vamos alejando de 100, podemos esperar una menor definición sobre todos los colores.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy Bueno
Ra > 90	Excelente

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían ser usadas en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos períodos.

La "aparición de color" o **Temperatura de color** de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. La luz blanca puede variar desde tonalidades cálidas a frías en función de las sensaciones psicológicas que nos producen.

Para las aplicaciones generales la Comisión Internacional de Iluminación divide las fuentes de luz en tres clases según su temperatura de color:

Blanco Cálido	Tc < 3300 K
Blanco Neutro	3300 K < Tc < 5000 K
Blanco Frío	Tc > 5000 K

La elección de aparición de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores de la sala y objetos en la misma, clima circundante y la aplicación

B) Balastos

Las lámparas incandescentes y las halógenas directas a red son las únicas que no necesitan de un equipo auxiliar (transformador o reactancia o balasto electrónico) para funcionar. Las lámparas de descarga se utilizan en combinación con diferentes tipos de balastos. Éstos pueden ser *Electrónicos* (también llamados Electrónicos de alta frecuencia) o *Electromagnéticos*. Bajo la categoría de balastos electromagnéticos se encuentran los de cobre-hierro tradicionales para lámparas fluorescentes. Estos balastos deben combinarse con cebadores y habitualmente con condensadores de corrección del factor de potencia.

Los *balastos electrónicos ofrecen numerosas e importantes ventajas* en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales:

- ❁ Las pérdidas de potencia en los balastos tradicionales (electromagnéticos) oscilan entre un 6-7 % hasta un 20 %, mientras en los balastos electrónicos puros son de 0 vatios.
- ❁ Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25 %, duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- ❁ Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara evitando los intentos de encendido indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está garantizado y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.
- ❁ Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- ❁ Más flexibilidad: con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de

los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales, además de proporcionar un ahorro adicional de energía.

- Las unidades de balastos electrónicos son más ligeras y relativamente sencillas de instalar comparadas con los balastos electromagnéticos y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.

Los **balastos de precaldeo** calientan los electrodos antes de aplicar la tensión de arranque. El precalentamiento del electrodo de la lámpara es posible en todas las lámparas fluorescentes. El precalentamiento tiene dos ventajas:

- Los electrodos de la lámpara sufren muy poco con cada arranque.
- La tensión de arranque necesaria es inferior que en un circuito de arranque frío.

Por lo tanto, con el precaldeo se pueden realizar tantas conmutaciones como sea necesario.

En la Fig. 2 se ofrece una imagen de algunos balastos electrónicos.



Figura 2. Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

C) Luminarias

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por la lámpara, con un tope del 100 %, pero que en casos muy especiales se aproxima al 90 % como máximo. A esta eficiencia contribuyen de modo muy importante el tamaño físico de la lámpara (cuanto más se aproxima a un foco luminoso puntual mayor será su eficiencia dentro de un sistema óptico).

No obstante, no hay que olvidar que además de estas prestaciones iniciales las luminarias tienen como exigencia la conservación de sus prestaciones el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras o de las superficies transmisoras o refractoras.

Los deslumbramientos pueden provocar cansancio y dolores oculares pudiendo llegar a producir irritación de ojos y dolores de cabeza. Se debe tener especial atención al deslumbramiento en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

El **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar debido a la construcción de la óptica y la posición de las lámparas. El sistema utiliza una serie de fórmulas para determinar, en función de la luminaria la posición de instalación de la misma, las condiciones del local, y nivel de iluminación, el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté presente en el local. El resultado final es un número comprendido entre 10 y 31, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

5.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente

sistemas de regulación y control, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas, se pueden destacar:

- ✿ Sistemas automáticos de encendido y apagado.
- ✿ Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor, pulsador, mando a distancia, etc.
- ✿ Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamientos de diversa índole.
- ✿ Sistemas de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz, o incluso regular su flujo luminoso.
- ✿ Sistemas de gestión centralizada, automatizada o no.

5.3.2. Ejecución y explotación

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en la fase de proyecto. Para ello, se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos que se enumeran a continuación.

5.3.2.1. Suministro de energía eléctrica

La comprobación y revisión de la existencia de subtensiones o sobretensiones justifica la toma de medidas eléctricas de la red de suministro, tanto durante la fase de ejecución inicial, como durante la explotación de la instalación, pues aunque el Reglamento de Verificación admite tolerancias de un más, menos 7 % en las tensiones nominales de alimentación, una sobretensión de un 10 % puede provocar un exceso de consumo energético de hasta un 20 % además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.

5.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados

No deberán tolerarse las deficiencias de los niveles de iluminación proyectados, ni los excesos. Las primeras pueden dar origen a la realización

defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.

5.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados

Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto, pues aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición, que a veces son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad, que a veces pueden provocar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

5.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados

Barajando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad, es decir, que las zonas iluminadas que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50 %.

5.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial

La regulación del flujo luminoso, como consecuencia de las variaciones de empleo del ambiente en que se encuentran las personas, por su dedicación a diferentes tareas, o incluso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por los acristalamientos, Fig. 3, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficies de acristalamiento. Ningún edificio con aportación de luz natural que contuviera salas de unas dimensiones mínimas debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los acristalamientos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código Técnico de la Edificación.

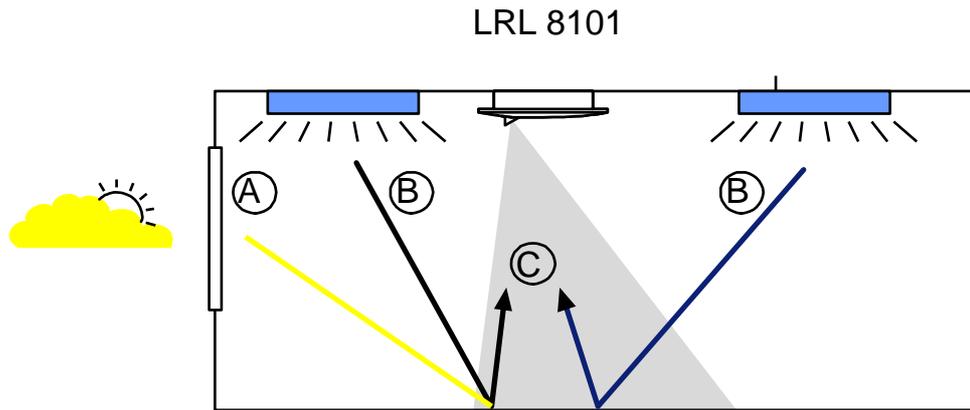


Figura 3. Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

5.3.2.6. Uso flexible de la instalación

La flexibilidad de los sistemas existentes para crear escenas puede ahorrar mucha energía eléctrica por la correcta adaptación de la luz artificial a las necesidades reales de las personas que se encuentran en el interior del recinto cerrado.

5.3.3. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una atención especial a los siguientes métodos operativos.

5.3.3.1. Previsión de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos, y resto de componentes de la

instalación requiere una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un *planning* establecido, se denominan operaciones programadas.

Con estas operaciones programadas se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50 % de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir de prisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye además a un consumo eficaz de la energía y evita costes innecesarios. Las lámparas deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evita grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.

El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones al exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta, ya en la etapa de diseño de la misma, debiéndose prevenir con certeza que los proyectores sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que los proyectores vayan equipados con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá

comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo. Debe verificarse también la correcta alineación de los proyectores.

5.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas, pues en caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como el de que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

5.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunos edificios es que al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Esto que es tan evidente en el color de luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

5.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos

A pesar de que se ha publicado recientemente la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta

Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del Medio Ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos por otros alternativos.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger de una forma breve, pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores a edificios para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles, que evidentemente se traducirá en una menor producción de dióxido de carbono y de otros contaminantes a la atmósfera como consecuencia de la reducción de la producción de energía que se habrá ahorrado.

Por último, resaltar el enorme interés de todos los expertos en iluminación en este país y en el mundo por desarrollar instalaciones cada vez más eficientes energéticamente.

5.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado no solo se deben de tener en cuenta la inversión inicial, coste de lámparas + luminarias + equipos y el coste de la instalación. Se deben de tener en cuenta también los siguientes costes:

- ✿ Costes de reemplazo de las lámparas.
- ✿ Costes energéticos, precio del kWh. Consumo energético del sistema.
- ✿ Costes de mantenimiento: que serán la suma de los costes laborales, costes operacionales y los costes por alteración o interrupción producida.

Los CTP se pueden reducir:

- ✿ Reduciendo el coste de la instalación.
- ✿ Utilizando lámparas de mayor vida útil (lámparas de larga duración).
- ✿ Utilizando equipos energéticamente más eficientes (balastos electrónicos).

- ✿ Utilizando sistemas de control que permitan un uso racionalizado de la luz.

Los criterios luminotécnicos a tener en cuenta para realizar un proyecto de alumbrado son:

- ✿ **Iluminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo luminoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano dividido por su superficie (expresada en m²). La unidad de medida es el lux (lúmen/m²). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida, iluminancia horizontal (E_{hor}) o vertical (E_{vert}).
- ✿ **Iluminancia media:** valores medios de la iluminancia en una superficie determinada (E_m).
- ✿ **Uniformidad:** relación entre las iluminancias mínima y máxima sobre una superficie ($E_{min}/E_{máx}$). Lo que nos indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de “manchas” y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

Tabla de Establecimientos minoristas

I. Establecimientos minoristas					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
I.1	Area de ventas	300	22	80	- Los requisitos tanto de luminancia como de UGR vienen determinados por el tipo de tienda
I.2	Area de cajas	500	19	80	
I.3	Mesa de envolver	500	19	80	

Además de estos criterios luminotécnicos se tendrán en cuenta los definidos anteriormente:

- ✿ Índice de Rendimiento en Color (I.R.C. o Ra).
- ✿ Temperatura de color.
- ✿ Índice de deslumbramiento Unificado (U.G.R.).

La elección de las luminarias estará en función del concepto de establecimiento. Sin embargo, sí podemos hacer recomendaciones sobre las fuentes de luz a utilizar.

Los siguientes estudios económicos, comparan el CTP de instalar una lámpara con respecto una lámpara MASTER, manteniendo los mismos niveles de iluminación.

A. Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo

Las lámparas fluorescentes son las más utilizadas en tiendas de electrodomésticos debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Los ahorros obtenidos por la utilización de uno u otro tipo difieren considerablemente en función del equipo (balasto) con el que trabajan. Aparte del ahorro económico, la utilización de un tubo trifósforo frente a un tubo estándar otorga una mejor reproducción cromática y un mayor flujo lumínico.

Tipo de fluorescente	Ra	Eficacia	Contenido en mercurio
Tubo estándar	50-60	67-79	8 mg
Tubo trifósforo	>80	75-93	2 mg

En los siguientes supuestos se muestran cuáles son los verdaderos costes totales de propiedad anuales. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

Bajo un ciclo de encendido de 12 horas (dos encendidos diarios).

A.1. Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	12000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	2,79 €
Ahorro anual		0,23 €

A.2. Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	19000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,76 €
Ahorro anual		1,26 €

Tanto si se dispone de un balasto electromagnético como electrónico, los ahorros en mantenimiento por lámpara instalada son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama

trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

B. Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo de Larga Vida

Para lograr un mayor ahorro en CTP, en los últimos años, han aparecido lámparas fluorescentes trifósforos de larga vida. Los ahorros al utilizar estas lámparas son considerables si las comparamos con lámparas estándar o convencionales.

Tipo de fluorescente	Ra	Eficacia	Contenido en mercurio
Tubo estándar	50-60	75-93	8 mg
Tubo trifósforo	>80	70-90	2 mg

En función de los ciclos de encendido y del tipo de balasto, las lámparas de larga vida pueden durar desde 24 000 h hasta 79 000 horas de vida útil.

A continuación, se muestran dos ejemplos comparativos en función del balasto utilizado en la instalación:

B.1. Tubo fluorescente trifósforo de larga duración 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	40000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,20 €
Ahorro anual		1,83 €

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	58000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,32 €
Ahorro anual		1,70 €

Tanto con la utilización de tubos de larga vida Xtra o Xtreme, los ahorros anuales por tubo fluorescente instalados son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

B.2. Tubo fluorescente trifósforo de larga vida 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	55000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,87 €

Ahorro anual		2,15 €
---------------------	--	---------------

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	79000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,97 €

Ahorro anual		2,05 €
---------------------	--	---------------

Al igual que en el caso anterior, se logran ahorros en mantenimiento mayores al trabajar con equipos electrónicos.

C. Halogenuros metálicos con quemador de cuarzo Vs Halogenuros metálicos con quemador cerámico

Cada vez es más frecuente encontrar lámparas en este tipo de comercios diferentes a los tubos fluorescentes. En función del nivel de acentuación que requiera en la tienda, se recurre con mayor frecuencia a luminarias con lámparas de halogenuros metálicos en su interior (generalmente de doble terminal). Las zonas más comunes de utilización de este tipo de lámparas son los escaparates y expositores de producto dentro de la tienda.

Principalmente existen dos clases de lámparas de halogenuros metálicos:

- ✿ Lámparas de halogenuros metálicos con quemador de cuarzo.
- ✿ Lámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico.

Las diferencias entre ambas tecnologías se pueden resumir en:

Tipo de halogenuro	Ra	Eficacia
Cuarzo	70-80	80-90
Cerámico	85-95	85-95

Al igual que en los casos anteriores, el empleo de una u otra tecnología repercutirá en CTP. Véase el siguiente ejemplo:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Lámpara de halogenuro metálico	Cuarzo	CDM-TD Cerámico
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	70	70
Vida útil (horas)	8500	15000
Precio medio (€)	30	45
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	14,10 €	11,59 €
Ahorro anual		2,51 €

Al usar lámparas CDM-TD con quemador de cerámico, a parte de ahorrar en costes de propiedad 2,5 € se dispondrá de lámparas más eficaces con reproducción cromática superior.

D. Halógenas dicroicas estándar Vs Halógenas dicroicas de larga vida

Las lámparas halógenas de bajo consumo, en su calidad de ahorradoras, reducen hasta un 40 % el consumo eléctrico frente a cualquier halógena convencional.

Al reemplazar una lámpara halógena dicroica estándar por una lámpara PHILIPS MASTER ES, obtendremos: más de un 40 % de ahorro energético y una vida de lámpara 2,5 veces superior

En el siguiente supuesto se muestra cuales son los verdaderos costes totales de propiedad anuales.

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10 h / día – 3 600 h / año

Lámparas Halógenas	Dicroica convencional	Dicroica MASTER
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	50	30
Vida útil (horas)	2000	5000
Precio medio (€)	4.1	9.9
Tasa RAEE (€)	0	0
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	14.40 €	8.64 €
Costes de Mant. /año	12.78 €	9.29 €
Ahorro anual		9.25 €

Por cada lámpara dicroica MASTER que usemos en lugar de una dicroica convencional, ahorraremos en costes de energía y mantenimiento al menos 9.25 € al año.

E. Lámparas fluorescentes no integradas estándar Vs lámparas fluorescentes no integradas de Larga Vida

El último lanzamiento en lámparas de larga vida son las lámparas fluorescentes compactas no integradas. Los ahorros al utilizar estas lámparas son considerables si las comparamos con lámparas estándar o convencionales.

Existe una gama completa de este tipo de lámparas:

Gama PL Xtra:	Master PL-C Xtra 18/26W	2 y 4 patillas
	Master PL-L Xtra 36/55W	4 patillas
	Master PL-T Xtra 32/42/57W	4 patillas

Dos patillas implica que funciona únicamente con balastos electromagnéticos y cuatro patillas con electrónicos de alta frecuencia.

La vida útil de estas lámparas depende del balasto con el que esté funcionando. Suponiendo ciclos de encendido de 12 horas (11 h encendida, 1 hora apagada) y considerando el 90 % de supervivientes las vidas útiles son las siguientes:

Tipo de lámpara	Vida útil con balasto EM	Vida útil con balasto HF
PL-L	27 000 horas	32 000 horas
PL-T	22 500 horas	25 000 horas
PL-C	22 500 horas	25 000 horas

Al igual que con las lámparas TL-D Xtra y Xtreme hemos realizado unos CTP como ejemplos bajo los mismos supuestos de coste de la energía y tipo de funcionamiento. Bajo el supuesto de trabajar con equipos electrónicos se logran ahorros en mantenimiento mayores.

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12 h / día – 3 600 h / año

Las PL-L suelen utilizarse en las mismas estancias que los tubos TL-D.

E.1. Lámpara fluorescente compacta no integrada de larga vida PL-L 36 W Vs lámpara fluorescente compacta no integrada PL-L estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

Lámparas de fluorescencia compacta no integrada	PL-L Estándar	MASTER PL-L Xtra
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas) con balasto HF	10000	25000
Precio medio (€)	7,27	14,1
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	4,5	4,5
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	4,35 €	2,72 €
Ahorro anual por lámpara		1,62 €

E.2. Lámpara fluorescente compacta no integrada de larga vida PL-T 32 W Vs lámpara fluorescente compacta no integrada PL-T estándar 32 W trabajando con **equipo electrónico**:

Lámparas de fluorescencia compacta no integrada	PL-T Estándar	MASTER PL-T Xtra
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	32	32
Vida útil (horas) con balasto HF	13000	25000
Precio medio (€)	17,44	30,1
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	4,5	4,5
Costes Energía / año	9,22 €	9,22 €
Costes de Mant. /año	6,16 €	5,03 €

Ahorro anual por lámpara		1,13 €
---------------------------------	--	---------------

E.3. Lámpara fluorescente compacta no integrada de larga vida PL-C 26 W Vs lámpara fluorescente compacta no integrada PL-C estándar 26 W trabajando con **equipo electrónico**:

Lámparas de fluorescencia compacta no integrada	PL-C Estándar	MASTER PL-C Xtra
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	26	26
Vida útil (horas) con balasto HF	10000	25000
Precio medio (€)	7,09	17,28
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	4,5	4,5
Costes Energía / año	7,49 €	7,49 €
Costes de Mant. /año	4,28 €	3,18 €

Ahorro anual por lámpara		1,10 €
---------------------------------	--	---------------

Sustitución de reactancias electromagnéticas por Equipos Electrónicos

A parte de conseguir reducciones notables de consumo eléctrico por el uso de las lámparas recomendadas, podemos lograr importantes ventajas adicionales usando equipos (balastos y transformadores) más eficientes y sistemas de control sencillos (Actilume).

Las lámparas fluorescentes necesitan equipos auxiliares para funcionar. Tradicionalmente se han utilizado balastos electromagnéticos junto con arrancadores o cebadores. La gran desventaja de este tipo de sistemas es que son poco eficientes desde el punto de vista del consumo de energía.

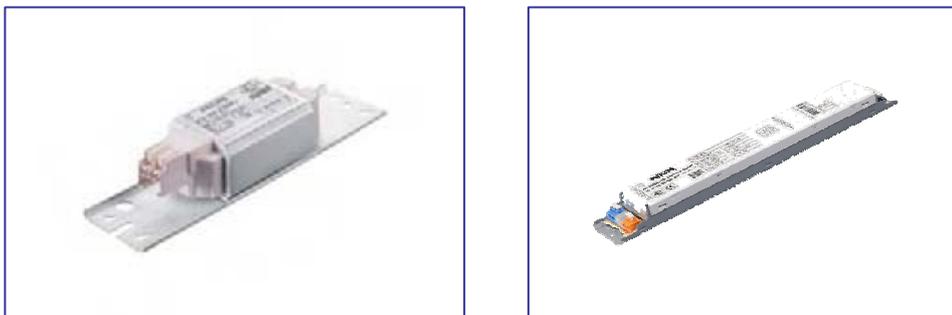


Figura 4. Balasto Electromagnético - Balasto Electrónico.

Los **balastos electrónicos** tienen muchas ventajas sobre los electromagnéticos:

- ✿ **Ahorro energético:** es posible reducir el consumo energético hasta en un 25 %. De esta manera además de consumir menos recursos energéticos, conseguiremos un importante ahorro en la factura de la electricidad.
- ✿ **Más vida útil en las lámparas:** se puede conseguir hasta un 50 % más de vida en las lámparas. Esto se traduce en menos reposiciones de lámparas y, por lo tanto, menos residuos y consumo de materias primas. Y por supuesto un importante ahorro en costes de mantenimiento.
- ✿ **Menor generación de calor residual:** los balastos electrónicos funcionan a una temperatura más baja, con lo que tendremos un ahorro en climatización.

- ✿ **Mayor confort visual:** se eliminan los parpadeos molestos y el efecto estroboscópico gracias al funcionamiento en alta frecuencia.
- ✿ **Mayor seguridad:** la desconexión automática al final de la vida de la lámpara evita los riesgos de sobrecargas y falta de confort por continuos intentos de reencendido.
- ✿ **Mayor simplicidad:** un balasto agrupa todos los componentes de un equipo de lámparas de fluorescencia, siendo más sencilla su instalación y mantenimiento.
- ✿ **Mayor flexibilidad:** los balastos regulables permiten adaptar la luz a las necesidades del momento. Los balastos DALI nos permiten integrar la iluminación y tener un control total de ella.

Sustitución de transformadores electromagnéticos por electrónicos

El uso de transformadores electrónicos frente a los electromagnéticos garantiza un funcionamiento seguro debido a sus circuitos de protección en caso de cortocircuitos, sobrecargas y altas temperaturas. Además, el nivel de luz se mantiene siempre constante en casos de bajo voltaje o sobre voltaje.



5.3.5. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en tiendas de electrodomésticos

5.3.5.1. Tendencias en la iluminación de comercios

La iluminación en comercios ha de buscar la creación de la imagen adecuada en términos de:

- ✿ Atraer a los compradores al comercio – crear sensaciones.

- ✿ Crear la atmósfera adecuada: acentuación y alumbrado indirecto.
- ✿ Guiar al cliente por el comercio.
- ✿ Dirigir la atención del cliente hacia aquellos productos considerados como estratégicos.
- ✿ Presentar los productos con su aspecto más favorable.
- ✿ Fomentar el espíritu de compra.
- ✿ Garantizar la seguridad de movimientos dentro del comercio.

5.3.5.2. Parámetros en la iluminación de comercios

La ubicación de las góndolas y pasillos, la arquitectura del recinto y la imagen de la marca son los puntos principales a tener en cuenta para un buen diseño de iluminación

A continuación, se detallan los niveles recomendados de iluminancia en función del tipo de iluminación a realizar:

Iluminación general	800 a 1000 lux
Iluminación de producto	500 a 750 lux
Iluminación de acento	1:3
Temperatura de Color	3000 ó 4000 K
Ra	>80

Bibliografía

1. Código técnico de la edificación de "Código Técnico de la Edificación y otras normas relacionadas con el alumbrado".
2. "Introducción al alumbrado". Philips Ibérica.
3. "Luz sobre la Norma Europea". Philips Ibérica.
4. "Manual de Iluminación". Philips Ibérica.

6.1. Introducción

Aunque todos los productos energéticos tienen una importante trascendencia en el desenvolvimiento económico y social de la región, la energía eléctrica, por su carácter esencial y sus particularidades propias, adquiere una importancia relevante en el contexto energético de la Comunidad de Madrid. Así, juega un papel esencial en la cobertura de la demanda el máximo valor de potencia demandada, denominada punta, de cuyo valor, junto al de la capacidad de respuesta del sistema eléctrico, va a depender que se puedan producir apagones en la Región. En relación a esto, hay que señalar que, en los últimos años, se está dando la circunstancia de que los máximos producidos, tradicionalmente en invierno, se están viendo desplazados a los meses de verano, consecuencia de la fuerte penetración de los aparatos de aire acondicionado.

Las puntas de demanda actuales, que superan los 5.000 MW, con fuertes crecimientos cada año, convierten a nuestra región en la Comunidad Autónoma uniprovincial con el valor más alto de la Península y entre la tercera y cuarta del conjunto nacional, después de Cataluña, Andalucía y Comunidad Valenciana, lo que viene a representar un 12 % de la demanda de potencia punta total nacional, si bien su rasgo más definitorio es el fuerte déficit. La potencia instalada en Madrid no llega al 0,5 % del total nacional, y la producción propia no cubre ni el 3 % del consumo, con lo que el déficit es muy elevado. Esta circunstancia obliga a que las necesidades energéticas sean cubiertas mediante la importación desde otras regiones, circunstancia que requiere, a su vez, una importante red de transporte y distribución de energía eléctrica.

Hoy en día el sector energético representa la base que permite soportar la forma de vida de la denominada *sociedad del bienestar*, ha supuesto que los avances tecnológicos y la mejora de la calidad de vida hayan impulsado de forma

irrefrenable un continuo incremento en la demanda eléctrica, que hace necesario que las instalaciones receptoras de nuestras viviendas adapten su capacidad y sus condiciones de seguridad a estas necesidades.

A este objetivo contribuyó el entonces Ministerio de Ciencia y Tecnología, con la publicación, el pasado 18 de septiembre de 2002, del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, con el que se establecen las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro de baja tensión, para preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

Pero para determinadas instalaciones existentes a la entrada en vigor de este Reglamento y que por distintos motivos no puedan considerarse en buen estado aún cumpliendo la normativa bajo la que se diseñaron, se plantea el problema de que, salvo que sean sometidas a modificaciones o reformas de importancia, o impliquen riesgo grave para las personas o los bienes, o produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, no tienen obligación de cumplir con los requisitos exigidos en el vigente Reglamento.

6.2. Reglamentación y normativa de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión

6.2.1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

El 2 de Agosto de 2002 el Consejo de Ministros aprobó el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) que afecta a las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro de baja tensión, de manera que se preserve la seguridad de las personas y los bienes, se asegure el normal funcionamiento de dichas instalaciones, y se prevengan las perturbaciones

en otras instalaciones y servicios. Además, el Reglamento aprobado pretende contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

El Reglamento actualiza los requisitos técnicos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas con motivo de los grandes avances tecnológicos de los últimos años.

El vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión es de obligado cumplimiento desde su entrada en vigor el día 18 de septiembre de 2003.

No obstante, y según establece dicho Reglamento en su artículo 2, su aplicación para las instalaciones existentes, únicamente procede en los siguientes casos: modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y ampliaciones. (Las modificaciones o reparaciones de importancia son las que afectan a más del 50 % de la potencia instalada).



Por tanto, a la mayoría de las instalaciones existentes, les resulta de aplicación el antiguo *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, aprobado por el Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, el cual supuso un gran avance en materia técnica y de seguridad, debido al uso cada vez más común de la electricidad en los hogares e industrias españolas y al aumento de los receptores utilizados en las instalaciones por parte de los usuarios. No obstante, la evolución tanto de los materiales empleados en las instalaciones eléctricas como de las condiciones legales, ha provocado que también este Reglamento se alejase de las bases con que fue elaborado, por lo que se ha hecho necesaria su actualización.

El vigente Reglamento mantiene el esquema del anterior, estando estructurado en un Reglamento marco, constituido por 29 artículos, y 51

Instrucciones Técnicas Complementarias, que desarrollan aspectos específicos y que cuentan con la novedad de su constante remisión a normas, procedentes en su mayor parte de normas europeas EN e internacionales CEI, y que constituyen prescripciones de carácter eminentemente técnico, relativas básicamente a características de los materiales, que se citan sin indicar su año de edición, para facilitar su actualización.

También incluye como novedad este Reglamento, la incorporación de una *Instrucción Técnica Complementaria* relativa a las instalaciones de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para las viviendas y edificios, conocida como "*domótica*", con el objetivo de facilitar el ahorro y la eficiencia energética.

Es importante reseñar igualmente, la exigencia que el vigente Reglamento establece en su artículo 19 a los instaladores, consistente en entregar al titular de la instalación unas instrucciones generales de uso y mantenimiento, además de documentos propios de la instalación; esquema unifilar y croquis de la instalación.

El nuevo Reglamento incorpora el principio de seguridad equivalente, de forma que el proyectista puede aplicar soluciones distintas a las establecidas en las normas técnicas, siempre que quede demostrada su equivalencia con los niveles de seguridad establecidos. Por su parte, también las Comunidades Autónomas pueden aprobar soluciones diferentes, a propuesta justificada de los proyectistas, si éstas tienen un nivel de seguridad equivalente.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento son:

- ✿ ITC-BT-01 Terminología.
- ✿ ITC-BT-02 Normas de referencia en el Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- ✿ ITC-BT-03 Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
- ✿ ITC-BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
- ✿ ITC-BT-05 Verificaciones e inspecciones.
- ✿ ITC-BT-06 Redes aéreas para distribución en baja tensión.
- ✿ ITC-BT-07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

- ✿ ITC-BT-08 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
- ✿ ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior.
- ✿ ITC-BT-10 Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
- ✿ ITC-BT-11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.
- ✿ ITC-BT-12 Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ✿ ITC-BT-13 Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.
- ✿ ITC-BT-14 Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.
- ✿ ITC-BT-15 Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
- ✿ ITC-BT-16 Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.
- ✿ ITC-BT-17 Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.
- ✿ ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ✿ ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ✿ ITC-BT-20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ✿ ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores.
- ✿ ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrecargas.
- ✿ ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ✿ ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ✿ ITC-BT-25 Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.
- ✿ ITC-BT-26 Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
- ✿ ITC-BT-27 Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
- ✿ ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia.
- ✿ ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
- ✿ ITC-BT-30 Instalaciones en locales de características especiales.

- ✿ ITC-BT-31 Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.
- ✿ ITC-BT-32 Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.
- ✿ ITC-BT-33 Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
- ✿ ITC-BT-34 Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.
- ✿ ITC-BT-35 Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
- ✿ ITC-BT-36 Instalaciones a muy baja tensión.
- ✿ ITC-BT-37 Instalaciones a tensiones especiales.
- ✿ ITC-BT-38 Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.
- ✿ ITC-BT-39 Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.
- ✿ ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.
- ✿ ITC-BT-41 Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.
- ✿ ITC-BT-42 Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
- ✿ ITC-BT-43 Instalación de receptores. Prescripciones generales.
- ✿ ITC-BT-44 Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
- ✿ ITC-BT-45 Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.
- ✿ ITC-BT-46 Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.
- ✿ ITC-BT-47 Instalación de receptores. Motores.
- ✿ ITC-BT-48 Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.
- ✿ ITC-BT-49 Instalaciones eléctricas en muebles.
- ✿ ITC-BT-50 Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.
- ✿ ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Respecto a las nuevas Instrucciones Técnicas Complementarias, merecen especial consideración:

- ✿ Las inspecciones que los Organismos de Control Autorizados deben realizar a las instalaciones cuya seguridad ofrece particular relevancia.
- ✿ Las prescripciones relativas a la protección contra contactos directos e indirectos, que han sido adaptadas a los nuevos conceptos de seguridad y protección.
- ✿ La electrificación de las viviendas, que ha aumentado en el número mínimo de circuitos, con objeto de dotar a todos los hogares de una mínima infraestructura eléctrica que haga frente a las necesidades actuales.
- ✿ La posibilidad del uso de aparatos eléctricos en lugares prohibidos hasta el momento, como bañeras o duchas de hidromasaje, cumpliendo los correspondientes requisitos de protección.

La ejecución correcta de una instalación es un factor fundamental para que ésta pueda considerarse segura. En este sentido, el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) define, de una forma bastante más precisa, el papel desempeñado y los requisitos exigidos a los *instaladores* y a las *empresas instaladoras autorizadas*, teniendo en cuenta la formación académica y la experiencia requerida en cada campo.

El Reglamento establece que las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados. Los titulares, por su parte, deberán abstenerse de intervenir en las instalaciones para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

Por su parte, cualquier actuación de un instalador autorizado debe ir seguida de la correspondiente verificación del trabajo realizado por dicho instalador. Siendo, por tanto, el instalador autorizado, el responsable de la correcta ejecución de la instalación y de que ésta sea segura.

Dada la importancia de su trabajo, el *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* regula los requisitos técnicos y administrativos, así como los medios técnicos y humanos, que se requiere a los instaladores para poder ejercer su trabajo.

Los carnés profesionales de Instalador Electricista están regulados, por tanto, en el vigente Reglamento, y en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-03, aprobados por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

Dicha ITC hace referencia al concepto de dicho carné con la denominación "*Certificado de Cualificación Individual de Baja Tensión*", y lo regula en el apartado 4, donde se establece:

- ✿ Concepto (punto 4.1).
- ✿ Requisitos para su obtención (punto 4.2).
- ✿ Concesión del mismo (punto 4.3).

Existen 2 categorías de carnés profesionales de Instalador Electricista de Baja Tensión: básica y especialista. Mientras que la categoría básica tiene sus competencias limitadas a parte de las instalaciones comprendidas en el REBT, el carné de categoría especialista extiende sus competencias a todo el ámbito del REBT.

La obtención del carné profesional debe efectuarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique el interesado, de acuerdo con lo indicado en el punto 4.2 de la ITC-BT-03. En aplicación de la normativa estatal, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid reguló con detalle estos aspectos, mediante Resolución de 19 de Mayo de 2003 (B.O.C.M. de 29/05/2003), sobre la aplicación del nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en lo relativo a los carnés profesionales (Certificados de Cualificación Individual), registros de empresas Instaladoras y requisitos para acceder a las convocatorias para la obtención de dichos carnés profesionales, celebradas a partir del 1 de junio de 2003.

El REBT diferencia entre Certificados de Cualificación Individual, y Certificados de Instalador Autorizado en Baja Tensión (referidos a empresas). Para estas últimas, la regulación se enmarca a nivel estatal por la ITC-BT-03, y específicamente en la Comunidad de Madrid, por el Decreto 253/2001, de 8 de noviembre, por el que se unifican los procedimientos relacionados con la inscripción en los Registros de

Empresas de Actividades Industriales Reguladas, publicado en el B.O.C.M. de 17/12/2001, modificado por Decreto 158/2003, de 10 de julio, publicado en el B.O.C.M. de 01/08/2003.

En la Comunidad de Madrid, conviene señalar que la Resolución de 16 de diciembre de 2004, reconoce a los Ingenieros Técnicos Industriales de Especialidad Eléctrica como competentes para obtener de forma directa el carné profesional de instalador electricista en baja tensión.

Es preciso destacar que la mera posesión del carné o Certificado de Cualificación Individual de Baja Tensión (y de cualquier otro otorgado por la Comunidad de Madrid) no habilita en absoluto para ejecutar, mantener, reparar o revisar las instalaciones a las que se refiere.

Para ejercer la correspondiente actividad, es requisito indispensable, además, estar en plantilla de una empresa Instaladora eléctrica en baja tensión, que puede ser individual (régimen de "autónomos"), o persona jurídica. En todo caso, debe estar inscrita en el Registro de Empresas Instaladoras Eléctricas de Baja Tensión, de la DGIEM.

Como información complementaria, se indica que el Registro de Empresas y el Certificado de Empresa Instaladora de Baja Tensión, acreditativo de la inscripción en el mismo viene regulado por el apartado 5 de la ITC-BT-03. Es de señalar, que la nomenclatura utilizada en la ITC para las empresas es "Instalador en Baja Tensión", en lugar de la tradicional de "Empresa Instaladora".

La tramitación del certificado de empresa instaladora justificativo del registro de empresa debe efectuarse de acuerdo con lo indicado en el citado apartado 5 de la ITC-BT-03 y, en el ámbito de la Comunidad de Madrid con lo dispuesto en el Decreto 253/2001, de 8 de noviembre, anteriormente citado.

Por otra parte, conviene mencionar la *Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, a la que nos remite el artículo 29 de

éste, y que aunque no es de carácter vinculante, establece una gran cantidad de aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en el Reglamento.

6.2.2. Legislación específica de la Comunidad de Madrid

Aunque el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión establece, en su ITC-BT-04, la documentación que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el Órgano competente de la Administración, en el caso de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión, la Comunidad de Madrid, en el ámbito de sus competencias, ha regulado la tramitación, puesta en servicio e inspección de estas instalaciones mediante la Orden 9344/2003, de 1 de Octubre, del Consejero de Economía e Innovación Tecnológica.

Mediante esta Orden, se transfiere a las Entidades de Inspección y Control Industrial (EICIs), la tramitación e inspección de las instalaciones antes indicadas, que anteriormente llevaba a cabo la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

Las EICIs, son Organismos de Control Autorizados que de conformidad con el Decreto 111/1994, de 3 de noviembre, modificado por el Decreto 114/1997, de 18 de septiembre, se encuentran inscritas en el Registro de EICIs acreditadas y llevan a cabo, en el ámbito de la Comunidad de Madrid, las actividades reglamentarias de las instalaciones que fija dicha normativa.

Por otro lado, es conveniente señalar la Resolución de 14 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se publican los modelos oficiales de Memoria Técnica de Diseño y Certificado de Instalación de la Comunidad de Madrid, que responden a lo indicado en la ITC-BT-04 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que establece que el Órgano competente debe fijar dichos modelos.

Legislación ésta que normalmente viene acompañada de una importante difusión por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de

Madrid, que año tras año ha mostrado su preocupación por dar a conocer la forma de mantener y conservar las instalaciones eléctricas en los edificios, a través de múltiples jornadas de divulgación sobre esta materia.

6.2.3. Otra reglamentación aplicable

Así mismo, es importante hacer mención al Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, y en concreto a su artículo 87, apartado d), por el que las empresas suministradoras podrán interrumpir el suministro en el caso de instalaciones peligrosas.

Respecto a los productos y equipos eléctricos, que también han de ser idóneos y adaptarse a los requisitos de seguridad para la función que desempeñen, deben cumplir con las Directivas Comunitarias que les sean aplicables, entre las que se encuentran: la Directiva 73/23/CEE, de 19 de febrero de 1973, sobre material eléctrico destinado a ser utilizado en el ámbito de tensiones nominales comprendidas entre 50 y 1000 V en corriente alterna y entre 75 y 1500 V en corriente continua (transpuesta a nuestra legislación mediante el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero), y la Directiva 89/336/CEE, de 3 de mayo de 1989, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativos a la compatibilidad electromagnética (transpuesta a nuestra legislación mediante el Real Decreto 444/1994, de 11 de marzo).

6.3. Instalaciones eléctricas en locales comerciales

Puesto que vamos a repasar, tanto las instalaciones eléctricas del interior de los locales comerciales, como las instalaciones de enlace de los edificios, es importante conocer la definición de dichas instalaciones a través del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las principales prescripciones que éste establece a las mismas.

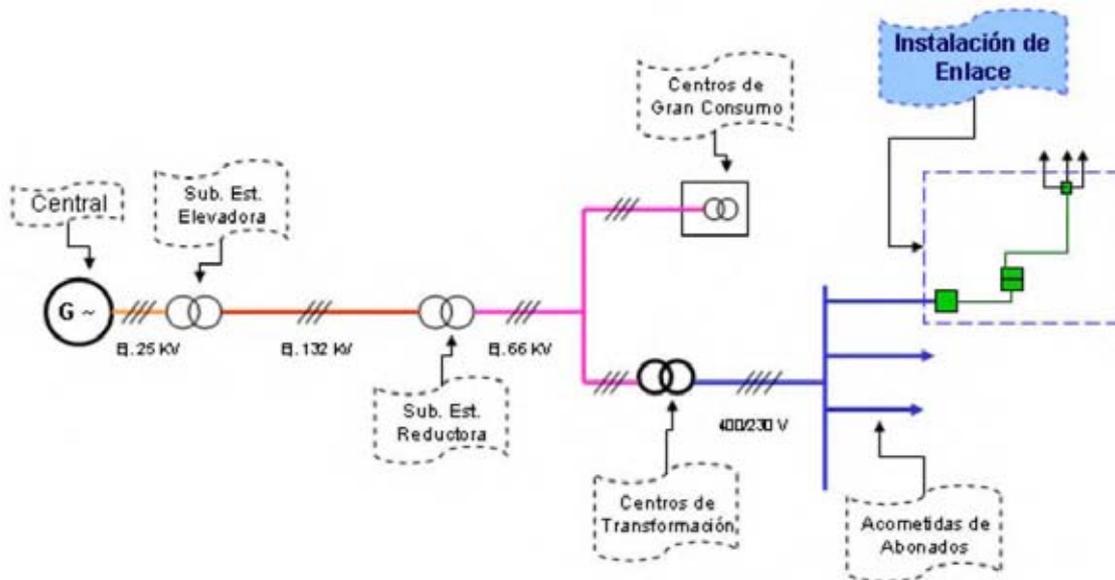


Figura 1. Instalación de enlace.

6.3.1. Instalaciones de Enlace

Las instalaciones de enlace son aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario, comenzando por tanto, en el final de la acometida y terminando en los dispositivos generales de mando y protección.

Constituyen las instalaciones de enlace los siguientes componentes:

Acometida

Se denomina acometida a la parte de la instalación de enlace que une la red de distribución de la empresa eléctrica con la caja general de protección.

Es propiedad de la empresa eléctrica y, en general, hay una por edificio.

Pueden ser aéreas o subterráneas, dependiendo del tipo de distribución de la zona (rural o urbana).

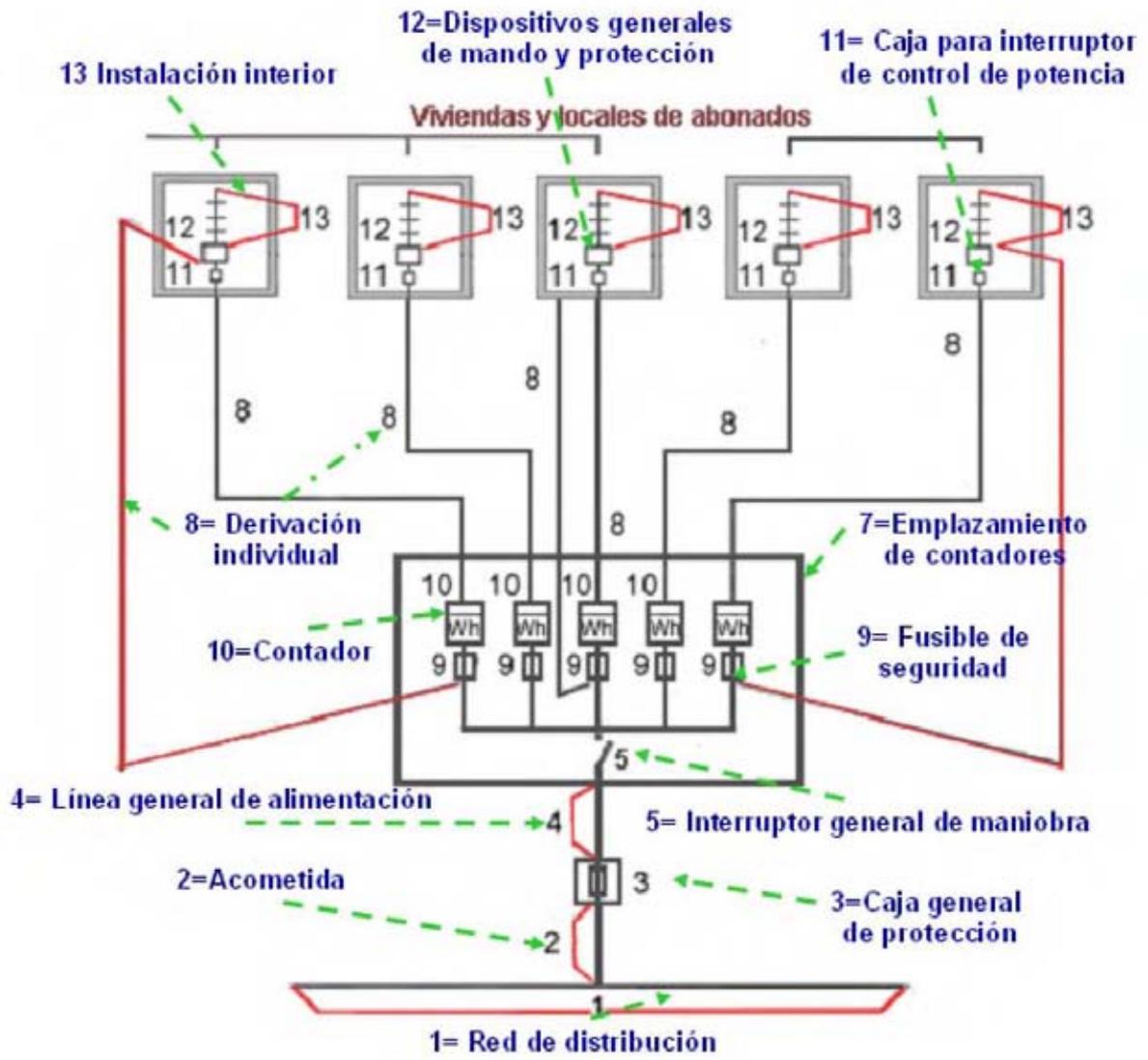


Figura 2. Instalación eléctrica.

Caja General de Protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios, instalándose preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.



Figura 3. Caja general de protección.

Línea General de Alimentación

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. Termina en el interruptor de corte en carga situado en la centralización de contadores. De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores. Su trazado debe ser lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.



Figura 4. Línea general de alimentación.

Centralización de Contadores

Se define como el conjunto de equipos de medida, que estando situados en un mismo local o emplazamiento, están alimentados por una línea general de alimentación.

Los contadores, y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, pueden estar ubicados en:

- ✿ módulos (cajas con tapas precintables),
- ✿ paneles, o
- ✿ armarios.

Deben permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalan antes del contador y se colocan en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, deben tener la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y deben ser precintados por la empresa distribuidora.

Los contadores pueden ir colocados de forma individual o en forma concentrada. La disposición individual se utiliza sólo cuando se trata de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar. En el caso de colocación en forma concentrada pueden situarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales ha de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocan los distintos elementos necesarios para su instalación.

En los edificios de nueva construcción se reserva un local o cuarto para la centralización de contadores, que se caracteriza por:



Figura 5. Centralización de contadores.

- ✿ No podrá destinarse a otra utilidad.
- ✿ Se situará en planta baja o sótano.
- ✿ Estará próximo a las canaladuras de las líneas generales de alimentación.
- ✿ Será de fácil y libre acceso desde las zonas comunes del edificio.
- ✿ La altura del local será de al menos 2,30 m y su anchura mínima entre la pared y la parte saliente de los módulos de la pared opuesta será de 1,10 m.
- ✿ No será húmedo.
- ✿ Estará por encima del nivel freático del lugar.
- ✿ La resistencia de las paredes será como mínimo de tabicón.
- ✿ Tendrá sumidero si la cota del suelo es igual o inferior a la de los pasillos o locales colindantes.
- ✿ Tendrá ventilación natural.
- ✿ La puerta tendrá unas dimensiones de 2,00 x 0,70 como mínimo.
- ✿ La puerta abrirá hacia fuera.
- ✿ Dispondrá de al menos un punto de luz.
- ✿ Estará lejos de locales con riesgo de incendio o explosión.
- ✿ Estará lejos de locales que produzcan gases corrosivos.

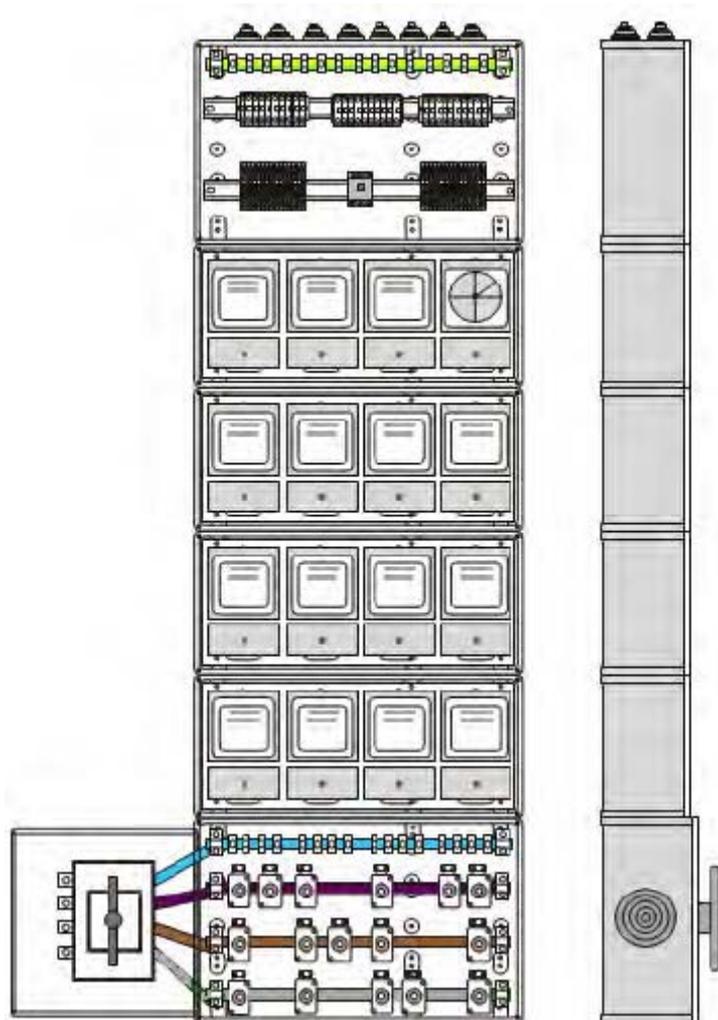


Figura 6. Esquema de centralización de contadores.

- ❁ No será atravesado por otras conducciones distintas a las eléctricas.
- ❁ Tendrá alumbrado de emergencia.

La centralización de contadores contiene los equipos de medida, los fusibles y los embarrados de protección.

Derivaciones Individuales

Se definen como las líneas que unen la centralización de contadores, y en concreto el contador o equipo de medida de cada cliente con los dispositivos privados de mando y protección que estarán en el interior de la vivienda o local del cliente.



Figura 7. Detalle de contadores de inducción.



Figura 8. Canalizaciones de derivaciones individuales.

Interruptor de Control de Potencia 2

Es el último elemento de la instalación de enlace.

Es un elemento de medida en forma de interruptor automático magnetotérmico, que generalmente se conecta al principio de una instalación individual y sirve para controlar la potencia demandada en cada momento. Es decir, cuando la potencia, en el global de la instalación, supera la potencia de contratación, el ICP se dispara.

Por regla general, el ICP lo coloca y es propiedad de la compañía eléctrica suministradora, por esto en una factura de suministro eléctrico aparece un término denominado "alquiler de equipos de medida". Dentro de este equipo de medida está el ICP y el contador. Su intensidad nominal mínima será 15 A, ya que la potencia mínima por local será de 3450 W a 230 V.

6.3.2. Instalaciones interiores o receptoras

Las instalaciones interiores son aquellas que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica.

Comienzan en el cuadro general de mando y protección del usuario y comprenden los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos interiores, incluido el interruptor de control de potencia, y terminan en el último punto de utilización de energía por parte del usuario.

Cuadro general de mando y protección 1

A él llegan los conductores de la derivación individual desde los contadores, pasando por el Interruptor de Control de Potencia. En este cuadro se albergan los dispositivos de protección de la instalación eléctrica.

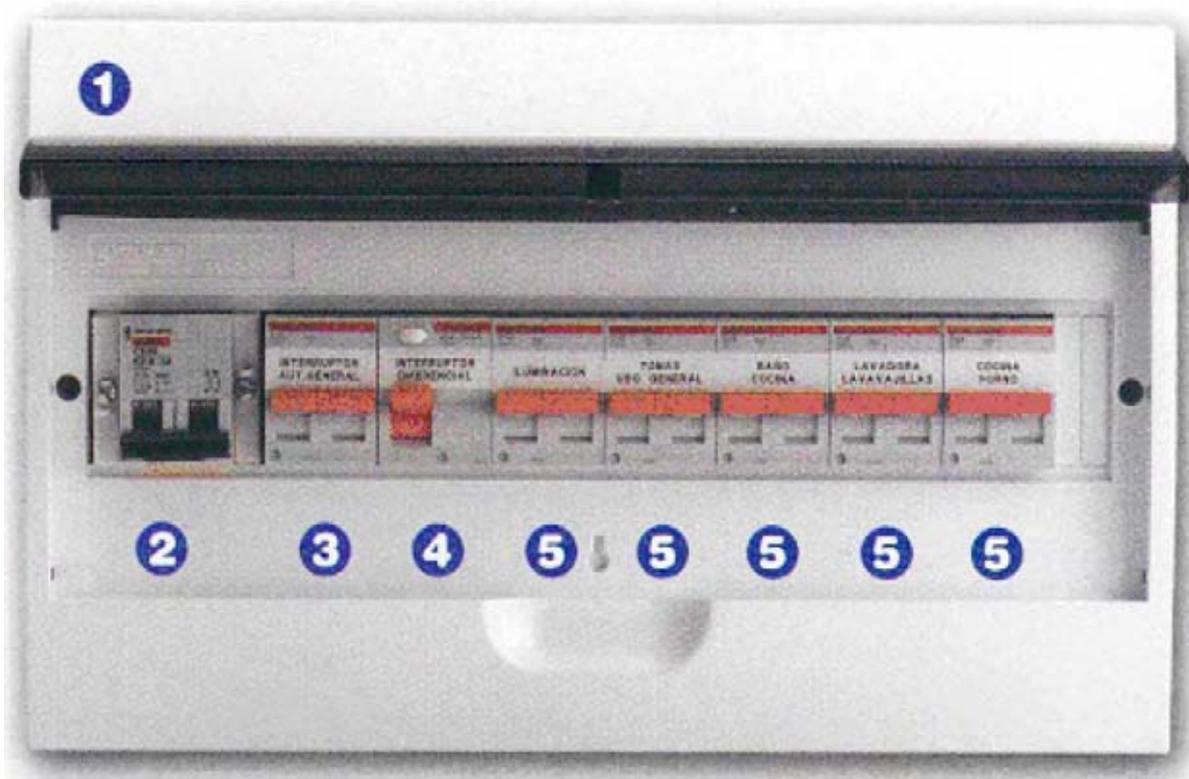


Figura 9. Cuadro de mando y protección.

Dispositivos generales de mando y protección. Interruptor General de Potencia

Los dispositivos generales de mando y protección constituyen el origen de la instalación interior, situándose lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. Deben estar ubicados en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde parten los circuitos interiores.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección en locales comerciales serán los siguientes:

- ✿ **3** Un interruptor general automático de corte omnipolar, con accionamiento manual.

Se instala para proteger una línea eléctrica específica, la denominada “derivación individual”. Dado que la sección mínima de la derivación individual, en aplicación del nuevo reglamento, es de 6 mm² su intensidad

nominal mínima será generalmente igual o mayor de 25 A (en función del tipo de instalación y sección de la derivación individual).



5

Uno o varios interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30 mA, destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.

Se suele colocar dentro del cuadro de distribución, al lado del IGA. Sirve para proteger a las personas y animales de contactos eléctricos indirectos. Un contacto eléctrico indirecto es cuando una masa se ha puesto accidentalmente bajo tensión y se toca. Entonces, a través del cuerpo del animal o la persona se produce lo que se denomina una corriente de contacto. Dependiendo del valor de esa corriente de contacto, se producen efectos patológicos más o menos graves, calambres, quemaduras, tetanización muscular, estados de shock, asfixia, fibrilación ventricular, etc.

¿Cómo funciona el diferencial?

A grandes rasgos, se puede decir que el diferencial está vigilando continuamente la corriente de la fase y del neutro (monofásicos). Cuando éstas no son iguales, lo que ocurre es que la diferencia entre una y otra se está fugando por alguna parte de la instalación (generalmente tierra). Cuando el valor de la intensidad de fuga es igual o superior al valor de la intensidad de sensibilidad del diferencial, entonces se dispara y desconecta la instalación.

Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

Los pequeños interruptores automáticos PIAs tienen la finalidad de, en los cuadros de distribución, comenzar los distintos circuitos de la instalación eléctrica y dotar a dichos circuitos, independientes unos de otros, de la protección necesaria para evitar deteriorar los conductores en caso de sobrecargas o cortocircuitos.



4

Dispositivo de protección contra sobretensiones, si fuese necesario.



Figura 10. Pequeños interruptores automáticos (PIAs).

Los calibres de los PIAs deben de ir en consonancia con la sección de los conductores que se utilicen.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su ITC-BT-10, la carga mínima asignada al local comercial corresponde a 100 W/m^2 por planta, con un mínimo de potencia de 3.450 W por local. Establece también la potencia máxima de suministro monofásico, a 230 V , fijándola en 14.490 W .

En los locales comerciales el número mínimo de circuitos se fija con los criterios generales siguientes:

- a) Se subdividirán las instalaciones con objeto de limitar las consecuencias de un fallo posibilitando, por un lado, un fácil mantenimiento, verificación y, por otro, evitando las interrupciones innecesarias de todo el circuito y los riesgos derivados de ello.
- b) Equilibrado de cargas. En el caso que el local tenga suministro trifásico se procurará que la carga quede repartida entre sus fases.
- c) Posibilidad de conectar y desconectar en carga. Cabe señalar que los establecimientos comerciales deberán contar con posibilidad de conexión y desconexión en carga en una sola maniobra, a través de interruptores manuales, clavijas de toma de corriente de intensidad nominal no superior a 16 A y de cortacircuitos fusibles de accionamiento manual adecuados a esta función para:

- Los circuitos de alimentación en baja tensión destinado a una instalación de tubos luminosos de descarga en alta tensión (el corte será omnipolar).
- Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
- Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía.
- Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
- Los circuitos con origen en cuadros de distribución.
- Las instalaciones de acumuladores.
- Los circuitos de salida de generadores.
- Cualquier receptor.

Serán de corte omnipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el cuadro general y secundarios de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos.
- Los destinados a receptores cuya potencia sea superior a 1.000 W, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a lámparas de descarga o autotransformadores.

- o Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en alta tensión

Como prescripciones específicas, para fijar el número mínimo de circuitos, en función del uso del local tendremos que para establecimientos comerciales cuya ocupación prevista sea mayor de 50 personas, es decir, aquellos cuya superficie útil sea mayor a 62,5 m², a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios es obligatorio:

- a) Colocar el cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, en lugares a los que no tenga acceso el público y separados de locales donde exista un peligro acusado de incendio (como escaparates). En los citados cuadros se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores, indicando a que circuito pertenecen.
- b) El alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público dispondrá de un número de líneas secundarias suficientes para que el corte de corriente en una cualquiera de ellas, no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- c) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales: salas de venta o reunión, escaparates, almacenes, talleres y zona de circulación de público (pasillos, escaleras y vestíbulos).

Caben considerarse además las instalaciones de seguridad contra incendios relacionadas con la instalación eléctrica:

- ✿ Los locales comerciales deben disponer de alumbrado de emergencia de conformidad con la normativa de instalaciones de protección contra

incendios en vigor, debiendo quedar los cuadros eléctricos iluminados por la citada instalación para facilitar su maniobra.

- Además próximo al cuadro eléctrico deberá instalarse extintor adecuado a fuegos en presencia de tensión eléctrica.

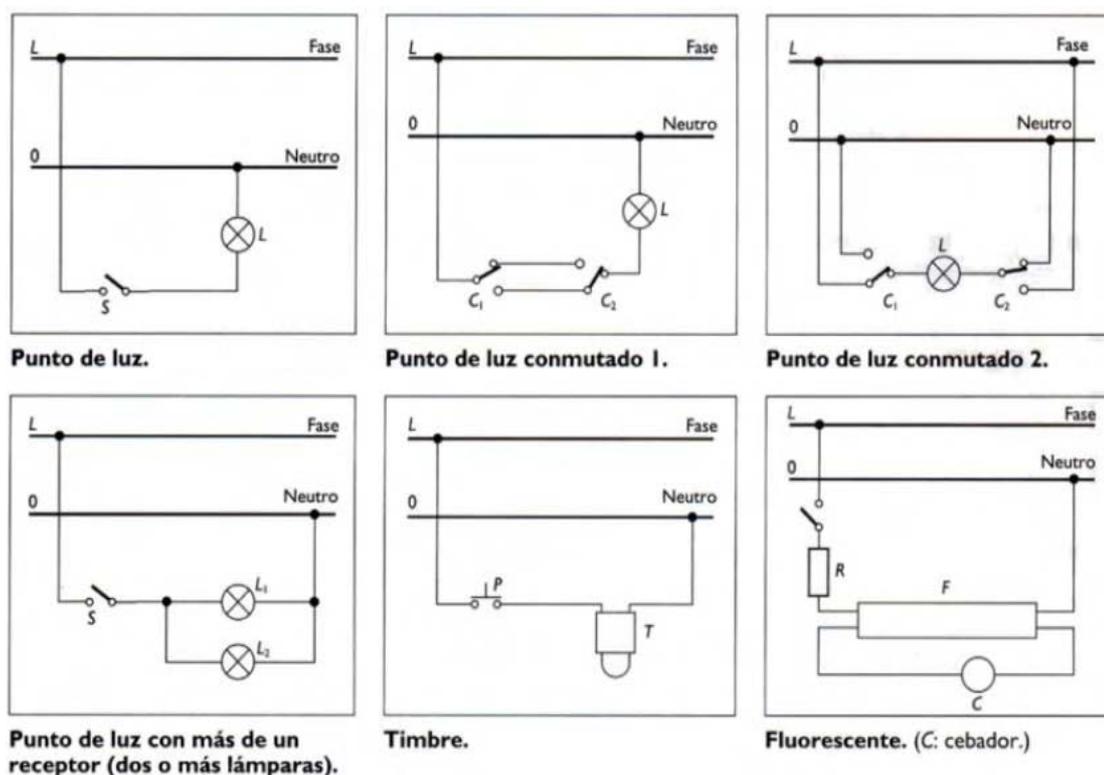


Figura 11. Esquemas de circuitos eléctricos.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables. Esta identificación se realiza por los colores que presentan sus aislamientos. Cuando existe conductor neutro en la instalación, éste se identifica por el color azul claro. Al conductor de protección se le identifica por su color verde-amarillo, y todos los conductores de fase se identifican por los colores marrón o negro. Cuando se considera necesario identificar tres fases diferentes, se utiliza también el color gris.

Circuitos eléctricos

El interruptor

Es uno de los mecanismos más utilizados en las instalaciones domésticas convencionales. Consta de una envolvente aislante a la cual se le dota de ciertos

mecanismos eléctricos con la finalidad de poder cerrar y abrir un circuito eléctrico a voluntad, simplemente ejerciendo una presión sobre una parte de una tecla o girando una maneta. Puede adoptar dos posiciones: contacto eléctrico abierto (interruptor abierto) o contacto eléctrico cerrado (interruptor cerrado). Cuando el interruptor está abierto no deja pasar la corriente eléctrica por su contacto, por lo que si hay un receptor eléctrico asociado, éste permanecerá apagado o inactivo.

Existen en el mercado distintos tipos de interruptores que se diferencian por:

- ✿ Tipo de montaje.
- ✿ Intensidad nominal.
- ✿ Número de polos.
- ✿ Forma constructiva y estética.
- ✿ Tipo de accionamiento.



Figura 12. Interruptor.

Punto de luz

El montaje eléctrico de un interruptor más una lámpara se conoce como punto de luz simple.

Para realizar correctamente este circuito hay que tener en cuenta varios aspectos:

- ✿ Protección adecuada.
- ✿ El interruptor debe cortar el conductor de la fase.
- ✿ En todos los puntos de luz debe instalarse el conductor de protección

Toma de corriente

Sobre este mecanismo recae la responsabilidad de hacer funcionar correctamente los receptores eléctricos que se conecten así como el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica en sí.

Existen en el mercado diferentes tipos de tomas de corriente, que se diferencian por:

- ✿ Modo de montaje.
- ✿ Intensidad nominal.
- ✿ Número de polos.
- ✿ Forma constructiva y estética.

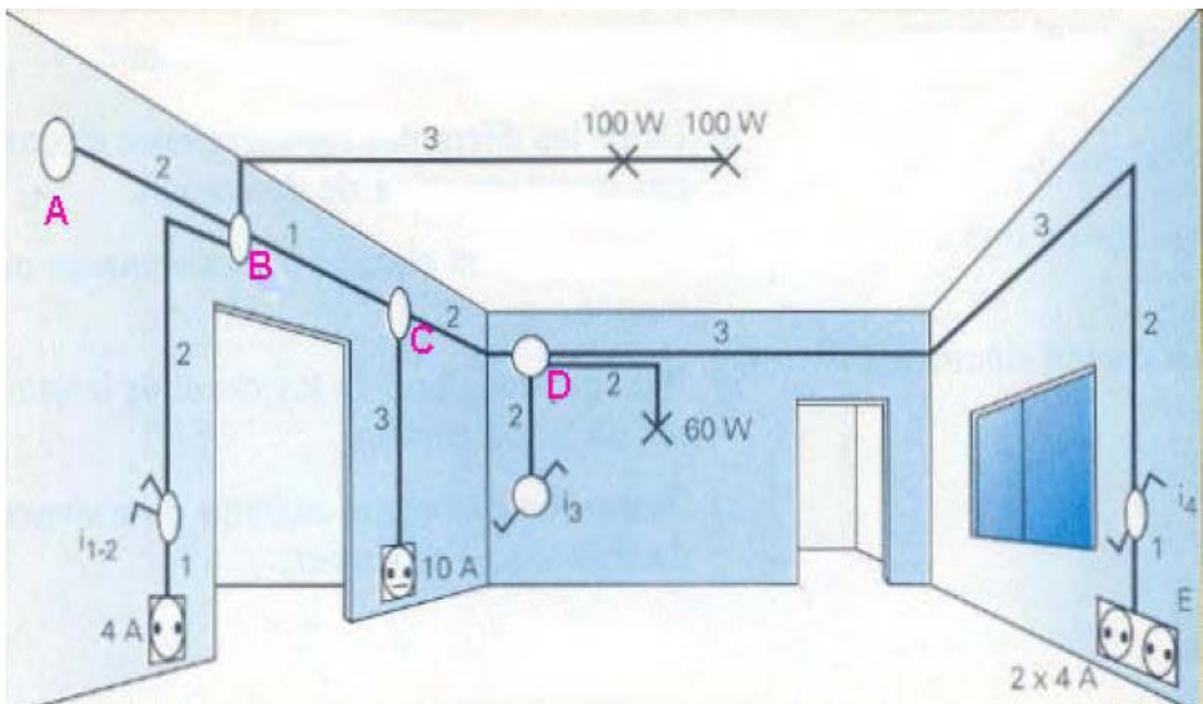


Figura 13. Instalación interior.

Unas normas básicas sobre la utilización de estos mecanismos eléctricos, pueden ser las siguientes:

- ✿ No conectar triples "ladrones", clavijas múltiples, etc.
- ✿ Comprobar el correcto estado de la envolvente.
- ✿ Utilizar las tomas de corriente para la tensión e intensidad nominal para las que ha sido construido.



Figura 14. Toma de corriente.

6.4. Puesta a tierra

Además de la instalación del local y paralela a ésta, existe una instalación denominada red de tierra a la que hay que conectar todas las carcasas y partes metálicas de los aparatos eléctricos, de manera que si existe alguna derivación la envíe a tierra y, de esta forma, proteger al usuario.

Es un elemento de seguridad de las personas y de las instalaciones.



Figura 15. Toma de tierra.

La puesta a tierra de los edificios se realiza para conseguir que entre el terreno y las partes metálicas del edificio no haya tensiones o diferencias de potencial peligrosas. Para ello, tenemos que conseguir que la resistencia de paso a tierra electrodo-terreno sea lo menor posible para que en el caso que se produzca una derivación se evacue a tierra la corriente de falta o de defecto o las descargas de origen atmosférico.

Se define como toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o conjunto de electrodos enterrados en el terreno, con el objetivo de conseguir que no existan diferencias de potencial peligroso entre las instalaciones del edificio y los equipos respecto del terreno, y dejar pasar a tierra las descargas de origen atmosférico o las corrientes de falta.

Es necesario conocer los elementos de una buena puesta a tierra, que son:

- ✿ Terreno.
- ✿ Tomas de tierra: se define como el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Consta de:

- Electrodo: todo material conductor en perfecto contacto con el terreno, encargado de introducir en el terreno las corrientes de falta o de origen atmosférico. Pueden ser: picas, placas y cables enterrados.
- Líneas de enlace con tierra: parte de la instalación que une los electrodos con los puntos de puesta a tierra.
- Puntos de puesta a tierra: es el elemento situado fuera del terreno y que sirve de unión entre el conductor de tierra y los conductores de protección.

✿ Línea principal de tierra: parte de un punto de puesta a tierra y conecta con las derivaciones de la línea de puesta a tierra.

✿ Derivaciones de la línea principal de tierra: son los conductores de cobre que unen la línea principal de puesta a tierra con los conductores de protección.

✿ Se conectan a las masas de los aparatos y elementos metálicos de los edificios.

✿ Conductores de protección: son los conductores de cobre encargados de unir eléctricamente las masas de los aparatos eléctricos con las derivaciones de la línea principal de puesta a tierra.

Los elementos a conectar a la puesta a tierra en los edificios son:

✿ Instalaciones de fontanería, gas, calefacción, etc.

✿ Depósitos y calderas.

✿ Caja general de protección y marco metálico mecnical o armario.

✿ Instalaciones de pararrayos. Instalaciones de antenas de TV, FM, de telefonía, etc.

- ✿ Redes equipotenciales de cuartos de baño y aseo.
- ✿ Todas las masas metálicas significativas del edificio. Estructura metálica, armaduras de muros, soportes de hormigón armado, etc.
- ✿ Embarrados de centralización de contadores.

Bibliografía

- García Trasancos, J. "Electrotécnica". Thomson Paraninfo.
- Latorre Usán, S., Navarro Márquez, J. A., Navarro Sánchez, M. L. "Instalaciones de enlace y centros de transformación: redes de baja tensión e instalaciones de enlace". Ceysa.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. "Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51".
- Moreno Gil, J., Lasso Tárraga, D., Fernández García, C. "Instalaciones eléctricas de interior". Thomson Paraninfo.
- Roldán Vilora, J. "Seguridad en las instalaciones eléctricas". Thomson Paraninfo.
- Sanz Serrano, J.L. "Instalaciones eléctricas". Thomson Paraninfo.
- Toledano Gasca, J.C., Sanz Serrano, J.L. "Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación". Thomson Paraninfo.
- Toledano Gasca, J.C., Sanz Serrano, J.L. "Instalaciones eléctricas de interior". Thomson Paraninfo.
- Toledano Gasca, J.C., Sanz Serrano, J.L. "Proyectos para el desarrollo de instalaciones eléctricas de distribución". Thomson Paraninfo.

Televisión Digital Terrestre – TDT

Claves para ver la nueva televisión

7.1. Introducción

Como se viene observando en distintos medios de comunicación, los últimos meses de este año han supuesto una revolución en el ámbito de la televisión en España. La aparición de la denominada Televisión Digital Terrestre (TDT) supone el final de la televisión “convencional” (analógica) y la aparición de otro concepto de televisión.

La Televisión Digital es un nuevo concepto de televisión que pretende proporcionar la posibilidad, no sólo de recibir muchos más canales con mayor calidad en su receptor, sino también añadir interactividad, lo que permite a los espectadores constituirse en elemento activo dentro del mundo audiovisual. Las nuevas potencialidades inherentes a la televisión digital, en especial, la interactividad, permiten instaurar al televisor como vía alternativa de acceso a los servicios de la Sociedad de la Información, como lo es ahora el PC.

Este nuevo concepto de televisión constituye la evolución de la actual televisión convencional analógica. Para ello, se transforma la imagen, el audio y los datos en información digital, es decir, en bits. Al tratarse de una transmisión digital o numérica, se pueden aplicar procesos de compresión y corrección de errores, lo que permite disfrutar de una mejor calidad de imagen y de sonido.

La digitalización de la televisión proporciona a los usuarios de este medio de comunicación y entretenimiento numerosas ventajas y una nueva dimensión de los medios audiovisuales. Se pueden resumir dichas ventajas en tres puntos claramente beneficiosos para los espectadores:

- ✿ **Mayor número de canales de televisión:** la digitalización de la televisión permite que la utilización del espectro radioeléctrico sea mucho más

eficiente. El resultado más visible para los espectadores es un incremento en la oferta del número de canales disponible, tanto de canales en abierto como de pago.



Figura 1. Capacidad de programas en los canales analógicos y digitales.

Fuente: Foro Técnico de la Televisión Digital.

- **Mejor calidad de imagen y sonido:** la digitalización de la tecnología conlleva una televisión sin ruidos, interferencias, ni doble imagen. El resultado de la televisión digital son señales mucho más robustas, perfeccionando de este modo los contenidos que los espectadores estén visualizando.

Asimismo, la televisión digital ofrece más contenidos con formato de la imagen en panorámico (16/9), múltiples subtítulos y una mejor calidad de sonido (parecida a la que proporciona un CD), con efectos *surround* multicanal y multilingüe. Los espectadores pueden disfrutar de la espectacularidad del cine o del DVD a través de la señal de la antena.

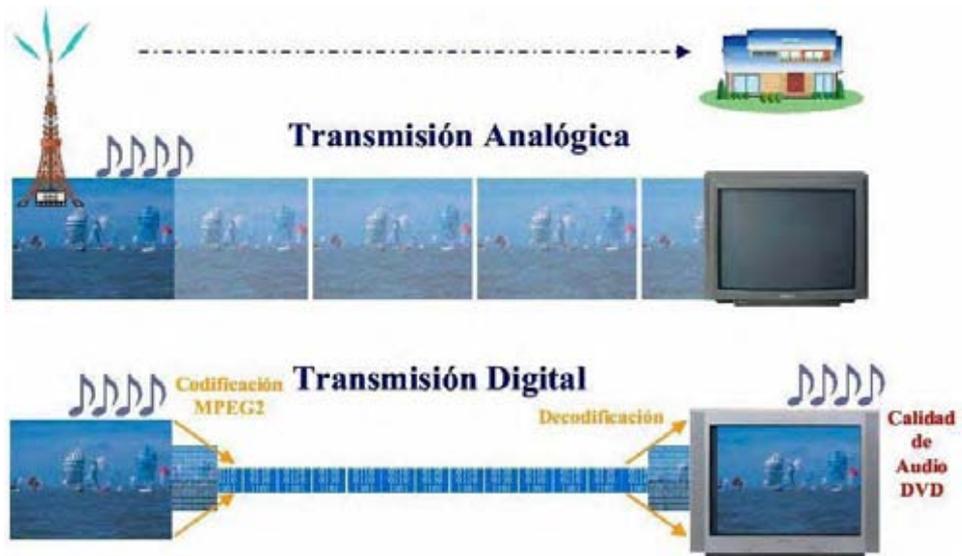


Figura 2. Transmisión analógica y digital.

Fuente: Foro Técnico de la Televisión Digital.

- ❁ **Más servicios:** el mejor aprovechamiento del ancho de banda, permite que los espectadores se conviertan en parte activa del mundo de la televisión. La digitalización permite numerosos servicios que hasta el momento los proveedores de contenidos en analógico no podían ofrecer: teletexto digital con un entorno mucho más visual y amigable, servicios interactivos, acceso a Internet, pago por visión (PPV-Pay Per View), guía electrónica de programas (EPGs-Electronic Program Guides), canales de radio, visión multicámara (de especial interés en eventos deportivos), etc.



Un eficaz uso del ancho de banda, permite la transmisión de datos, es decir, Interactividad

Figura 3. Transmisión de servicios en TDT.

Fuente: Foro Técnico de la Televisión Digital.

7.2. Modalidades de televisión digital

Atendiendo a la forma en la cual se recibe la señal digital en el hogar, va a ser posible hablar de Televisión Digital por Satélite, Televisión Digital por Cable, Televisión Digital por Par de Cobre y Televisión Digital por Ondas Terrestres (TDT).

En cualquiera de los casos va a resultar necesario instalar en el hogar del usuario un equipo receptor específico para cada tipo de transmisión. Este receptor demodula la señal de televisión digital y la descomprime, de manera que pueda ser visualizada de forma adecuada en el televisor. La Fig. 4 muestra posibles esquemas para la recepción de la televisión digital.

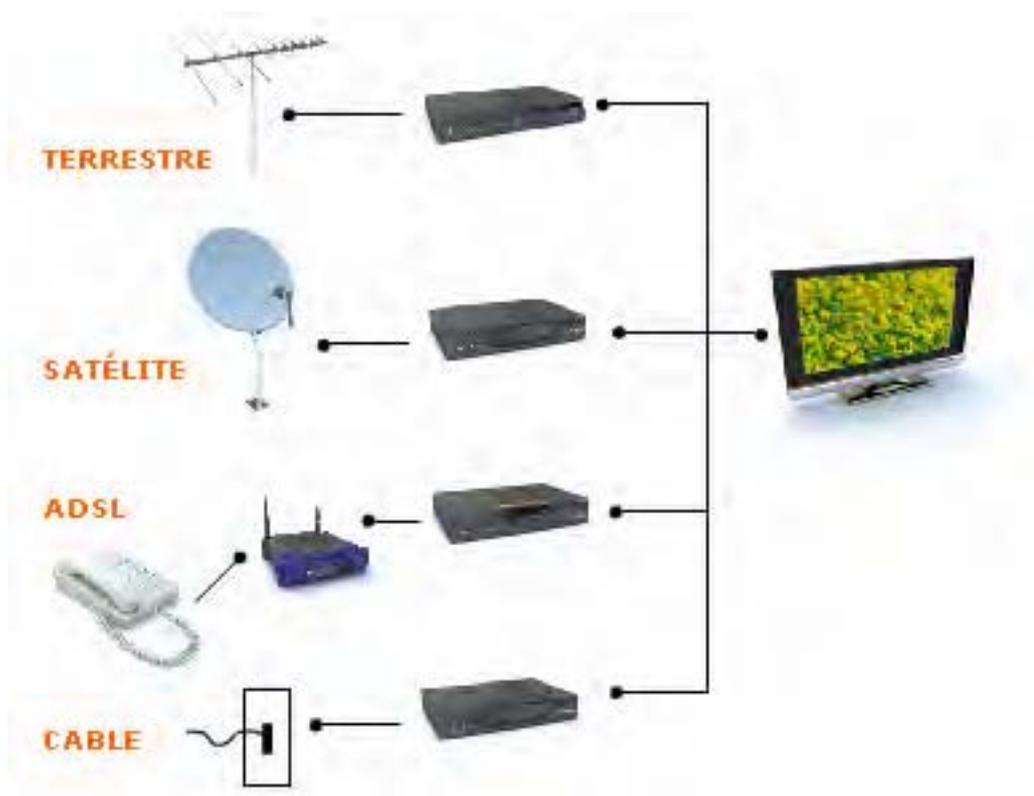


Figura 4. Esquemas para la recepción de televisión digital.

Fuente: www.televisiondigital.es

Por otro lado, en la Fig. 5 se puede encontrar una comparativa de las distintas tecnologías de televisión existentes, incluyendo la televisión analógica tradicional.

	Terrestre analógica	TDT	Satélite	Cable digital	IPTV
Cobertura					
Capacidad					
Contenidos locales					
Interactividad y desarrollo de TIC					
Coste receptores cliente					
Robustez frente a fallo total					
Modo de recepción	Inalámbrico	Inalámbrico	Inalámbrico	Inalámbrico	Cableado

Figura 5. Comparativa de tecnologías de televisión.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

7.2.1. La Televisión Digital Terrestre

La Televisión Digital Terrestre se diferencia del resto de modalidades de Televisión digital en que emplea las mismas frecuencias radio que la televisión convencional analógica (es decir, UHF). La recepción se realiza a través de la típica antena de tejado (*Yagi*), reutilizando equipos, con el consiguiente ahorro económico.



Figura 6. Esquema transmisión-recepción para televisión digital y analógica terrestre.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

Además, de todas las ventajas anteriormente mencionadas para las tecnologías digitales, otro valor añadido de la Televisión Digital Terrestre reside en la

posibilidad de recepción portátil, e incluso móvil. Esto último es debido, en gran medida, a las características de tolerancia a ecos (inmunidad frente a la propagación multitrayecto). Otra consecuencia de la tolerancia a ecos es que faculta la utilización de pequeños dispositivos radiantes en el interior del edificio, que permiten hacer posible la recepción portátil aún en el caso de que la estructura del edificio (hormigón armado, ladrillos, ventanas y superficies metalizadas, etc.) atenúe la señal recibida por debajo del valor umbral de funcionamiento de los receptores. Todavía están en desarrollo las características de dichos dispositivos y sus parámetros para evitar problemas con señales analógicas adyacentes.



Figura 7. La señal digital no se degrada con dobles imágenes y ruido: o se ve adecuadamente o directamente, no se ve.

Fuente: Foro Técnico de la Televisión Digital.

7.3. Cómo ver la TDT en los hogares

Para recibir correctamente la TDT en los hogares se han de cumplir las siguientes tres condiciones:

- 1.- Disponer de cobertura.
- 2.- Poseer un decodificador de TDT (o, en su caso, un televisor integrado).

- 3.- En el caso que corresponda, tener debidamente adaptadas las instalaciones de recepción.

A continuación, se detallan los tres puntos anteriores.

7.3.1. Disponer de cobertura

Lo primero que hay que tener en cuenta a la hora de recibir la Televisión Digital Terrestre es, si en la zona en la que nos encontramos, existe cobertura, es decir, si la señal de TDT llega con suficiente nivel como para ser recibida correctamente.

La administración ha puesto a disposición de la población una herramienta *on line* para la consulta de cobertura. A través de esta aplicación, se puede obtener la cobertura que existe para las localizaciones de un código postal determinado. La cobertura se desglosa para los distintos tipos de múltiples (nacionales, autonómicos o locales) pues, para cada uno de ellos, la cobertura puede ser diferente (normalmente, los transmisores de distintas emisiones suelen tener distintos emplazamientos y, por tanto, diferentes áreas de cobertura).

La aplicación de consulta de cobertura está disponible directamente en: www.tdt.es o bien en www.televisiondigital.es en el apartado de "Cobertura".



Figura 8. Aplicación *online* para la predicción de cobertura por código postal.

Fuente: www.televisiondigital.es

Si desde la zona que se consulta no existiese cobertura en un momento dado, no hay porqué perder la esperanza pues es posible que, en un futuro, sí que exista. Para los múltiples con cobertura nacional y autonómica, la Administración ha dispuesto un calendario con las fases de cobertura. En la actualidad, la señal TDT no llega a todas las zonas de nuestro país, pero progresivamente la cobertura irá cubriendo el resto del territorio nacional hasta alcanzar un 96-98 % de la población total, el 3 de abril de 2010.

Para el resto de población (2-4 %), a cuyos municipios no están obligados los concesionarios a dar cobertura, el Plan Técnico Nacional establece mecanismos mediante los cuales los órganos competentes de las corporaciones locales pueden proveerla. De este modo, la tecnología digital podría permitir en un futuro alcanzar el deseado 100 % de población que no ha conseguido la televisión analógica.

7.3.2. Modificación de las instalaciones de recepción

La recepción de la TDT en las viviendas se realiza a través de una instalación individual, de una antena colectiva o de una Infraestructura Común de Telecomunicación (ICT). Al mismo tiempo, en cada televisor de la vivienda es necesario instalar un decodificador TDT individual para los canales digitales, de lo contrario, sólo se verían los canales analógicos.

7.3.2.1. Instalación individual

Se debe adaptar el equipo de amplificación e instalar un decodificador TDT individual en la vivienda. El decodificador individual se puede sustituir por un aparato de TV con receptor digital incorporado.

7.3.2.2. Infraestructura Común de Telecomunicación (ICT)

Será suficiente con añadir los amplificadores monocanales correspondientes. Deberá adquirir el correspondiente decodificador o un televisor con receptor para su casa.

7.3.2.3. Antena colectiva instalada con anterioridad a 1998

Si la instalación dispone de un amplificador de banda ancha, se tienen que adaptar todos los canales (adaptación total). Si la instalación dispone de un amplificador para cada canal (amplificador monocanal), se tienen que añadir los módulos amplificadores adicionales correspondientes a cada canal que aún no se reciba (adaptación parcial). Además, en ambos casos, se debe instalar un decodificador individual en cada vivienda o un televisor con receptor digital incorporado.

Recientemente, para este tipo concreto de instalaciones (que suponen la mayoría de los edificios en España), se ha establecido el procedimiento en el proceso de su adecuación mediante la Orden 1077/2006.

El propietario, o la comunidad, estará obligado a optar, en función de su conveniencia y teniendo en cuenta la antigüedad y estado de conservación de la instalación existente y la complejidad de las actuaciones a realizar, por alguna de las 3 alternativas siguientes:

- a) Acordar directamente las actuaciones necesarias con la empresa instaladora (acuerdo formalizado por escrito en el que se describan las actuaciones).
- b) Encargar a una empresa instaladora de telecomunicaciones autorizada la realización de un Análisis Documentado o bien encargar a un Ingeniero de Telecomunicación la realización de un Estudio Técnico visado por el Colegio correspondiente. Esta alternativa es obligatoria cuando:
 - 1. Sea necesario sustituir, actualizar o renovar una parte importante de la instalación existente (cabecera y red de distribución).
 - 2. El edificio no disponga de sistema de antena colectiva.
- c) Encargar la realización de un Proyecto Técnico de Telecomunicaciones para el diseño y la instalación de la infraestructura de radiodifusión y televisión a un

Ingeniero de Telecomunicación. Este proyecto deberá ser obligatoriamente de ICT cuando el propietario (o la comunidad) decidan incluir en la nueva instalación el acceso a algún otro servicio básico de telecomunicaciones.

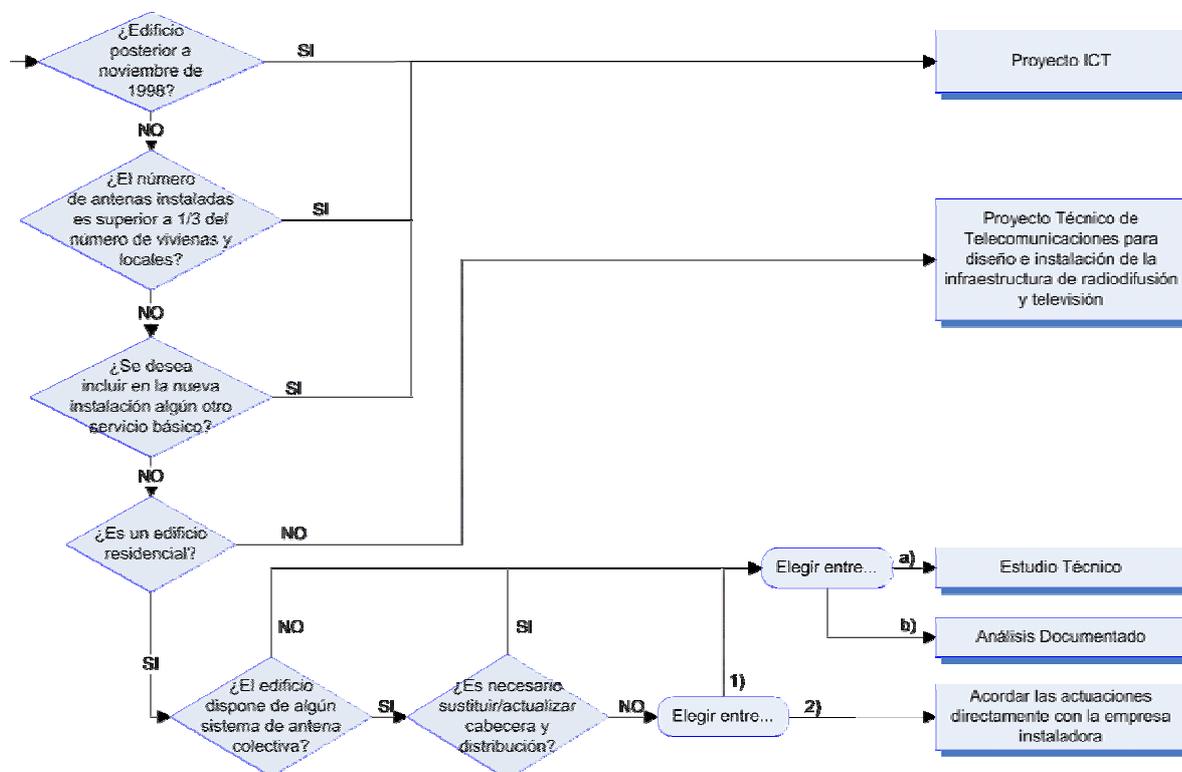


Figura 9. Diagrama de actuaciones según la ley 1077/2006.
Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

7.3.2.4. Es aconsejable el asesoramiento de técnicos competentes

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) recomienda que un ingeniero de telecomunicación (titulado competente) realice un estudio técnico para la adaptación de la instalación, o bien un proyecto más completo para proveer al edificio de una Infraestructura Común de Telecomunicación, según la normativa vigente, preparada para acceder a los actuales y futuros sistemas de telecomunicación.

El ingeniero de telecomunicación deberá entregar un diagnóstico de la instalación al usuario final y proponer las soluciones técnicas posibles para la

recepción correcta de la TDT, junto con un estudio de costes aproximados de las soluciones propuestas.

7.3.3. Poseer un decodificador de TDT

Por último, puesto que las señales que viajan a través del aire son distintas en tecnología analógica y digital, hace falta un dispositivo que actúe como adaptador. Se trata del decodificador digital o STB ("*Set Top Box*").

Este dispositivo se situaría entre el cable de antena y el televisor, adaptando la señal para nuestro televisor convencional (analógico).

Por otro lado, están saliendo a la venta en la actualidad televisores integrados, que son aquellos que incluyen el decodificador en el interior del mismo.

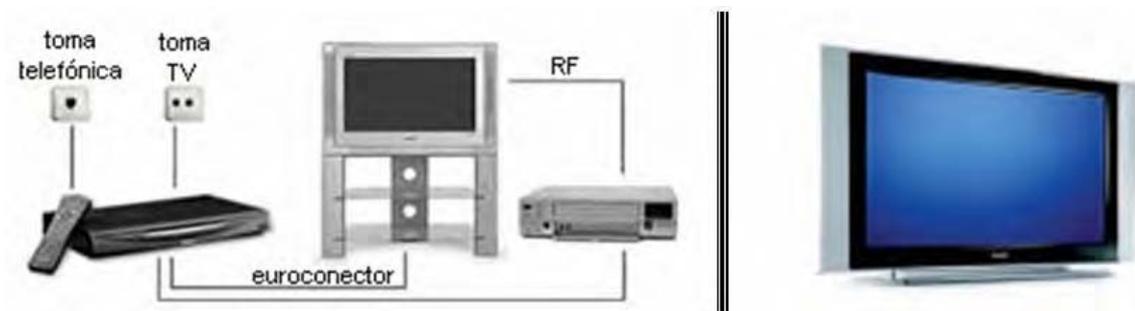


Figura 10. Decodificador más televisor analógico (izquierda) y televisor integrado (derecha).

Fuente: Foro Técnico de la Televisión Digital.

En relación a los decodificadores, existe mucha variedad: desde los más económicos, para recibir la señal con mínimas garantías (50 €) hasta los más completos (hasta 400 €), con disco duro u otras prestaciones adicionales como aquellos que incorporan el estándar MHP (*Multimedia Home Platform*) para acceder a servicios adicionales de datos avanzados y la interactividad.

7.3.3.1. El televisor como terminal multimedia

La TDT permite al telespectador cambiar su actitud ante el televisor. A partir de ahora no existe la limitación a sólo "mirarlo", sino que también se puede interactuar con él. Para ver los nuevos canales digitales sólo es necesario un decodificador "zapper"; sin embargo, para tener interactividad con el televisor es preciso un decodificador con MHP.

La interactividad ofrece múltiples posibilidades que no existían en la televisión clásica.

- 1.- Servicios para interactuar con la información enviada por el canal de televisión:
 - Información interactiva sobre tráfico, carreteras, tiempo, etc.
 - Información sincronizada con la imagen que se está viendo (datos estadísticos de fútbol, agenda cultural, etc.).
 - Aplicaciones útiles para discapacitados.
 - Posibilidad de recepción en varios idiomas.
 - Juegos.
 - Cursos de formación.

- 2.- Servicios para interactuar con la información enviada por el canal de televisión, con la posibilidad por parte del ciudadano de retomar información.
 - Correo electrónico, Chat y conexión a Internet.
 - Juegos en grupo.
 - Aplicaciones sincronizadas para contenidos de TV (publicidad interactiva, concursos, etc.).
 - Televenta. Hace posible comprar desde el televisor e, incluso, pagar con tarjeta.
 - Transacciones seguras para telebanca (compras, alquiler, etc.).

- 3.- Capacidad de almacenar información en el decodificador, mediante un disco duro similar al del ordenador.

- Interacción con el video grabado, con prestaciones semejantes a los reproductores de DVD.
- Grabación de programas para verlos después.

7.4. Oferta de TDT en la Comunidad de Madrid

A continuación, se describe la oferta de canales de Televisión Digital Terrestre que se pueden recibir dentro de la Comunidad Autónoma de Madrid.

7.4.1. Canales de Televisión Digital Terrestre de ámbito nacional en Madrid

Durante el periodo de transición (hasta el 3 de abril del 2010) y a nivel nacional, existen 7 concesionarios formando un conjunto de 20 canales digitales en total. Dichos canales digitales se agrupan de 4 en 4 en distintos canales múltiples:



Figura 11. Oferta de canales digitales de ámbito nacional para el periodo de transición.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

- ✿ Canal 58 (MFN nacional con desconexión autonómica): TVE1, La 2, Canal 24h, Canal 50 aniversario/Clan TV.
- ✿ Canal 66 (SFN nacional): Net TV, Teledeporte, Veo TV, Veo TV 2.
- ✿ Canal 67 (SFN nacional): 40 Latino TV, CNN+, Cuatro, La Sexta 1.
- ✿ Canal 68 (SFN nacional): Fly Music, Tele 5, Tele 5 Estrellas, Tele 5 Sport.
- ✿ Canal 69 (SFN nacional): Antena 3, Neox, Nova, La Sexta 2.

A partir del 2010, cada concesionario recibirá un múltiple completo y podrá emitir 4 canales digitales (a excepción de TVE que poseerá 2 múltiples). De este modo, la oferta consistirá en 32 canales digitales. Estos canales cubrirán el 95 % de la población española.

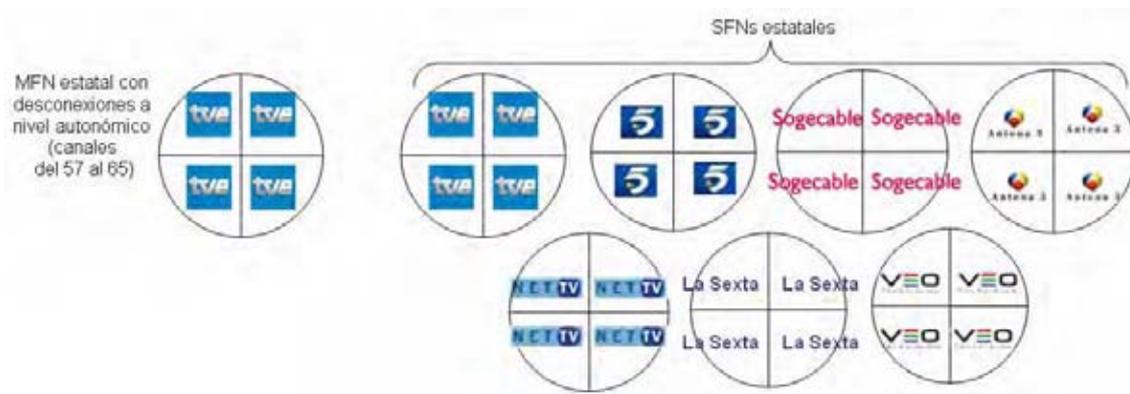


Figura 12. Oferta de canales digitales de ámbito nacional tras el periodo de transición.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

7.4.2. Canales de Televisión Digital Terrestre de ámbito autonómico en Madrid

A nivel autonómico, actualmente y durante este periodo de transición se puede encontrar un múltiple en el canal 63 con 3 canales digitales distintos: Telemadrid, LaOtra y Onda 6 (el cuarto canal digital está aún pendiente de ser asignado).



Figura 13. Oferta de canales digitales de ámbito autonómico para el periodo de transición.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

Finalizado el periodo de transición, el Plan Técnico Nacional prevé la disposición de un segundo múltiple de televisión de ámbito autonómico. De hecho, si no fuera tan alta la ocupación de canales en el espectro madrileño, sería posible adelantar éste.

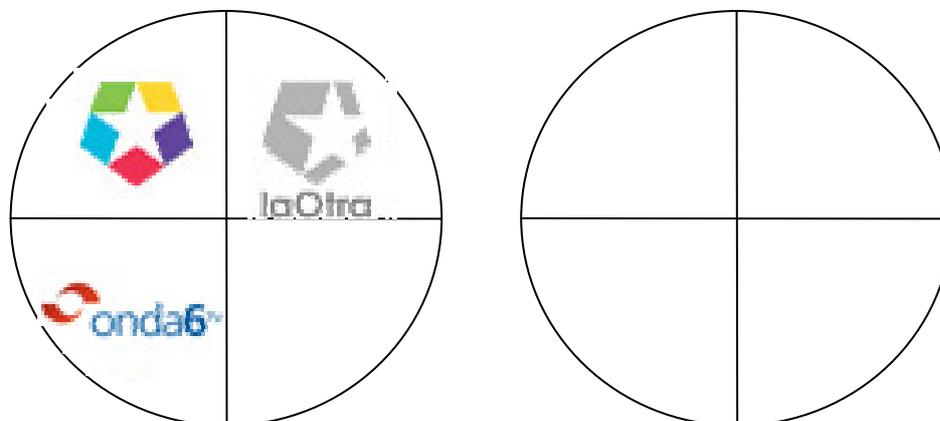


Figura 14. Oferta de canales digitales de ámbito autonómico tras el periodo de transición.

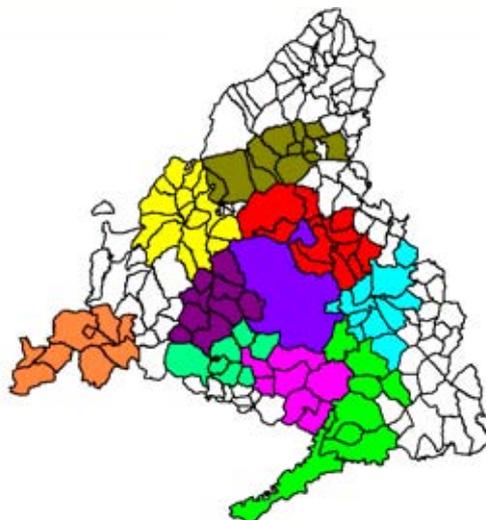
Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

7.4.3. Canales de Televisión Digital Terrestre Local en Madrid

Finalmente, la tecnología digital también da lugar a los canales de producción local. Para ello, los municipios se agrupan en demarcaciones y cada una de éstas recibe un múltiple completo (4 programas de televisión). De estos 4 programas, 3 irán destinados a entidades de gestión privada y el restante será gestionado por los municipios que formen parte de la demarcación.

Para el caso de la Comunidad de Madrid, se han establecido 10 demarcaciones. A cada demarcación se le ha asignado un múltiple a excepción de Madrid, ciudad que posee 2 (8 programas). La distribución de múltiples se puede observar en la Fig. 15.

Se espera que, en breve, esté disponible la programación de todos estos canales locales para cada una de las demarcaciones.



- ▶ Canal múltiple 46: Alcalá de Henares, Torrejón de Ardoz, Coslada, San Fernando de Henares, Mejorada del Campo, Meco, Velilla de San Antonio, Villalbilla, Torres de la Alameda, Loeches, y Campo Real.
- ▶ Canal múltiple 51: Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Tres Cantos, Colmenar Viejo, Algete, San Agustín del Guadalix, Paracuellos de Jarama, Daganzo de Arriba, Fuente el Saz de Jarama, Molar (El), Cobeña, y Ajalvir.
- ▶ Canal múltiple 21: Aranjuez, Rivas-Vaciamadrid, Arganda del Rey, Colmenar de Oreja, Morata de Tajuña, Chinchón, Villaconejos, Perales de Tajuña, y Titulcia.
- ▶ Canal múltiple 29: Collado Villalba, Galapagar, Torrelodones, San Lorenzo de El Escorial, Escorial (El), Guadarrama, Alpedrete, Moralarzal, Hoyo de Manzanares, Cercedilla, Colmenarejo, Collado Mediano, Beceril de la Sierra, Molinos (Los), y Navacerrada.
- ▶ Canal múltiple 42: Fuenlabrada, Getafe, Parla, Valdemoro, Pinto, Ciempozuelos, y San Martín de la Vega.
- ▶ Canales múltiple 39 y 50: Madrid
- ▶ Canal múltiple 30: Móstoles, Leganés, Alcorcón, Navalcarnero, Humanes de Madrid, Arroyomolinos, y Moraleja de Enmedio.
- ▶ Canal múltiple 23: Pozuelo de Alarcón, Rozas de Madrid (Las), Majadahonda, Boadilla del Monte, Villaviciosa de Odón, Villanueva de la Cañada, Villanueva del Pardillo, Brunete, y Sevilla la Nueva.
- ▶ Canal múltiple 51: San Martín de Valdeiglesias, Villa del Prado, Cadalso de los Vidrios, Navas del Rey, Cenicientos, Pelayos de la Presa, Aldea del Fresno, Chapinería, y Rozas de Puerto Real.
- ▶ Canal múltiple 35: Soto del Real, Manzanares el Real, Miraflores de la Sierra, Boalo (El), Guadalix de la Sierra, Torrelaguna, Cabrera (La), Bustarviejo, Venturada, Navalafuente, Valdemanco, y Cabanillas de la Sierra.
- ▷ Demarcaciones sin canal múltiple asignado para televisión digital local.

Figura 15. Oferta de canales digitales de ámbito local.

Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

7.5. Agradecimientos

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación desea agradecer al Área de Actividades Tecnológicas y Actuaciones Profesionales de la Cátedra del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid su colaboración en la redacción de este capítulo.

Asimismo, quiere poner de manifiesto el papel destacado del Foro Técnico de la Televisión Digital liderado por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información sin cuya ayuda no habría sido posible este capítulo.

8.1. Fomento del ahorro y la eficiencia energética

- ✿ Regulada por la Orden 6601/2006, del Consejero de Economía e Innovación tecnológica, publicada en el BOCM 13/11/06.
- ✿ Gestionada por IMADE.
- ✿ Crédito: 3.045.178,97 €.
- ✿ Plazo de solicitudes: un mes.
- ✿ Plazo de ejecución: del 1 de enero de 2006 al 30 de agosto de 2007.
- ✿ Plazo de justificación: 30 de agosto de 2007.
- ✿ Actuaciones subvencionables y cuantía de las ayudas:
 - Auditorías energéticas en sectores industriales:
 - ✓ 75 % de la inversión subvencionable.
 - ✓ Máximos:

Consumo energía final (tep/año) por establecimiento	Valor máximo neto de ayuda (€)
> 60.000	22.500
> 40.000 – 60.000	18.000
> 20.000 – 40.000	15.000
>10.000 – 20.000	12.750
> 6.000 – 10.000	10.500
> 4.000 – 6.000	9.000
< 4.000	7.500

- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones térmicas de edificios existentes del sector residencial o terciario:
 - ✓ Calderas de condensación: 25 %.
 - ✓ Resto de calderas: 20 %.

- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones de iluminación interior de edificios existentes del sector residencial o terciario:
 - ✓ 22 % de la inversión subvencionable.
 - ✓ Máximo: 10.000 €.

- Mejora de la eficiencia energética de instalaciones de alumbrado público exterior:
 - ✓ 40 % de la inversión subvencionable.

- Auditorias de instalaciones de alumbrado público exterior:
 - ✓ 25 % de la inversión subvencionable.
 - ✓ Máximo: 25.000 €.

- Nuevas instalaciones de alumbrado público exterior, con tecnologías punta más eficiente energéticamente:
 - ✓ 40 % de la inversión subvencionable.

- Estudios de viabilidad de cogeneraciones en los sectores industrial, servicios y de tratamiento de residuos industriales:
 - ✓ 75 % de la inversión subvencionable.
 - ✓ Máximo: 11.250 €.

- Auditorias energéticas en cogeneraciones existentes en empresas industriales o de sector terciario:
 - ✓ 75 % de la inversión subvencionable.
 - ✓ Máximo: 9.000 €.

- Plantas de cogeneración de alta eficiencia en los sectores no industriales:

- ✓ 10 % de la inversión subvencionable.
- ✓ Máximo: 200.000 €.

✿ Cuantías máximas:

- Personas físicas: 100.000 €.
- Empresas, empresarios autónomos, instituciones sin ánimo de lucro y otras entidades que desarrollen una actividad económica: 100.000 € en tres años (regla de mínimos).
- Resto de beneficiarios: 300.000 €.

8.2. Fomento de las energías renovables

✿ Norma reguladora

Orden 86/2006, de 12 de enero, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se regula la concesión de ayudas, cofinanciadas por el Fondo Europeo para el Desarrollo Regional, para promoción de las energías renovables y se convocan para el ejercicio 2006 (BOCM 26.01.06).

✿ Beneficiarios

- Corporaciones locales.
- Otras entidades públicas.
- Instituciones sin ánimo de lucro.
- Comunidades de propietarios.
- Empresas, sólo para proyectos de I+D.

- Personas físicas, salvo para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red.



Actuaciones subvencionables y cuantía de las ayudas

A) Energías renovables.

- Solar térmica (excepto piscinas privadas, instalaciones obligatorias por Ordenanzas Municipales o instalaciones de superficie inferior a 10 m², salvo que tengan carácter demostrativo): *25 a 175 €/m², según tipo de colector.*
- Solar fotovoltaica (sistemas aislados o sistemas conectados a red de más de 5 kWp, o de potencia inferior que tengan carácter demostrativo, salvo que sean obligatorios por Ordenanzas Municipales): *4 €/Wp en sistemas aislados, 2 €/Wp conectados a red.*
- Eólica (hasta 50 kW): *30 % de la inversión subvencionable.*
- Biomasa y residuos: *30 %.*
- Hidráulica (instalaciones nuevas o rehabilitación, hasta 10 MW): *30 %.*
- Geotérmica: *40 %.*
- Instalaciones mixtas: *cuantía proporcional.*

B) Proyectos de investigación, desarrollo y demostración: *40 % de la inversión subvencionable.*

C) Estudios, consultorías, actividades divulgativas y actuaciones de carácter general (Ayuntamientos e instituciones sin ánimo de lucro): *40 % de la inversión subvencionable.*

✿ **Cuantía máxima de las ayudas**

70 % de la inversión en todos los casos, y

- *100.000 € para personas físicas.*
- *100.000 € en tres años para empresas.*
- *300.000 € para resto de beneficiarios.*

8.2.1. Nueva línea de ayudas

✿ Regulada por la Orden 6105/2006, del Consejero de Economía e Innovación tecnológica, publicada en el BOCM 17/10/06.

✿ Gestionada por IMADE.

✿ Crédito: 2.161.615 €.

✿ Plazo de solicitudes: un mes.

✿ Plazo de ejecución: del 1 de enero de 2006 al 30 de agosto de 2007.

✿ Plazo de justificación: 30 de agosto de 2007.

Las nuevas líneas de ayuda son las siguientes:

A) Energía solar térmica de baja temperatura.

Sistemas de energía solar para calentamiento de un fluido a partir de la captación de la radiación solar mediante captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a $9 \text{ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Se considerarán costes elegibles los correspondientes a los equipos e instalaciones, el montaje, obra civil, ingeniería, dirección de obra, puesta en marcha, documentación técnica, manuales de uso y operación y tramitaciones de permisos y ayudas.

En el caso de piscinas, sólo será subvencionable la climatización de aquéllas de carácter público, de centros docentes, asistenciales u otros de interés social.

No se considerarán subvencionables las aplicaciones de energía solar térmica que se instalen de forma obligatoria en virtud de lo establecido en Ordenanzas Municipales u otras disposiciones normativas.

No serán tampoco subvencionables las instalaciones que tengan una superficie de captación solar útil inferior a 10 m². Tampoco serán subvencionables las ampliaciones de instalaciones en las que la superficie útil de ampliación sea inferior a 10 m².

Se exceptúan de lo indicado en el párrafo anterior las instalaciones en centros de enseñanza y otras ubicaciones en que el objeto principal sea su carácter demostrativo, divulgativo o ejemplarizante.

Cuantía de las ayudas:

- Aplicaciones de refrigeración: 250 €/m² de superficie útil de captación.
- Resto de aplicaciones: 175 €/m².

B) Biomasa térmica.

Producción de energía térmica, para uso doméstico o en edificios, utilizando como combustible biomasa.

Se considerarán costes elegibles los correspondientes a los equipos, instalaciones, obra civil asociada y realización de proyectos de ingeniería.

No se considerarán subvencionables las estufas domésticas que utilicen como combustible "pellets" o productos similares. Se considerarán como estufas domésticas a estos efectos aquellas que proporcionan calor directo en el lugar donde se instalan, sin radiadores.

✿ **Cuantía de las ayudas:**

30 % de la inversión subvencionable.

C) Energía solar fotovoltaica aislada.

Sistemas de generación eléctrica que transforman la energía de la radiación solar mediante paneles fotovoltaicos en energía eléctrica, para su consumo aislado de la red de distribución.

Se considerarán costes elegibles los correspondientes a los equipos e instalaciones, el montaje, obra civil, ingeniería, dirección de obra, puesta en marcha, documentación técnica, manuales de uso y operación y tramitaciones de permisos y ayudas.

La parte eléctrica de estas instalaciones debe ser ejecutada por un instalador acreditado como instalador eléctrico autorizado o que cuente con la acreditación que se pudiera establecer reglamentariamente en el futuro para la ejecución de estas instalaciones.

✿ **Cuantía de las ayudas:**

2,5 €/Wp para instalaciones con acumulación y 1,9 €/Wp para instalaciones sin acumulación.

8.2.2. Línea de Apoyo Financiero a Proyectos de Energías Renovables

✿ **Normativa reguladora**

Orden 536/2006, del Consejero de Economía e Innovación Tecnológica, de subvención nominativa a Avalmadrid, S.G.R., entidad que lleva a cabo la gestión de este programa.

Beneficiarios

- Empresas.
- Empresarios autónomos.
- Particulares que vendan la energía producida, convirtiéndose en empresarios autónomos.

Actuaciones subvencionables

- Solar térmica (más de 10 m²).
- Solar fotovoltaica (más de 5 kWp).
- Eólica (hasta 50 kW).
- Biomasa y residuos.
- Hidráulica (hasta 10 MW).
- Geotérmica.
- Instalaciones mixtas.

Cuantía de las ayudas

- Dos puntos del interés de las operaciones financieras, que se realizan a Euribor + 0,5.
- Comisiones de apertura, aval y estudio.

Tramitación de solicitudes

- En Avalmadrid, Sociedad de Garantía Recíproca.
C/ Jorge Juan, 30, 28001 Madrid
Tfnos. 902 400 209
915 777 270

8.3. Plan Renove de Electrodomésticos

✿ Concepto

Incentivo a la renovación de electrodomésticos (frigoríficos, congeladores, lavadoras y lavavajillas) antiguos por otros similares de alta eficiencia energética (clase A o superior).

✿ Beneficiarios

Personas físicas (particulares) y jurídicas.

✿ Cuantía de la ayuda

Descuento de 80 € en la compra del nuevo electrodoméstico, que se otorga directamente en los comercios adheridos al Plan Renove.

✿ Requisitos

Se otorga la ayuda por sustitución de un frigorífico, congelador, lavadora o lavavajillas antiguo por uno nuevo que se instale en el territorio de la Comunidad de Madrid.

El listado de de los electrodomésticos que pueden acogerse al Plan Renove se encuentra disponible en la página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): www.idae.es.

✿ Plazo

Desde el 1 de octubre de 2006 hasta el 10 de diciembre de 2006 o hasta agotamiento de fondos.

✿ Tramitación

Directamente en el establecimiento comercial.



Fundación de
la Energía de
la Comunidad
de Madrid