

# GUIA PARA A SELECCIÓN DO EQUIPAMENTO E O DESEÑO DE EDIFICIOS CON CRITERIOS ENERXÉTICOS



**EVE** | Ente Vasco  
de la Energía



**ZREU**



**AMBIENTEITALIA**  
ISTITUTO DI RICERCHE



# INDEX

## A. GUÍA PARA A ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

A.1 Prego de prescricións técnicas e administrativas

A.2 Catálogo de equipos

A.2.1 Semáforos

A.2.2 Iluminación pública

A2.2.1 Criterios de deseño

A.2.2.2 Elección de equipos

A.2.2.2.1 Lámpadas

A.2.2.2.2 Equipos auxiliares: balastros

A.2.2.2.3 Luminarias

A.2.2.2.4 Mantemento dos equipos e das prestacións

A.2.2.2.5 Automatización das instalacións

A.2.3 Iluminación interior de edificios

A.2.3.1 Criterios que se deben considerar no deseño

A.2.3.2 Elección dos equipos: lámpadas, luminarias, auxiliares

A.2.3.4 Sistemas de regulación e control da iluminación

A.2.3.5 Mantemento

A.2.4 Equipos ofimáticos

A.2.4.1 Recomendacións para a adquisición de equipos informáticos

A.2.5 Caldeiras e equipos de aire acondicionado

A.2.5.1 Criterios de deseño

A.2.5.2 Elección dos equipos

A.2.5.2.1 Equipos de calefacción

A.2.5.2.2 Equipos de refrixeración

A.2.5.2.3 Ventilación

## A.2.6 Vehículos oficiais, recollida de lixo e de transporte público

### A.2.6.1 Turismos

### A.2.6.2 Camións e autobuses

### A.2.6.3 Mantemento

## **B. DESEÑO DE EDIFICIOS**

### B.1 Contratación do proxecto

### B.2 Fases do deseño

#### B.2.1 Orientación da edificación

#### B.2.2 A envolvente térmica

##### B.2.2.1 Fachadas

a) Acabado exterior

b) Elemento illante

Fibra de vidro

La de rocha

Polistirenos

Poliuretanos

c) Elementos de control do fluxo de aire e vapor de auga

d) Elementos estruturais

e) Revestimento interior

##### B.2.2.2 Outros tipos de fachadas

Muros cortina

Cerramentos sándwich

##### B.2.2.3 Ocos

##### B.2.2.4 Cubertas

a) Acabado exterior

b) Elementos impermeabilizantes e illantes térmicos

c) Elementos estruturais

- B.2.2.5 Divisións horizontais
- B.2.2.6 Particións interiores
- B.2.3 Instalacións de calefacción e AQS
  - B.2.3.1 Sistemas de calefacción
  - B.2.3.2 Medidas de optimización enerxética
    - B.2.3.2.1 Control dos sistemas de calefacción
    - B.2.3.2.2 Mellora do rendemento das caldeiras
    - B.2.3.3.3 Ventilación da sala de caldeiras
    - B.2.3.2.4 Fontes enerxéticas
  - B.2.3.3 Auga quente sanitaria
    - B.2.3.3.1 Utilización de equipos de aforro de auga
    - B.2.3.3.2 Recomendacións xerais
- B.2.4 Instalacións de refrixeración
  - B.2.4.1 Clasificación por tipo de compresión
  - B.2.4.2 Clasificación segundo a construción
  - B.2.4.3 Clasificación segundo o funcionamento
  - B.2.4.4 Sistemas “free-cooling” e acumulación de frío
  - B.2.4.5 Recuperación da calor de condensación dos equipos de frío
- B.2.5 Ventilación
  - B.2.5.1 Recuperación da calor do aire de ventilación
- B.2.6 Instalacións de iluminación artificial
  - B.2.6.1 Lámpadas
  - B.2.6.2 Equipos de regulación e control
  - B.2.6.3 Importancia da cor
  - B.2.6.4 Elección das lámpadas
    - B.2.6.4.1 Lámpadas fluorescentes compactas (baixo consumo)
    - B.2.6.4.2 Lámpadas de descarga

B.2.6.4.3 Melloras das lámpadas fluorescentes

B.2.6.4.4 Iluminación exterior

B.3 Análise de viabilidade

B.3.1 Sistemas solares activos

B.3.2 Sistemas de calefacción central ou urbana

B.3.3 Sistemas de coxeración

B.4 Revisión do proxecto

B.5 Fase de construción

### **C. Catálogo de edificacións**

C.1. Instalacións deportivas

C.1.1 Orientación da edificación

C.1.2 Envolverte térmica

C.1.3 Instalacións de calefacción e auga quente sanitaria

C.1.4 Instalacións de refrixeración

C.1.5 Ventilación

C.1.6 Instalacións de iluminación artificial

C.2 Agrupacións escolares

C.2.1 Orientación da edificación

C.2.2 Envolverte térmica

C.2.3 Instalacións de calefacción e de auga quente sanitaria

C.2.4 Instalacións de refrixeración

C.2.5 Ventilación

C.2.6 Instalacións de iluminación artificial

C.3 Edificios para oficinas

C.3.1 Orientación da edificación

C.3.2 Envolverte térmica

C.3.3 Instalacións de calefacción e AQS

C.3.4 Instalacións de refrixeración

C.3.5 Ventilación

C.3.6 Instalacións de iluminación artificial

## ANEXO: Tipos de lámpadas

Lámpadas e equipos auxiliares

1. Lámpadas incandescentes
2. Lámpadas de descarga de vapor de mercurio
3. Lámpadas de descarga de vapor de sodio
4. Lámpadas de descarga por indución
5. Diodos emisores de luz (LED)

## Glosario de termos técnicos

Envolvente

Climatización

Iluminación

## **A. GUÍA PARA A ADQUISICIÓN DE EQUIPOS**

Na actualidade, en demasiadas ocasións, as contratacións fanse primando principalmente aspectos tales como estética, prezo ou prazo de execución e moi pouco ou nada os aspectos enerxéticos do ben ou o servizo que se vai adquirir.

A presente guía pretende ser unha ferramenta de apoio para os responsables municipais encargados da adquisición de equipamento e da contratación de proxectos e construción de novas edificacións, para que inclúan na súa toma de decisións as repercusións enerxéticas que derivan delas.

Nesta primeira parte, inclúense consellos e especificacións técnicas mínimas que hai que aplicar na compra de equipamento (equipos de iluminación, semáforos, caldeiras, vehículos, etc), citando as distintas tecnoloxías existentes e as vantaxes e mais os inconvenientes de cada unha. Nos casos nos que foi posible incluíronse os investimentos estimativos asociados e o período de retorno simple do sobreinvestimento de cada opción respecto á situación de menor investimento tendo en conta os aforros de enerxía previstos.

A segunda parte da guía dedícase a dar recomendacións sobre solucións para novos edificios tendentes a alcanzar o máximo aproveitamento da enerxía solar e a máxima eficiencia enerxética das edificacións.

### **A.1. PREGO DE PRESCRICIÓNS TÉCNICAS E ADMINISTRATIVAS**

O funcionamento de calquera equipo implica un consumo de enerxía que haberá que pagar durante toda a vida deste. Por isto, resulta fundamental que cando unha administración pública adquira un equipo teña en conta a demanda de enerxía que este terá.

Neste senso, todas as administracións públicas deben ter en conta criterios enerxéticos á hora de adquirir un equipo máis alá das esixencias mínimas legais.

Evidentemente, non todos os concellos dispoñen dun equipo técnico cualificado para definir expresamente os requisitos particulares de eficiencia enerxética esixibles ao equipamento que van adquirir. Ademais, aínda naqueles organismos que teñen persoal técnico, as solucións consideradas por estes posiblemente non sexan as únicas existentes ou incluso poden non ser as mellores posibles compatibles coa aplicación que se persegue. Por este motivo, recoméndase incluír sempre no prego de condicións técnicas unha cláusula que indique que se avaliará como mellora o incremento xustificado da eficiencia enerxética do equipo que se vai adquirir. Desta forma serán os licitadores os que se vexan obrigados a presentar equipos de elevada eficiencia.

No prego das cláusulas administrativas debe especificarse o peso da valoración da eficiencia enerxética, xunto cos outros aspectos que se consideren de interese como prezo, estética, funcionalidade, prazo de execución... Recoméndase que a porcentaxe correspondente á eficiencia enerxética non baixe do 20% da puntuación máxima total.

Considérase necesario insistir no carácter exemplarizante que debe ter a administración, o que xustifica os eventuais sobrecostos que poida ocasionar a esixencia de acadar unha elevada eficiencia enerxética.

## RESUMO APARTADO A.1

- A xeración e o consumo de enerxía supón un forte impacto ambiental.
- A compra dun equipo condiciona o consumo de enerxía durante toda a súa vida útil.
- As administracións públicas están na obriga de dar exemplo no uso racional da enerxía.
- Nos pregos de condicións para a compra de equipos dunha administración pública debe esixirse a máxima catalogación en eficiencia enerxética. Adicionalmente debe incluírse un sistema de puntuación obxectiva para primar as melloras xustificadas en eficiencia enerxética ofertadas polos licitadores.
- O exemplo administrativo en eficiencia enerxética xustifica lixeiros sobrecostos.

## A.2. CATÁLOGO DE EQUIPOS

### A.2.1. Semáforos

Para a sinalización vertical nas cidades, existen dúas tecnoloxías aplicables:

- Sistema lumínico tradicional baseado en lámpadas incandescentes formado por:
  - Lámpadas de filamento (incandescentes ou halóxenas).
  - Reflector parabólico.
  - Difusor de vidro ou metacrilato tinguido.
- Sistema lumínico baseado nunha óptica LED formada por:
  - Circuito impreso con LED soldados e electrónica situada no interior dun sistema envolvente de protección.
  - Tapa de metacrilato transparente.

As seguintes características principais dos semáforos con lámpadas incandescentes e halóxenas son as seguintes:

Consumo elevado. A potencia unitaria das lámpadas vai desde os 25 ata os 100 watts, e a máis habitual é a de 70 W.

Baixa fiabilidade. A vida útil das lámpadas utilizadas nos semáforos é inferior ás 8.000 horas (varía desde as 2.000 ata as 8.000 horas dependendo do tipo de lámpada).

Baixa seguridade operativa. O fallo dunha lámpada deixa sen iluminación a sinalización correspondente.

Elevado mantemento. É necesario substituír as lámpadas como mínimo unha vez ao ano (cada trimestre nas de menor vida útil) e facer unha limpeza anual interna (reflector e lente) e externa (lente).

Existencia do “efecto fantasma” causado pola luz solar. Reflexo da luz solar nos reflectores das lámpadas apagadas que provoca a aparencia de que están prendidas.

Baixo contraste con luz solar. Baixa visión a elevadas distancias.

Sinalización luminosa non uniforme.

Sensibles ás vibracións e ao vandalismo. As vibracións provocadas polo vento e polo tráfico soen provocar avarías nas lámpadas. Ademais, os equipos presentan baixa resistencia ao vandalismo (roturas).

As características principais dos semáforos con LED respecto aos que utilizan lámpadas incandescentes son as seguintes:

Consumo moito menor. Os semáforos con LED presentan un consumo do 5 ao 15% respecto aos semáforos con lámpadas incandescentes ou halóxenas: aforros enerxéticos do 85 ao 95%.

Maior fiabilidade. A vida útil das lámpadas utilizadas nos semáforos actuais é inferior ás 8.000 horas fronte ás 100.000 horas de vida dos LED (o número de fallos é inferior ao 3% despois de 100.000 horas de funcionamento).

Maior seguridade operativa. O fallo dun LED representa unha perda da luz total moi pequena (menores ao 5%).

Mínimo mantemento. Redución dos custos de mantemento debido á maior vida de funcionamento do dispositivo óptico e á non existencia de reflector. Só se require unha limpeza anual externa da lente. Substitución da tarxeta de LED despois de máis de 10 anos.

Simple recambio. As unidades ópticas poden substituír directamente ás que utilizan lámpadas incandescentes.

Desaparición do “efecto pantoasma” causado pola luz solar. Os semáforos de LED non necesitan de ningún elemento reflector no interior para emitir a luz (o elemento reflector causa o “efecto pantoasma” nos semáforos de lámpadas cando lles dá a luz do sol).

Condición neutral cando está apagado. Lente incolora, co que se evitan confusións.

Unidade óptica a proba de luz solar. Os raios ultravioleta non afectan a coloración dos discos ópticos.

Alto contraste con luz solar. Mellor visión a elevadas distancias.

Sinalización luminosa uniforme.

Maior seguridade viaria. Os semáforos de LED ofrecen maior brillantez e luminosidade. Maior resistencia ás vibracións provocadas polo vento e polo tráfico.

Maior resistencia ao impacto. Redución dos efectos do vandalismo.



Semáforo de peóns con indicación do tempo que resta para cruzar



Semáforo de vehículos

A continuación indícanse os investimentos correspondentes aos semáforos con tecnoloxía LED e a recuperación dos investimentos adicionais respecto a semáforos con lámpadas incandescentes. Os semáforos de tecnoloxía LED requiren maiores investimentos ca os semáforos con lámpadas incandescentes (ou halóxenas) pero como consecuencia do seu menor consumo de enerxía, do seu baixo mantemento e da súa longa vida útil, o sobreinvestimento pode recuperarse nuns 5 anos.

## **FICHA SEMÁFOROS CON ÓPTICA LED**

### **Vantaxes:**

- Baixo consumo: 4 – 15 W/óptica.
- Elevada fiabilidade: vida útil de 100.000 horas (uns 20 anos de funcionamento normal).
- Baixo mantemento: vida moi elevada e inexistencia de reflector (só se require unha limpeza exterior anual).
- Eliminación do “efecto pantasma” creado pola luz solar: semáforos sen reflector e con lentes incoloras.
- Alto contraste e sinalización uniforme.
- Mellora da seguridade viaria: elevada brillantez, luminosidade e resistencia ás vibracións provocadas polo vento e polo tráfico.

### **Inconvenientes:**

- Elevado custo.

### **Sobrecustos:**

Estímense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un semáforo con lámpadas incandescentes ou halóxenas (man de obra e IVE incluído):

(Semáforo de vehículos cun funcionamento de 48,33% en vermello, 3,33% en ámbar e 48,33% en verde. Semáforo de peóns cun funcionamento ao 50% verde – vermello).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Óptica LED verde 200 mm	210 euros	7 anos
Óptica LED ámbar 200 mm	80 euros	> 10 anos
Óptica LED vermello 200 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED verde 100 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED ámbar 100 mm	70 euros	> 10 anos
Óptica LED vermello 100 mm	70 euros	3 anos
Óptica LED verde peóns	160 euros	8 anos
Óptica LED vermello peóns	140 euros	7 anos

#### Especificacións técnicas recomendadas para semáforos LED

- Tamaño (diámetro): 100, 200 o 300 mm.
- Normativa de referencia: EN12368.
- Intensidade luminosa: clase A2/1.
- Distribución de intensidade luminosa: clase W.
- Uniformidade luminosa (min : máx.): 1:10
- Efecto pantasma máximo: clase 1.
- Tensión de alimentación: de 24 a 250 V – 50 Hz, ou 12 V DC
- Tolerancia de tensión admitida (mínima):  $\pm 10\%$
- Caixa estabilizada e protexida contra radiación UV
- Protección contra picos e transitorios da tensión de alimentación
- Protección contra a sobreintensidade.
- Temperatura de operación: Clase A s/ EN12368 (-40 °C a 60 °C). Ensaio s/ EN600068-2.
- Humidade relativa de operación: 95%. Ensaio s/ EN60068-2.
- Resistencia á vibración: Ensaio s/ EN60068-2.
- Grao de protección: IP66 s/ IEC60529.
- Factor de potencia superior a 0,9.

- Consumo semáforo vehículos:
  - 200 mm:  $\leq 10$  W
  - 300 mm:  $\leq 20$  W
- Consumo semáforo peóns:  $\leq 6$  W
- Lonxitude de onda dominante:
  - Vermello  $\geq 618$  nm., Ámbar: 586 a 596 nm, Verde: 490 a 510 nm.
- Número de LED:
  - Óptica 200 mm – 300 mm: verde, ámbar e vermello  $\geq 100$  u.
  - Óptica peóns:  $\geq 30$  u.
- Perda de brillo debido ao fallo dun LED:  $\leq 4\%$
- Garantía:  $\geq 5$  anos.

### RESUMO APARTADO A.2.1

Nos semáforos deben utilizarse tecnoloxías enerxeticamente eficientes baseadas en ópticas con díodos LED.

### A.2.2. Iluminación pública

Na maioría dos concellos, a maior parte do consumo de enerxía eléctrica corresponde á iluminación pública, e isto implica un custo elevado neste campo (ata o 70% do gasto total en enerxía) polo que é necesario un axeitado deseño e unha boa xestión destas instalacións.

Diferentes estudos realizados confirman que o nivel de seguridade nas vías públicas aumenta considerablemente cun correcto deseño dos sistemas de iluminación. Segundo datos da Comisión Internacional de Iluminación (CIE), a correcta iluminación das vías de tráfico rodado reduce o número total de accidentes nun 30% durante as horas nocturnas.

Neste capítulo inclúense consellos de optimización enerxética e características de equipos, que se deben considerar tanto cando se renoven as instalacións de iluminación coma cando se fagan novas instalacións. Estes consellos teñen en conta as regulamentacións e mais as normas que establecen os niveis máximos e mínimos de iluminación e buscan compatibilizar unha óptima calidade do servizo de iluminación pública cun uso racional da enerxía. Para isto, débese realizar unha abordaxe adecuada desde dous puntos de vista:

- Fase de deseño: á hora de iniciar a realización dun proxecto de iluminación pública é necesario axustar o deseño ás necesidades de utilización, introducindo as tecnoloxías máis adecuadas. Dos tipos de instalacións que cubran as necesidades deben elixirse aqueles que teñan un custo mínimo (incluíndo neste os gastos derivados do funcionamento ao longo da vida útil da instalación).
- Xestión e mantemento: o correcto funcionamento dunha instalación de iluminación pública, e polo tanto unha maior eficiencia enerxética desta, conséguese cun bo labor de xestión e mantemento, que consiste en xeral en realizar un seguimento constante dos parámetros de luminosidade e de seguridade.

#### A.2.2.1. Criterios de deseño

A continuación, expóñense os parámetros que cómpre ter en conta para a realización de proxectos de iluminación pública baixo os condicionantes de maior eficiencia e aforro enerxético, sen perder de vista os niveis mínimos de iluminación esixidos regulamentariamente para cada utilización.

Estas recomendacións baséanse en normas establecidas pola Comisión Internacional de Iluminación (CIE), pola Comisión Europea de Normalización (CEN) e pola Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), así como en normas europeas EN.

### **Criterios de diseño segundo o tipo de vía.**

O principal obxectivo dunha iluminación pública é proporcionar fiabilidade de percepción, máxima seguridade e comodidade visual.

Os parámetros que inflúen na fiabilidade de percepción son os seguintes:

- Luminancia media da superficie da calzada:  $L_m$
- Uniformidade global,  $U_0$ :  $L_{min}/L_m$   
(luminancia mínima / luminancia media)
- Cegamento perturbador

E os parámetros que inflúen na comodidade visual son:

- Uniformidade lonxitudinal,  $U_1$ :  $L_{min}/L_{máx}$   
(luminancia mínima / luminancia máxima)
- Cegamento molesto:  $G$
- Guía visual

(No glosario que se xunta inclúese a definición de cada un destes termos).

Estes parámetros deben de terse en conta para conseguir unha óptima instalación da iluminación pública. Previamente, e seguindo os criterios da Comisión Internacional de Iluminación (CEI), para fixar os niveis de calidade dunha iluminación pública deben establecerse e diferenciarse as distintas zonas que se van iluminar.

A continuación amósase, a modo de referencia, unha táboa indicativa da clasificación das vías públicas:

Clase de vía		Tipo de densidade do tráfico	Tipo de vía	Exemplos
Tráfico motorizado	A	Tráfico motorizado denso e de alta velocidade	Vías con calzadas separadas, libres de cruzamentos a nivel e accesos totalmente controlados	Autoestradas Autovías
	B		Vías importantes para tráfico motorizado que só pode ter calzadas separadas para vehículos lentos e/ou peóns	Estradas nacionais Estradas principais e circunvalacións
	C	Tráfico motorizado denso de velocidade moderada <sup>1</sup> ou tráfico mixto denso de velocidade moderada e de alta velocidade	Vías públicas importantes para calquera uso, rurais ou urbanas	Estradas radiais
Tráfico mixto	D	Tráfico mixto lento do cal a maior parte é tráfico lento ou de peóns	Vías públicas urbanas ou de centros comerciais. Todas as vías con tráfico mixto denso e lento ou gran circulación de peóns	Estradas Rúas comerciais Rúas industriais, etc.
	E	Tráfico mixto de velocidade limitada e densidade moderada	Vías de unión de zonas residenciais coa rede xeral de vías (de clase A á D)	Estradas de unión Rúas locais, etc.

En función das diferentes vías públicas, o tratamento que se debe aplicar para realizar o proxecto de iluminación é distinto. A modo de resumo, indícanse na seguinte táboa os estándares e os niveis mínimos de calidade luminotécnica que se establecen para cada tipo de vía:

<sup>1</sup> Límite da velocidade 70 km/h.

Clases de vía	Zonas próximas	Nivel de luminancia(*)	Uniformidade		Limitación do cegamento	
		Luminancia media (cd/m <sup>2</sup> )	Uniformidad e global U <sub>0</sub>	Uniformidade lonxitudinal U <sub>1</sub>	Índice de control de cegamento (G)	Incremento do limiar (%)
A	Calquera	2	0,4	0,7	6	10 (**)
B	Claros	2		0,7	5	10
	Escuros	1		6	10 (**)	
C	Claros	2		0,5	5	20 (**)
	Escuros	1		6	10	
D	Claros	2		0,5	4	20
E	Claros	1		0,5	4	20
	Escuros	0,5			5	20 (**)

(\*) A luminancia recomendada é a luminancia media en servizo da calzada. Co fin de manter o devandito nivel debe considerarse un factor de depreciación non maior ca 0,8, dependendo do tipo de luminaria e do grao de contaminación do aire. Para máis detalles véxase a publicación CIE núm. 33. "Depreciación e mantemento das instalacións de iluminación pública".

(\*\*) En vista da pouca experiencia que se ten respecto á aplicación do concepto "incremento do limiar" é preferible non chegar a valores que sexan superiores a 0,7 veces o valor na táboa.

En xeral e a modo de referencia pódense tomar os seguintes niveis de iluminación para os distintos tipos de vía que se indican:

	Nivel medio de iluminación (lux)
Zonas peonís	8-15
Zonas peonís e de vehículos a baixa velocidade	10-25
Zonas de vehículos a velocidade moderada	15-30

#### A.2.2.2. Elección dos equipos

##### A.2.2.2.1. Lámpadas.

Para reducir custos (instalación, funcionamento e mantemento), a elección das lámpadas debe facerse tendo en conta principalmente:

- Eficacia luminosa (lum/W): deben utilizarse as lámpadas de maior eficacia luminosa (igual ou superior a 100 lum/W). A maior eficacia

luminosa menor número de lámpadas, luminarias e apoios, e isto implica un menor investimento inicial e menores custos de funcionamento.

- Vida útil: a maior vida útil menores custos de mantemento. Convén instalar lámpadas cunha vida útil superior ás 12.000 horas.
- Calidade da iluminación: a maior índice de reprodución cromática máis capacidade para reproducir as cores “verdadeiras” dos obxectos. En iluminación pública debe elixirse o índice estritamente necesario para a zona que se vai iluminar.

A continuación inclúese unha táboa comparativa dos diferentes tipos de lámpadas que se utilizan en iluminación exterior na que se indica tamén o seu campo de utilización recomendado. No anexo que se acompaña inclúese máis información sobre elas.

#### Principais características das lámpadas de iluminación exterior

Tipo lámpada	Eficacia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Reprendido en quente	Uso recomendado
Halóxena	13 a 25	2.000 – 5.000	100	Instantáneo	Iluminación de seguridade e de monumentos (**)
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000 - 79.000	60 - 90	Instantáneo	Túneles, pasos inferiores, pontes
Indución	65-80 (***)	60.000	80 - 89	Instantáneo	Rúas urbanas
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000 - 16.000	50 - 60	10 minutos	Parques e xardíns
Haloxenuros metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Rúas urbanas, zonas comerciais, monumentos
Vapor de sodio de alta presión	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Rúas urbanas , estradas e autoestradas, grandes espazos, monumentos
Vapor de sodio de baixa presión	100 a 200	12.000	NULO	0,2 minutos	Estradas e autoestradas, túneles, pasos inferiores, balizamento
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	instantáneo	Balizamento, sinalización

\*IRC: índice de rendemento da cor.

\*\*Debido ao seu baixo rendemento este tipo de lámpada so convén utilizala para iluminacións de curta duración (iluminación de monumentos -de prendido con moedas-; iluminación de seguridade acompañando a lámpadas de descarga -funcionamento só durante o tempo de prendido das de descarga-).

\*\*\*Tendo en conta o consumo do sistema (lámpada, antena, xerador de HF)

**Especificacións técnicas recomendadas para lámpadas:**

- Marca CE.
- Rendemento:  $\geq 100$  lumen/watt
- Vida útil:  $\geq 12.000$  horas.
- Índice de reprodución cromática: igual ou superior ao recomendado para o tipo de zona que se vai iluminar.
- Tolerancia máxima da tensión de arco:  $\pm 10$  volts.

*A.2.2.2.2. Equipos auxiliares: balastos*

As lámpadas de descarga necesitan dispoñer dalgún dispositivo estabilizador da corrente (balastos) e ademais, nalgúns casos é necesario un elemento de arranque (arrancador) e un elemento para corrixir o factor de potencia (condensador). Nos balastos prodúcese unhas perdas de enerxía que dependen do tipo de balastro (electromagnético ou electrónico) e do tipo e mais da potencia das lámpadas.

Na seguinte gráfica obsérvase a porcentaxe de perdas destes equipos, sobre a potencia da lámpada, en función destes factores:

Tipo de lámpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
Halóxenas de baixa tensión	15-20%	10-12 %	5-7 %

Como se pode observar no cadro anterior, os balastros electrónicos teñen menores perdas ca os electromagnéticos. Ademais, os balastros electrónicos estabilizan e regulan a tensión co que contribúen a alongar a vida das lámpadas e manter as súas características ao longo do tempo, e aseguran o corte automático da alimentación cando a lámpada está defectuosa.

Nunha instalación con balastros electromagnéticos un 1% de sobretensión implica un 3% de consumo adicional e un funcionamento permanente cunha subtensión do 7% pode aumentar a mortalidade das lámpadas e dos equipos nun 50%. Isto evítase cos balastros electrónicos.

A diferenza de prezo entrambos os tipos (os electrónicos son máis caros) amortízase en seis anos de funcionamento das instalacións.

### **FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS**

#### **Vantaxes:**

- Redución do consumo superior ao 25% respecto a un electromagnético de baixas perdas.
- Incremento da eficacia da lámpada (hai que instalar menos lámpadas para obter o mesmo nivel de iluminación) .
- Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita arrancador para prender a lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastros electrónicos é desprezable.
- Elimínanse os ruídos producidos polos equipos.
- Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión.

- Incorporan protección contra as sobretensións.
- Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.
- Posibilidade de regular o nivel de iluminación.

**Inconvenientes:**

- Custo máis elevado ca os balastos electromagnéticos.

**Sobrecustos:**

Inclúense os sobrecustos e mais o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de baixas perdas (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico para lámpada de haloxenuros metálicos	100 euros	6 anos
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a alta presión		
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a baixa presión		
Balastro electrónico para lámpada de vapor de mercurio cor corrixida		

**Especificacións técnicas recomendadas para balastos:**

Conforme ás normas:

- RFI: (Conducida) EN 55015  
(Radiado) EN 55022
- Inmidade EN 61547
- Humidade EN 60068-2-3-Ca
- Seguridade EN 60928 (Balastos electromagnéticos EN 60922)

- Harmónicos EN 61000-3-2
- Funcionamento: EN 60929 (Balastros electromagnéticos EN 60923)
- Marca CE.
- Perda de potencia (W) < 10% Potencia Nominal da lámpada
- Tensión Nominal(V): 220 - 240
- Frecuencia (Hz): 50/60
- Factor de potencia (Potencia Nominal) > 0,95
- Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- Protección contra lámpada avariada.
- Rango de temperatura(°C): -40...50
- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

Existen tamén balastros, tanto electrónicos coma electromagnéticos, con posibilidade de redución da potencia e do fluxo luminoso emitido pola lámpada (balastros de dobre nivel) que se tratan no apartado “A.2.2.2.5. Automatización das instalacións”.

Por outra parte, as lámpadas de indución requiren un xerador de alta frecuencia adaptado ao tipo de lámpada, que se debe adquirir conxuntamente coa lámpada.

#### A.2.2.2.3. Luminarias

Defínese luminaria como todo equipo que reparte, filtra ou transforma a luz dunha ou de varias lámpadas e que comprende todos os dispositivos necesarios para a súa fixación e protección. En definitiva, a luminaria é o aparello que distribúe a luz proporcionada pola lámpada.

Desde o punto de vista enerxético, para a selección dunha luminaria deben terse en conta tres criterios principais:

- **Rendemento da luminaria:**  $\eta = \text{Fluxo luminaria} / \text{Fluxo lámpada} (\%)$

Debe observarse o rendemento da luminaria no hemisferio inferior e no superior. Para evitar contaminación lumínica debe reducirse ao máximo a emisión no hemisferio superior (convén elixir luminarias de rendemento no hemisferio superior nulo ou próximo a cero) e para maximizar o aproveitamento da luz emitida pola lámpada deben elixirse luminarias de elevado rendemento no hemisferio inferior.

A elección de luminarias de alto rendemento permite reducir a potencia e o número dos puntos de luz, co conseguinte aforro de enerxía.

- **Factor de depreciación e mantemento:**

A diminución da iluminancia co tempo está motivada principalmente pola diminución do fluxo emitido polas lámpadas debido ao seu envellecemento e debido a factores como o ensuciamento da lámpada e da luminaria, humidade, etc.

A utilización de luminarias de elevado índice de protección contra o po e a auga permite manter os niveis de iluminación co tempo e reduce os custos de mantemento.

- **Cegamento:**

Para reducir os efectos de cegamento e implantar instalacións de iluminación eficientes, aconséllase limitar as potencias das fontes de luz en función da altura de implantación, segundo se recolle na seguinte táboa.

Altura implantación (m)	Fluxo luminoso recomendado (lm)	Tipo de lámpada			
		v.s.a.p. (W)	h.m. (W)	v.m. (W)	v.s.b.p. (W)
5	5.000	50 - 70	70	50 - 80 - 125	18 - 35
8	7.500 - 17.000	100 - 150	100 - 150	250	55-90
10	17.000 - 32.000	150 - 250	150 - 250	400	135
12	32.000 - 56.000	250 - 400	250 - 400	700	180
15	56.000 - 90.000	400 - 600	400 - 600	1.000	---
20	90.000 - 130.000	600 - 1.000	600 - 1.000	---	---

v.s.a.p.: vapor de sodio de alta presión.  
 v.s.b.p.: vapor de sodio de baixa presión.  
 v.m.: vapor de mercurio.  
 h.m.: haloxenuros metálicos.

A elección da altura dos soportes (báculos, postes) debe ter en conta en primeiro lugar criterios enerxéticos e ambientais e despois criterios estéticos.

#### Especificacións técnicas recomendadas para luminarias:

- Marcado CE.
- Conforme ás normas: EN 60598
- Luminaria: IP 66 (EN 60598),  $\geq$  IK 08 (EN 50102).  
(óptica e luminaria, para poder empregar balastros electrónicos).
- Carcasa e base de fixación en aliaxe lixeira inxectada.
- Reflector de aluminio anodizado.
- Parafusos: AISI 316
- Sistema de fixación: aceiro galvanizado en quente.
- Rendemento no hemisferio superior:
  - Luminarias de distribución asimétrica  $\leq$  0,7%
  - Luminarias de distribución simétrica (tipo globo ou cogomelo)  $\leq$  2,5%
- Rendemento no hemisferio inferior:
  - Luminarias de distribución asimétrica  $\geq$  80%
  - Luminarias de distribución simétrica (tipo globo ou cogomelo)  $\geq$  75%

As luminarias deben elixirse en función das súas prestacións fotométricas e o control da contaminación lumínica.

Exemplo comparativo de dous tipos de luminarias.

A continuación amósase un exemplo comparativo dunha instalación cunha luminaria tipo globo, cun índice de protección IP-55 e un fluxo da lámpada ao hemisferio superior (F.H.S.inst.) dun 40%, por outra luminaria de índice IP-66 e cun FHS-inst. de 0%.

Características da rúa:

Ancho: 10 m

Lonxitude: 500 m

Vía peonil con tráfico rodado.

Nivel de iluminación recomendado: 10 – 25 lux

Opción 1:

Luminaria tipo globo. IP 55 FHSinst 40%

Altura: 3 m

Distancia entre luminarias: 15 m

Instalación: en paralelo, intercaladas

Lámpada: VSAP 100 W

Fluxo luminoso da lámpada: 9.600 lm.



Opción 2:

Luminaria: con IP 66 e un FHSinst de 0%.

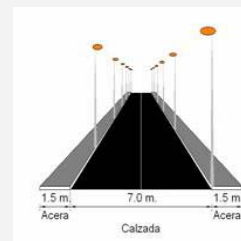
Altura: 7 m

Distancia entre luminarias: 30 m

Instalación: en paralelo, intercaladas

Lámpada: VSAP 100 W

Fluxo luminoso da lámpada: 9.600 lm



**Resultados opción 1:**

Nivel medio en servizo: 9,15 lux

Uniformidade media: 0,28

Uniformidade extrema: 0,08

Grao de cegamento: 2

Núm. de puntos de luz necesarios: 33

O consumo enerxético, para este caso, é de 11.253 kWh (tendo en conta que a instalación dispón dun sistema de acendido intelixente e dun sistema de dobre nivel).

**Resultados opción 2:**

Nivel medio en servizo: 11,85 lux

Uniformidade media: 0,46

Uniformidade extrema: 0,21

Grao de cegamento: 7

Núm. de puntos de luz necesarios: 17

Para este caso, o consumo enerxético diminúe ata 5.797 kWh (tendo en conta que a instalación dispón dun sistema de acendido intelixente e dun sistema de dobre nivel).

**CONCLUSIÓNS:**

A utilización dunha luminaria máis eficiente suporá:

- Unha mellora dos niveis de iluminación coa mesma lámpada e menos puntos de luz (incremento dun 23%).
- Un aforro enerxético e, en consecuencia, económico (uns 5.456 kWh/ano e uns 475 €/ano) .

- Un aforro económico por redución dos custos de mantemento e reposición duns 300 €/ano.
- Unha redución da contaminación lumínica da zona.
- Redución do grao de cegamento ata 5 puntos.

O investimento da instalación, no caso de a realizar nova, para as dúas opcións sería:

Investimento opción 1 (€)	45.000
Investimento opción 2 (€)	35.000

A diferenza de prezo para o investimento supón unha diminución de 10.000 € na opción 2, xa que:

- Aínda que a luminaria da opción 2 sexa máis cara, como leva un menor número de puntos de luz, suporá unha redución do investimento final que hai que realizar.
- A menor cantidade de puntos de luz que se van instalar suporá unha menor potencia instalada, e isto posibilita a utilización de condutores de menor sección coa conseguinte redución dos custos.
- A menor potencia instalada na opción 2 permitirá instalar equipos de dobre nivel na cabeceira de liña de menor potencia e menor custo.
- Así mesmo, a utilización de menos puntos a máis altura, suporá unha redución dos custos en apoios (columnas) e en arquetas coas correspondentes tomas de terra.

#### A.2.2.2.4. Mantemento dos equipos e das prestacións

É necesario efectuar un mantemento periódico das instalacións para conservar a eficacia enerxética das mesmas: limpar luminarias, cambiar lámpadas e condensadores, controlar os soportes.

Nos contratos de mantemento das instalacións debe figurar o nivel de iluminación medio que hai que manter e a periodicidade das operacións de mantemento que se realizarán co obxectivo de manter ese nivel de iluminación.

#### A.2.2.2.5. Automatización de instalacións

##### Sistemas de acendido.

Existen dous sistemas principais de prendido das instalacións de iluminación pública:

- Interruptor crepuscular
- Interruptor con reloxo astronómico

O interruptor crepuscular permite o prendido e o apagado das instalacións en función do nivel de iluminación natural, pero ten como inconveniente principal a perda de sensibilidade coa sucidade. Cando se ensucian, as instalacións funcionan máis tempo do debido e isto implica un consumo de enerxía innecesario.

O interruptor con reloxo astronómico é un aparello deseñado para o acendido e o apagado da iluminación pública, coincidindo exactamente coas saídas e coas postas do sol do lugar no que se atope, calquera día do ano, utilizando como dato de situación a lonxitude e a latitude do lugar.

Respecto a unha instalación con prendido e apagado mediante interruptor crepuscular, o reloxo astronómico permite reducir o tempo de funcionamento das instalacións nun 5%, polo que o período de retorno do investimento neste equipo (uns 300 euros) amortízase en menos dun ano.

**Especificacións técnicas recomendadas para interruptores crepusculares:**

- Conforme ás normas: EN 60669-2-1
- Tensión nominal: 230 Vc.a.
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Poder de ruptura 10 A / 250 Vc.a.
- Retardo de conexión/desconexión: 60 segundos.
- Consumo propio:  $\leq 8$  VA
- Temperatura de funcionamento: de  $-30$  °C a  $+50$  °C
- Sensibilidade: 5 - 300 lux logarítmico
- Clase de protección II segundo EN 60335
- Tipo de protección IP 65 segundo EN 60529

**Custos (man de obra e IVE incluído):**

Equipo	Investimento
Interruptor crepuscular	100 euros

**Especificacións técnicas recomendadas para reloxo astronómico:**

- Conforme ás normas: EN 60730-2-7
- Axuste por zonas xeográficas.
- Corrección de prendido-apagado de  $\pm 99$  minutos.
- Actualización do horario astronómico cada 4 días.
- Bloqueo da programación mediante unha clave de acceso.
- Cambio horario verán-inverno automático.
- Programas especiais para fins de semana e festivos.
- Tensión nominal: 230 Vc.a.
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Poder de ruptura: 10 A / 250 Vc.a.

- Reserva de marcha:  $\geq 4$  anos sen alimentación a 23 °C
- Precisión de marcha:  $\pm 1$  s/día entre 20 °C e 30 °C
- Consumo propio:  $\leq 6$  VA
- Temperatura de funcionamento -20 °C a +45 °C
- Clase de protección II segundo EN 60335
- Tipo de protección (mínima): IP 52 segundo EN 60529

### Sobrecostos

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un interruptor crepuscular (man de obra e IVE incluído):  
(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Interruptor astronómico	300 euros	1 ano

### Sistemas de regulación do nivel de iluminación.

Nas instalacións de iluminación pública con lámpadas de descarga pode reducirse o consumo enerxético nas horas de madrugada ou en circunstancias de menor esixencia visual mediante a redución do fluxo luminoso.

Para facer esta redución existen tres sistemas principais:

- Balastros electromagnéticos de dobre nivel.
- Reguladores da tensión na cabeceira da liña.
- Sistemas baseados en balastros electrónicos.

### Balastos electromagnéticos de dobre nivel

Estes equipos actúan independentemente sobre cada lámpada (precísase instalar un equipo por cada lámpada), reducindo a tensión de alimentación á lámpada cando reciben un sinal programado, e isto tradúcese nunha redución do consumo e da cantidade de luz emitida.

Dentro destes equipos existen:

- Unidades redutoras de consumo con fío de mando.

Estes equipos precisan dunha liña de mando adicional á liña da iluminación pública para poder actuar sobre as lámpadas. Ademais, soen levar un reloxo e un contactor no cadro de mando onde se programa a hora de entrada en funcionamento do dobre nivel. A través da programación do reloxo, pódese elixir cando se realiza a redución de consumo.

- Unidades redutoras de consumo sen fío de mando.

Este tipo de equipos actúa sobre as lámpadas a través da programación que ten cada equipo. Esta programación pódese realizar a través de microinterruptores que leva o propio equipo ou pode vir programado de fábrica.

O inconveniente deste tipo de unidades reside na dificultade de cambiar nun momento dado a programación, xa que tería que realizarse a actualización punto por punto, e isto representa un elevado custo.

A vantaxe engadida dos balastos de dobre nivel é a maior duración das lámpadas, posto que, xeralmente, as sobretensións prexudiciais prodúcense nas liñas nas horas nas que se conecta a iluminación ao nivel reducido.

## FICHA BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOBRE NIVEL

### Vantaxes:

- Redución do consumo dun 35 ao 40% cunha redución de fluxo do 45 ao 55%.
- Diminución do efecto das sobretensións nas lámpadas durante os períodos nocturnos de baixa carga xeral.

### Inconvenientes:

- Requieren unha instalación en cada punto, e isto dificulta a súa aplicación en instalacións existentes.

### Sobrecustos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético dun só nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electromagnético de dobre nivel e fío de mando	60 euros	4 anos
Balastro electromagnético de dobre nivel de programación mediante microinterruptores	45 euros	3 anos

Especificacións técnicas recomendadas para balastros electromagnéticos de dobre nivel:

- Conforme ás normas:
  - RFI: (Conducida) EN 55015  
(Radiado) EN 55022
  - Inmidade EN 61547
  - Humidade EN 60068-2-3-Ca
  - Seguridade EN 60922
  - Harmónicos EN 61000-3-2
  - Funcionamento: EN 60923
  - Marca CE.
- Perda de potencia (W) < 10% Potencia Nominal da lámpada
- Voltage (V): 230 V.
- Temperatura máxima nos bobinados dos balastros( $T_w$ ): 130°C
- Redución da potencia da lámpada: 35 – 40%.
- Redución do fluxo da lámpada: 45 – 55%
- Frecuencia (Hz): 50/60
- Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- Rango de temperatura(°C): -20...50
- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

## Redutores de fluxo na cabeceira da liña

Estes equipos, instalados xunto ao cadro de mando, protección e medida, actúan da mesma forma ca as unidades redutoras de consumo, coa diferenza de que, en vez de realizar a modificación da tensión de forma independente sobre cada lámpada, actúan sobre o conxunto da instalación. É dicir, o redutor de fluxo baixa a tensión de alimentación ao conxunto lámpada - balastro, para obter diminucións de potencia en torno ao 40% para reducións do fluxo luminoso do 50%.

Estes equipos están constituídos basicamente por un transformador de saídas múltiples, un reloxo para establecer o período de redución e conmutadores para elixir a tensión de saída.

O redutor de fluxo debe estar dotado de estabilización da tensión e regulación independentemente por fase.

O principio de funcionamento deste equipo baséase nun autotransformador que se alimenta directamente da tensión da rede no seu circuíto primario. As súas tomas no circuíto secundario van unidas á saída a través dos interruptores estáticos da unidade electrónica. Os interruptores estáticos son semicondutores gobernados por un sistema electrónico de xeito que, en todo momento, haxa un só semiconductor activo (o da toma que naquel instante proporcione a tensión de saída desexada).

A unidade electrónica de control é a encargada de xestionar as decisións (a través dunha tensión de referencia que ten gravada nunha memoria), vixía constantemente a tensión de saída do equipo co fin de activar un tiristor ou outro dependendo da toma que deba conmutar para compensar a saída. Cando se activa a orde de aforro nun momento dado, o microprocesador, en cada fase, irá diminuindo lentamente esta tensión de referencia en rampla, de forma que a saída permaneza estabilizada, incluso, durante o transcurso da mesma.

**FICHA REDUTOR ESTABILIZADOR EN CABECEIRA DE LIÑA (estático)**

**Vantaxes:**

- Redución do consumo dun 40% cunha redución de fluxo do 50%.
- Diminución do efecto das sobretensións sobre as lámpadas (tanto a nivel máximo de potencia coma a nivel reducido): non existe sobreconsumo nin redución da vida útil das lámpadas derivadas das sobretensións.
- Instalación sinxela. En instalacións existentes é máis recomendable ca a montaxe de balastos de dobre nivel.

**Inconvenientes:**

- Os puntos de luz máis afastados do redutor reciben menor tensión ca os máis próximos (debido á caída da tensión nas liñas), e isto pode implicar o apagado destes puntos se se baixa en exceso a tensión durante o período de redución.

**Sobrecustos:**

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a balastos de dobre nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Equipo redutor estabilizador de 10 kVA	2.400 euros	6 anos
Equipo redutor estabilizador de 15 kVA	2.700 euros	5 anos
Equipo redutor estabilizador de 20 kVA	2.800 euros	4 anos
Equipo redutor estabilizador de 25 kVA	2.900 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 30 kVA	3.000 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 40 kVA	4.400 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 50 kVA	5.000 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 60 kVA	5.300 euros	3 anos

### Especificacións técnicas recomendadas para redutores estabilizadores en cabeceira de liña:

- Marca CE.
- Regulación independente por fase.
- Perdas (W) < 3% Potencia total das lámpadas
- Tensión (V): 230/400 (tres fases e neutro)
- Tolerancia de Funcionamento:  $\pm 8\%$
- Regulación máxima da tensión de saída: -20%
- Frecuencia (Hz):  $50 \pm 2$
- Rango de temperatura de funcionamento ( $^{\circ}\text{C}$ ): -40 ... +45
- Humidade (máx): 95%
- Ruído a 1 m.: < 35 dB(A).

### Balastos electrónicos.

- *Balastos electrónicos de dobre nivel.*

Son equivalentes aos balastos electromagnéticos de dobre nivel, pero con tecnoloxía electrónica. Existen modelos con fío de mando, con microinterruptores e con ambas as posibilidades de regulación.

Caracterízanse porque teñen menores perdas ca os electromagnéticos, estabilizan a tensión de saída e non requiren corrección do factor de potencia nin arrancador.

Deben situarse en luminarias con protección IP66 na zona onde se colocan os equipos.

## **FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS DE DOBRE NIVEL**

### **Vantaxes:**

- Redución do consumo superior ao 50% respecto a un electromagnético.
- Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita arrancador para o prendido da lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastros electrónicos é desprezable.
- Elimínanse os ruídos producidos polos equipos.
- Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión.
- Incorporan protección contra as sobretensións.
- Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.

### **Inconvenientes:**

- Custo máis elevado ca os balastros electromagnéticos.

### **Sobrecustos:**

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de dobre nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano, a metade das cales se realiza a redución de potencia).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico de dobre nivel	120 euros	7 anos

Especificacións técnicas recomendadas para balastros electrónicos de dobre nivel:

- Conforme ás normas:
  - RFI: (Conducida) EN 55015  
(Radiado) EN 55022
  - Inmidade EN 61547
  - Humidade EN 60068-2-3-Ca
  - Seguridade EN 60922
  - Harmónicos EN 61000-3-2
  - Funcionamento: EN 60923
  - Marca CE.
- Nivel de redución: 40% ou 50% da potencia nominal
- Modo de programación do nivel de redución: microinterruptores / liña de mando
- Perda de potencia (W) < 5% Potencia Nominal da lámpada (nominal power and reduced power)
- Tensión (V): 230
- Tolerancia de Funcionamento (V): 190 - 253
- Frecuencia (Hz): 50 / 60
- Factor de potencia (Potencia Nominal) > 0,95
- Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- Protección contra lámpada avariada.
- Rango de temperatura(°C): -20...+50
- Protección IP (mín): IP 40
- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

### Sistemas de xestión centralizada.

Estes sistemas teñen como obxectivo reducir os custos de mantemento e o consumo das instalacións.

Existen moitos sistemas de xestión diferentes. O máis completo está constituído polas seguintes unidades:

- Unidade de punto de luz. Recolle a información do estado da lámpada (e mide a súa tensión de arco), dos equipos auxiliares e da apertura da porta do soporte (se existe) e transmítella á unidade do cadro de mando.
- Unidade do cadro de mando. Mide as tensións de subministración, as intensidades, a potencia activa e reactiva, a enerxía consumida (diariamente e acumulada). Controla o prendido e o apagado da instalación. Transmite e recibe información da unidade de control remoto mediante modem telefónico, telefonía móbil ou radio.
- Unidade de control remoto. PC con software de control específico. Recibe a información das unidades do cadro de mando e envía ordes de funcionamento. Emite diariamente os partes de avaría derivados da información recompilada.  
Permite configurar os parámetros de funcionamento da instalación e coñecer en calquera momento o estado dos distintos compoñentes.  
Con balastos electrónicos pódese regular o nivel de iluminación entre un 20% e un 100% (regulación da potencia da lámpada entre un 35% e un 100%).

Debido á gran variedade de sistemas que existen non se entra a tratar máis en profundidade este modo de control.

## RESUMO APARTADO A.2.2

- No prego de contratación das instalacións de iluminación exterior debe solicitarse unha estimación do consumo enerxético das distintas alternativas ofertadas.
- Deben requirirse lámpadas de elevada eficiencia luminosa e longa vida útil. En xeral, utilizaranse lámpadas de vapor de sodio, e se é necesario un maior índice de reprodución cromática lámpadas de haloxenuros metálicos.
- Os balastos electrónicos son mais eficientes ca os electromagnéticos
- As luminarias deben ter un baixo rendemento no hemisferio superior (isto é, non iluminar para arriba), e un elevado índice de protección contra a auga e o po, para que a sucidade non diminúa en exceso a súa efectividade.
- O control de acendido máis eficiente realízase mediante reloxos astronómicos.
- Na maioría dos casos pode realizarse unha redución do nivel de iluminación durante a madrugada, para iso, preferentemente, empregaranse sistemas de dobre nivel con redutores de fluxo na cabeceira da liña.

### **A.2.3. Iluminación interior de edificios**

(Para máis información sobre iluminación interior consúltese o apartado B.2.6, para máis información sobre lámpadas consúltese o anexo I)

A importancia dunha correcta iluminación en calquera tipo de ambiente é fundamental e atende a dous obxectivos:

- Boa visibilidade.
- Satisfacción visual.

Este capítulo contén información relativa aos equipos utilizados en iluminación que se debe considerar tanto cando se fagan instalacións novas coma cando se renoven as existentes. Para a súa elaboración tivéronse en conta as regulamentacións e as normas que establecen os niveis de iluminación máximos e mínimos que deben existir en cada edificación segundo o seu uso.

Un sistema de iluminación debe conciliar unha adecuada calidade da iluminación cun uso racional da enerxía para o que se require actuar durante a fase de deseño (deseño eficiente) e na xestión e no mantemento das instalacións (de acordo co previsto na fase de deseño).

- Fase de deseño: o deseño debe axustarse ás necesidades de utilización, introducindo as tecnoloxías máis adecuadas. Dos tipos de instalacións que cubran as necesidades deben elixirse aqueles que teñan un custo mínimo ao longo da vida útil da instalación (deben compararse os custos totais de investimento e funcionamento durante a vida das instalacións de iluminación).
- Xestión e mantemento: a maior eficiencia dunha instalación de iluminación conséguese cun bo labor de xestión e mantemento, que consiste en xeral en realizar un seguimento constante dos parámetros de luminosidade e de seguridade.

#### A.2.3.1. Criterios de deseño

No deseño dunha instalación de iluminación interior deben considerarse os seguintes aspectos:

##### a) Espazo que se vai iluminar.

Os espazos deben clasificarse segundo a actividade visual que se vai desenvolver: biblioteca, laboratorios, oficinas, aulas, piscinas, corredores,... o tempo anual de utilización e a achega de luz natural que presenten.

b) Parámetros de iluminación recomendados.

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

- iluminancia media (lux).
- Rendemento da cor (Ra, IRC).
- Clase de cegamento.

Na seguinte táboa poden observarse os valores recomendados para distintos locais:

Tipo de dependencia		Iluminancia media (lux)	Clase de cegamento*	Índice de reproducción cromática (Ra, IRC)
Aula de ensino	Xeral	300	B	70 - 80
	Lousa			
Aula de informática	Xeral	500	A	70 - 80
	Lousa	300		
Aula de debuxo	Xeral	750	A	90 - 100
	Lousa	300		
Aula de laboratorio	Xeral	500	B	70 - 80
	Lousa	300		
Biblioteca	Zona lectura	500	B	70 - 80
	Ambiental	200		
Salón de actos	Xeral	200	C	70 - 80
	Escenario	700	--	
Ximnasio	Xeral	300	C	80 - 90
Aula de profesores	Xeral	300	B	70 - 80
Cartografía		700	B	70 - 85
Debuxo técnico		700	B	80 - 90
Sala de ordenadores		400	B	70 - 85
Secretaría		500	B	70 - 85
Compras- vendas		500	B	70 - 85
Administración		500	B	70 - 85
Contabilidade		500	B	70 - 85

Publicidade	500	B	70 - 85
Facturación	500	B	70 - 85
Oficina persoal	500	B	70 - 85
Servizos xurídicos e financeiros	500	B	70 - 85
Cálculo	500	B	70 - 85
Organización	500	B	70 - 85
Despachos de xerencia e dirección	500	B	70 - 85
Sala de conferencias	300	C	70 - 85
Recepción	300	C	70 - 85
Despachos de atención ao público	300	C	70 - 85
Laboratorios	500	B	70 - 85
Talleres	500	B	70 - 85
Cámaras acoirazadas	400	C	70 - 85
Arquivo	200	C	70
Centraliña	300	C	70
Correos	300	C	70
Cocina	300	C	70 - 85
Locais auxiliares	150	C	70
Áreas de servizo	150	C	70
Recepción / expedición	150	C	70
Sala de exposicións	200	-	90
Sala de demostracións	100 - 1000	-	90
Sala de conferencias	300	C	70 - 85
Sala de visitas	300	C	70 - 85
Sala de descanso	200	C	70 - 85
Cafetaría/comedor	200	C	70 - 85
Vestíbulos	200	C	70 - 85
Corredores	150	C	70 - 85
Aseos	150	D	70 - 85
Almacéns	100	D	70

\*Segundo CIE

A continuación, expóñense algunhas recomendacións para o deseño das instalacións:

- Agrupar nunha mesma zona as actividades semellantes e, no caso en que isto non sexa posible, adoptar unha solución de iluminación media.
- As actividades que requiran dunha maior iluminación deben situarse nas zonas próximas á iluminación natural.
- En interiores de traballo, o factor máis importante é proporcionar iluminación axeitada no plano de traballo.

#### A.2.3.2. Elección de equipos: lámpadas, luminarias, auxiliares

Á hora de seleccionar o tipo adecuado de luminaria, lámpada e equipo auxiliar, é necesario determinar, en primeiro lugar, a dependencia obxecto de estudo, tendo en conta a actividade que se vai realizar nela.

Lámpadas. Para reducir os custos (instalación, funcionamento e mantemento), a elección das lámpadas debe facerse considerando as seguintes características:

- Índice de reprodución cromática: a maior índice de reprodución cromática máis capacidade para reproducir as cores “verdadeiras” dos obxectos.

Entre as lámpadas que cumpran o rendemento de cor mínimo recomendado para a actividade que se vai desenvolver, debe elixirse aquela que teña maior eficiencia (lum/W) e maior vida útil.

- Eficacia luminosa (lum/W): deben empregarse lámpadas dunha eficacia luminosa igual ou superior a 90 lum/W. A maior eficacia luminosa menor número de lámpadas e de luminarias, e isto supón un menor investimento inicial e menores custos de funcionamento.
- Vida útil: a maior vida útil menores custos de mantemento. Convén instalar lámpadas cunha vida útil superior ás 12.000 horas.

A continuación inclúese unha táboa comparativa dos diferentes tipos de lámpadas utilizadas en iluminación interior na que se indica tamén o seu campo de utilización recomendado. No anexo que se acompaña inclúese máis información sobre elas.

Tipo de lámpada	Eficacia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Reprendido en quente	Uso recomendado
Halóxenas (**)	13 a 25	2.000 – 5.000	100	Instantáneo	Iluminación localizada, decorativa
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000 - 79.000	60 - 90	Instantáneo	Xeral
Fluorescentes compactas	65 a 90	6.000 – 15.000	80	Instantáneo	Xeral, localizada, decorativa
Indución	65-80 (***)	60.000	80 - 89	Instantáneo	Xeral
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000 - 16.000	50 - 60	10 minutos	Xeral
Haloxenuros metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Xeral, localizada
Vapor de sodio de alta presión	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Xeral
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	Instantáneo	Balizamento, sinalización

\*IRC: índice de rendemento da cor.

\*\*Debido ao seu baixo rendemento este tipo de lámpada só convén utilizalo para iluminacións de curta duración.

\*\*\*Tendo en conta o consumo do sistema (lámpada, antena, xerador de HF)

No referente á temperatura de cor, o tipo que se vai empregar depende da actividade que se realice, tal e como se reflicte a continuación:

Temperatura de cor da lámpada	Actividade
Tons cálidos: < 3.000 K	Áreas de descanso. Salas de espera. Áreas de recreo.
Tons neutros: 3.300-5.000 K	Áreas cunha importante achega de luz natural Tarefas visuais medias
Tons fríos: 5.000 K	Tarefas visuais de alta concentración

#### Especificacións técnicas recomendadas para lámpadas de interior:

- Mercado CE.
- Rendemento:  $\geq 90$  lumen/watt
- Vida útil:  $\geq 12.000$  horas.
- Índice de reprodución cromática: igual ou superior ao recomendado para o tipo de actividade que se vai desenvolver.

En liñas xerais, pódese indicar que nas zonas de altura reducida (inferior a 5 metros), convén empregar lámpadas fluorescentes de elevado rendemento, mentres que nas zonas de maior altura convén empregar lámpadas de vapor de sodio a alta presión ou de haloxenuros metálicos.

#### Luminarias.

A luminaria é o aparello de iluminación que reparte, filtra ou transforma a luz emitida por unha ou varias lámpadas e que comprende todos os dispositivos necesarios para o soporte, a fixación e a protección das lámpadas e os seus equipos auxiliares.

As luminarias caracterízanse polos seguintes parámetros:

- Distribución fotométrica. Segundo a porcentaxe de fluxo no hemisferio superior e inferior (C.E.I.): directa, semidirecta, directa-indirecta, semiindirecta, indirecta.
- Rendemento da luminaria
- Sistema de montaxe: teito, parede, superficie,...
- Grao de protección
- Clase eléctrica
- Cumprimento da normativa específica.

Entre as luminarias que cumpran a clase de cegamento elixiranse aquelas que teñan un maior rendemento, utilizando sempre que sexa posible iluminación directa.

#### Especificacións técnicas recomendadas para luminarias de interior:

- Marcado CE.
- Conforme ás normas: EN 60598
- Clase I ou superior.
- Rendemento no hemisferio inferior  $\geq 70\%$
- Clase de cegamento: igual ou mellor ca o recomendado segundo o tipo de actividade que se vai desenvolver.
- IP mínimo:
  - Ambientes limpos: 20
  - Ambientes sucios: 43
- Cumprimento da normativa particular relativa á dependencia na que vai instalarse.

#### Equipos auxiliares.

As lámpadas incandescentes, halóxenas (excepto as de baixa tensión) e de luz de mestura non precisan ningún equipo auxiliar para se conectar á rede, pero as lámpadas de descarga, requiren balastos e algunhas tamén arrancadores:

A continuación resúmense brevemente os diferentes equipos auxiliares das lámpadas de descarga.

- Lámpadas fluorescentes:

Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico que fai a función deses tres elementos.

- Lámpadas de vapor de mercurio de alta presión:

Requiren un balastro indutivo e un condensador para compensar o factor de potencia ou ben un balastro electrónico.

▪ Lámpadas de haloxenuros metálicos:

Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico.

▪ Lámpadas de sodio de alta presión:

Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico.

**Selección dos balastos.**

A eficiencia enerxética dos balastos varía en función do tipo de balastro, da potencia e mais do tipo de lámpada, e do número de lámpadas asociadas ao equipo. Na seguinte gráfica obsérvase a porcentaxe de perdas dos balastos, sobre a potencia da lámpada, en función destes factores:

SELECCIÓN DO BALASTRO			
Tipo de lámpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
Halóxenas de baixa tensión	15-20%	10-12 %	5-7 %

A Directiva 2000/55/CE regula os requisitos de eficiencia enerxética dos balastos das lámpadas fluorescentes e clasifícaos nos 7 niveis de eficiencia que se indican (de mellor a peor):

- A1, electrónicos regulables
- A2, electrónicos de baixas perdas
- A3, electrónicos estándar
- B1, electromagnéticos de moi baixas perdas

- B2, electromagnéticos de baixas perdas
- C, electromagnéticos perdas moderadas
- D, electromagnéticos de altas perdas.

En xeral, recoméndase a utilización de balastros electrónicos de baixas perdas ou electrónicos regulables debido a que ofrecen múltiples vantaxes en comparación cos electromagnéticos.

Nas lámpadas fluorescentes, convén utilizar balastros electrónicos con precaldeamento (estes son imprescindibles naquelas que teñen tres ou máis prendidos ao día, se non se quere reducir drasticamente a vida útil da lámpada).

#### **FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS**

##### **Vantaxes:**

- Redución do consumo superior ao 25% respecto a un electromagnético de baixas perdas.
- Incremento da eficacia da lámpada (hai que instalar menos lámpadas para obter o mesmo nivel de iluminación).
- Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita cebador para o arranque da lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastros electrónicos é desprezable respecto aos electromagnéticos.
- Eliminación do efecto estroboscópico (intermitencia da luz). Auméntase a calidade da luz da lámpada (redución das dores de cabeza e cansazo na vista por mor do pestanexo producido polos balastros electromagnéticos).
- Aumento do confort xeral, eliminándose os ruídos producidos polos equipos.

- Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión ao longo do día.
- Incorporan protección contra as sobretensións.
- Redución da carga térmica do edificio debido ao seu menor consumo.
- Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.
- Posibilidade de conexión á corrente continua para iluminación de emerxencia.

**Vantaxes adicionais dos balastos electrónicos con regulación:**

- Maior confort dado que permiten axustar o nivel de iluminación ás necesidades.
- Posibilidade de conectar con sensores de luz e axustar automaticamente a intensidade da luz da lámpada en función da chegada de luz natural, mantendo un nivel de luz constante.
- Redución do consumo de ata un 70% respecto a un sistema con balastos electromagnéticos.

**Inconvenientes:**

- Custo máis elevado ca os balastos electromagnéticos.

**Sobrecustos:**

Inclúense os custos e mais o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de baixas perdas (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4000 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico de baixas perdas (A2) para lámpada fluorescente	18 euros	2 anos
Balastro electrónico regulable (A1) para lámpada fluorescente	60 euros	4 anos

Balastro electrónico para lámpada de haloxenuros metálicos	100 euros	6 anos
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a alta presión	100 euros	6 anos
<b>Especificacións técnicas de balastros:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conforme ás normas             <ul style="list-style-type: none"> <li>- RFI: (Conducida) EN 55015 (Radiado) EN 55022 clase A</li> <li>- Inmidade EN 61547</li> <li>- Humidade EN 60068-2-3-Ca</li> <li>- Seguridade EN 60926 / EN 60928 (Balastros electromagnéticos EN 60922)</li> <li>- Harmónicos EN 61000-3-2</li> <li>- Funcionamento: EN 60927 / EN 60929 (Balastros electromagnéticos EN 60923)</li> <li>- Test de vibración e impacto: IEC 68-2-6 FC, IEC 68-2-29 Eb</li> <li>- Marca CE.</li> </ul> </li> <li>- Perda de potencia (W) &lt; 10% Potencia Nominal da lámpada</li> <li>- Tensión Nominal(V): 220 - 240</li> <li>- Tolerancia de funcionamento (V): 202 - 230 - 254</li> <li>- Tolerancia de operación (V): 198 - 230 - 264</li> <li>- Frecuencia (Hz): 50/60</li> <li>- Factor de potencia (Potencia Nominal) &gt; 0,95</li> <li>- Fugas a terra por balastro (mA) &lt; 0,5</li> <li>- Protección contra lámpada avariada.</li> <li>- Rango de temperatura(°C): -15...50</li> <li>- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35</li> <li>- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000</li> <li>- Protección de sobretensión: 48 hr at 320 V AC, 2 hr at 350 V AC</li> </ul>		

### A.2.3.3. Sistemas de regulación e control da iluminación

A implantación de sistemas de control reduce os custos enerxéticos e de mantemento das instalacións e incrementa a flexibilidade do sistema de iluminación. Este control permite realizar prendidos selectivos e regulación das luminarias durante diferentes períodos de actividade, ou segundo o tipo cambiante de actividade, e permite acadar aforros de enerxía de ata un 65%.

Existen catro tipos fundamentais:

- Regulación e control polo usuario mediante un interruptor manual, un botón, un potenciómetro ou un mando a distancia.
- Regulación da iluminación artificial segundo a achega de luz natural.
- Prendido e apagado segundo a presenza na sala.
- Regulación e control por un sistema de xestión centralizado.

a) Control da iluminación mediante interruptores manuais ou temporizados.

O control manual polo usuario é unha ferramenta boa e sinxela, pero por desgraza non soe funcionar ben (moitas veces as luces están prendidas innecesariamente).

Cando se empreguen interruptores manuais, convén seguir estes consellos:

- Os interruptores deben estar etiquetados, indicando sobre que instalación ou circuíto actúan.
- Os interruptores deben estar separados entre si para evitar que o usuario active varios cun só movemento da man.
- As luminarias próximas ás ventás deben accionarse de forma independente das outras.
- Convén limitar o máis posible o número de luminarias accionadas por cada interruptor. Nun local ou nunha sala, o número de interruptores non debe ser menor á raíz cadrada do número de luminarias instaladas.

Os interruptores temporizados poden empregarse naquelas dependencias onde a permanencia de persoas ten un tempo limitado (por exemplo, aseos).

Os interruptores horarios (de programa diario ou semanal), poden utilizarse para apagar as lámpadas desde un cadro de control nos períodos nos que as dependencias non se utilicen.

b) Control da iluminación artificial mediante controladores de luz natural.

Na maioría dos locais, pode aproveitarse a luz natural ata unha distancia duns 4 metros desde as ventás e durante a maior parte do ano, permitindo reducir o fluxo das luminarias instaladas nesta zona.

Este sistema de control basease nun sensor de luz, colocado habitualmente no teito, que mide a cantidade de luz natural que penetra no local e permite axustar automaticamente a luz artificial necesaria para manter o nivel de iluminación.

Existen dous tipos de sistemas de regulación:

- Todo / nada: a iluminación préndese ou apágase por debaixo ou por enriba dun nivel de iluminación prefixado. O sistema debe ter certa inercia para evitar prendidos e apagados das lámpadas motivados por variacións transitorias da achega de luz natural. Este modo de regulación pode causarlles molestias aos usuarios.
- Regulación progresiva: a iluminación vaise axustando progresivamente segundo a achega de luz exterior para manter o nivel de luz prefixado. Isto faise de forma sinxela mediante balastos electrónicos regulables controlados por unha fotocélula.

Recoméndase a instalación de sistemas de regulación progresiva en todas as luminarias próximas ás ventás e naquelas zonas onde se requira variar o nivel de iluminación segundo a tarefa que se realiza en cada momento (por exemplo, salas de reunión).

c) Control da iluminación artificial mediante detectores de presenza.

Os detectores de presenza apagan a iluminación artificial cando non hai ninguén no local que controlan.

Hai catro tipos de detectores: de infravermellos, por ultrasóns, por microondas, e híbridos ultrasóns-microondas.

Este sistema recoméndase para zonas con ocupación intermitente, por exemplo aseos.

d) Regulación e control mediante un sistema centralizado de xestión.

**Vantaxes deste sistema:**

- Posibilidade de prendido e apagado de zonas mediante ordes centrais, ben sexan manuais ou automáticas (apagado nos períodos de non utilización dos locais).
- Modificación dos circuitos de prendido sen obras eléctricas (só modificación da programación).
- Control do estado e do consumo dos distintos circuitos.

O control centralizado debe dispoñer simultaneamente de control local.

### Sobrecustos

Inclúense os custos e mais o período de retorno do sobreinvestimento en sistemas de regulación e control da iluminación (man de obra e IVE incluído):  
(valores medios para un funcionamento de 4000 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Detector de presenza	30 euros	2 anos
Balastro electrónico regulable (A1) + fotocélula (regulación en función da achega de luz natural)	65 euros	4 anos
Temporizador	80 euros	4 anos
Interruptor horario	90 euros	3 anos

Exemplo dun sistema de xestión centralizado para a iluminación dun edificio de oficinas mediante un sistema de control local.

O sistema consta dunha rede de compoñentes intelixentes que se comunican entre si mediante un bus de dous fíos (EIB,...), e isto elimina a necesidade dunha unidade central de control, e limita considerablemente a área afectada por un fallo do sistema.

Os dispositivos do sistema clasifícanse en tres categorías:

- Sensores: son os receptores de infravermellos, detectores de movementos, sensores de luz e reloxo do sistema. Transmiten mensaxes de estado polo bus.
- Actuadores: traducen as mensaxes de estado en saídas para os controladores de luz.
- Xenéricos de xestión da rede: *routers*, *repeaters*, fontes de alimentación do bus, e tarxetas de interface para o ordenador.

#### A.2.3.4. Mantemento

Co paso do tempo, a sucidade vaise depositando nas luminarias e isto, unido á diminución do fluxo luminoso das lámpadas, fai que o nivel de iluminación inicial descenda sensiblemente.

Os valores iniciais de iluminancia poden volver a acadarse limpando as luminarias e as lámpadas periodicamente e cambiando as lámpadas ao final da súa vida útil.

Ademais, os vidros das ventás deben limpase para manter a transmisión de luz natural. O mesmo pode dicirse das superficies dos teitos e das paredes para manter a reflectancia.

Cando se realice o proxecto de iluminación, debe preverse a diminución de iluminancia provocada pola sucidade entre períodos de limpeza: hai que aplicar un factor de depreciación segundo o mantemento realizado sobre a instalación.

Para reducir esta depreciación, nos locais cun alto grao de contaminación convén empregar luminarias estancas.

Factores de reflexión recomendados.

	Reflexión
Paredes	0,5-0,7
Teitos	0,7-0,8
Solos	0,15-0,20
Mobiliario e equipos	0,20-0,40
Cortinas	0,50-0,70

### RESUMO APARTADO A.2.3

- No deseño da instalación de iluminación debe adaptase o nivel de iluminación de cada zona á actividade que se vai realizar, adecuándoa especialmente á zona de traballo.
- A instalación debe ir adecuadamente seccionada para evitar o consumo en zonas non utilizadas.
- Deben requirirse lámpadas de elevada eficiencia luminosa e cunha longa vida útil. En xeral, utilizaranse lámpadas de fluorescentes de elevado rendemento en alturas inferiores a 5 m, e vapor de sodio a alta presión ou haloxenuros metálicos en zonas de máis altura.
- Os balastos electrónicos son mais eficientes ca os electromagnéticos. Nas lámpadas fluorescentes deben empregarse balastos electrónicos con prequentamento.
- As luminarias deben ter un baixo rendemento no hemisferio superior (isto é, non iluminar para arriba).
- O control do acendido en zonas nas que non exista un claro responsable convén que se realice de xeito automático.
- Recoméndase a instalación de sistemas de regulación progresiva en todas as luminarias próximas ás ventás.

### A.2.4. Equipos ofimáticos

Na sociedade actual resulta imprescindible a existencia de sistemas informáticos nas oficinas. Todas as persoas que realizan tarefas técnico-administrativas teñen un ordenador como ferramenta no seu posto de traballo e isto contribúe ao gasto enerxético nos edificios, tanto de forma directa debido ao consumo dos propios equipos coma de xeito indirecto polo aumento da carga térmica que isto implica (aumento do consumo enerxético dos sistemas de aire acondicionado).

Aproximadamente un 4% da electricidade que se consome no sector servizos débese ao consumo dos equipos ofimáticos, aínda que para un edificio administrativo, pode chegar a ser superior ao 20%. Neste consumo, os principais responsables son os ordenadores persoais con arredor do 55% do consumo, correspondendo o resto ás impresoras, fotocopiadoras, fax e demais servizos auxiliares.

É útil dispoñer de equipos con sistemas de apagado “bookmark” ou marcador. Estes sistemas permiten, mediante a secuencia de teclas adecuada, desconectar o equipo gravando a posición última na que se apagou e isto posibilita que cando arranca de novo, este o faga na posición de traballo na que o deixamos antes de apagalo.

#### A.2.4.1. Recomendacións para a adquisición de equipos informáticos

Recoméndaselles aos compradores de sistemas ofimáticos a adquisición de equipos que estean dotados con características de aforro de enerxía. Debe solicitarselles aos subministradores que os equipos veñan identificados polo fabricante mediante logotipos facilmente recoñecibles indicativos das súas características de aforro de enerxía.

Tamén deberán incorporar instrucións claras sobre a súa instalación e mais a configuración, así como a súa compatibilidade con outros dispositivos e software. Debe esixirse o acompañamento de *drivers* compatibles co sistema operativo de código aberto Linux.

Os equipos deben posuír o logo “Energy Star” da EPA (Environmental Protection Agency) que fai referencia entre outras cousas á capacidade dos equipos de pasar a un estado de repouso transcorrido un tempo determinado, estado no que a potencia se reduce a menos dun 10% da nominal.

O tamaño dos equipos inflúe notablemente no seu consumo enerxético, polo que é necesario avaliar as necesidades reais e elixir un equipo que as satisfaga pero non maior. Isto pódese aplicar principalmente aos monitores, nos que o consumo vai estreitamente ligado ao tamaño.

#### **Adquisición de ordenadores.**

Debe especificarse nos pregos de adquisición de equipos informáticos que teñen que incorporar sistemas de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star), os programas adecuados e a documentación precisa para realizar a configuración de forma sinxela.

Tamén debe figurar a listaxe de incompatibilidades dos sistemas de aforro con algúns sistemas SCSI (escáneres, gravadores, etc.).

#### **Adquisición de impresoras.**

As impresoras e as fotocopiadoras son os equipos de oficina que máis enerxía consomen e ambos están a maior parte do tempo sen actividade. Por este motivo é imprescindible que as impresoras dispoñan de sistemas de aforro de enerxía que reduzan o consumo a un mínimo nos tempos de inactividade (cumprimento de Energy Star).

Deben adquirirse equipos coa posibilidade de impresión a dobre cara xa que se traducirá nun aforro de papel e de enerxía.

Os equipos deben incorporar instrucións detalladas para a súa correcta configuración e *drivers* para Linux.

#### **Adquisición de fotocopiadoras.**

A fotocopiadora debe dispoñer do modo de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star) e posibilidade de fotocopia a dúas caras.

## Adquisición doutros equipos

O resto dos equipos ofimáticos como escáneres, faxes, modems, etc. teñen un consumo máis reducido, aínda así, deben adquirirse con sistemas de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star) e con *drivers* para Linux.

### RESUMO APARTADO A.2.4

- No prego das condicións para a compra de equipos ofimáticos deben esixirse etiquetaxes enerxéticas do tipo “Energy Star”, adicionalmente deben primarse os licitadores que xustifiquen que os equipos ofertados son de alta eficiencia.
- Recoméndase a compra de equipos coa opción de apagado *bookmark*, que permiten gravar a última posición e recuperala cando acenden de novo.
- As pantallas do tipo TFT consomen moito menos ca as de tubo. Ademais, non se deben mercar pantallas inxustificadamente grandes.
- As impresoras e as fotocopiadoras deben permitir a impresión polas dúas caras dun folio, o que contribuirá ao aforro de papel, e polo tanto de enerxía.

### A.2.5. Caldeiras e equipos de aire acondicionado

(Para máis información sobre instalacións de calefacción e AQS consúltese o apartado B.2.3,  
para máis información sobre instalacións de refrixeración consúltese o apartado B.2.4.,  
para máis informacións sobre sistemas de ventilación consúltese o apartado B.2.5)

Antes de definir os equipos máis axeitados para un determinado edificio é necesario determinar as condicións ambientais requiridas polos usuarios, que dependerán fundamentalmente das características do propio edificio que se queira climatizar (forma, tamaño, tipo de cerramentos, orientación, uso,...) e das necesidades de AQS derivadas da súa utilización.

As instalacións de climatización constan basicamente de:

- Equipo xerador – transmisor da enerxía térmica a un fluído.
- Rede de transporte do fluído
- Intercambiador da enerxía térmica co ambiente.

Neste apartado do documento vaise facer referencia principalmente ao equipo xerador.

#### A.2.5.1. Criterios de deseño

Para reducir o consumo das instalacións de climatización é necesario que as características construtivas do edificio sexan o máis adaptadas posibles ás condicións ambientais exteriores e que se faga un deseño adecuado da distribución das estancias por uso.

No deseño das instalacións de acondicionamento térmico é imprescindible considerar o grao de ocupación e a funcionalidade dos locais do edificio. Neste senso, é necesario utilizar sistemas que permitan controlar o modo de operación en función das demandas de cada momento e en cada zona ou local, e isto implica que o sistema elixido debe ter as seguintes características:

- Regulación das velocidades dos ventiladores.
- Regulación das bombas para circulación dos fluídos portadores da calor.
- Zonificación dos sistemas de control.
- Regulación automática das temperaturas de consigna.

Outra característica que deben presentar os sistemas de climatización é a incorporación de mecanismos de recuperación da calor contida no aire eliminado, que permiten reducir o consumo de enerxía asociada á renovación de aire, e sistemas de arrefriamento gratuito (*free cooling*), que refrixeran con aire exterior cando a súa temperatura é inferior á do aire interior (reduce o tempo de funcionamento dos equipos de refrixeración).

Débese incorporar un sistema de control central para poder planificar o funcionamento da instalación (planificar o funcionamento e a parada dos compresores, dos ventiladores e mais das bombas de circulación), para evitar o funcionamento dos equipos nos períodos nos que non se utilice o edificio (noites, fins de semana).

Para evitar perdas de enerxía hai que incorporar interruptores nas ventás para deter o funcionamento do sistema cando estean abertas.

Por outra parte, o sistema terá que manter a temperatura das distintas zonas dentro duns niveis de confort determinados polos usuarios e, en xeral, debe ser capaz de atender as necesidades de calor e de frío de forma simultánea.

Deben limitarse as perdas por distribución illando os condutos (debe calcularse o illamento económico segundo o prezo da enerxía que se vai utilizar, os custos de illar e o tempo de funcionamento das instalacións).

Debese elaborar e aplicar un plan de mantemento preventivo, que inclúa os seguintes puntos:

- Limpeza dos condensadores (unidades exteriores) posto que a obturación diminúe a súa eficiencia.