

Módulo 3.2 – Normativa: Reglamento de eficiencia energética.

Fernando Prats Gutiérrez
Técnico IVACE Energía



Contenido:

- *Introducción RD 1890/2008.*
- *Artículo 1.*
- *Artículo 2.*
- *Artículo 3-16.*
- *ITC EA-02.*
- *ITC EA-06.*
- *ITC EA-01.*
- *Ejemplo Cumplimiento luminotécnico.*
- *ITC EA-03.*
- *ITC EA-04.*
- *ITC EA-05.*
- *ITC EA07.*
- *ANEXO LED.*



REQUISITOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA y RESPLANDOR LUMINOSO

- Mayor eficiencia energética.
- Reducción de CO₂.
- Reducción del resplandor luminoso nocturno (contaminación luminosa).

RD 1890/2008

OTROS REQUISITOS:

- Proporcionar un ambiente nocturno agradable y uniforme.
- Proporcionar seguridad.
- Elemento estético....etc.

EL RD 1890/2008 consta de **16 Artículos** y **7 ITC** (instrucciones técnicas complementarias).

ARTÍCULOS

ARTÍCULO 1.- OBJETO.

ARTÍCULO 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.

ARTÍCULO 3.- DEFINICIONES.

ARTÍCULO 4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA.

ARTÍCULO 5.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.

ARTÍCULO 6.- RESPLANDOR LUMINOSO.

ARTÍCULO 7.- NIVELES LUMINOSOS.

ARTÍCULO 8.- RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO.

ARTÍCULO 9.- DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

ARTÍCULO 10.- EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.

ARTÍCULO 11.- INFORMACIÓN A LOS TITULARES.

ARTÍCULO 12.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

ARTÍCULO 13.- INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN.

ARTÍCULO 14.- EXCEPCIONES.

ARTÍCULO 15.- NORMAS DE REFERENCIA.

ARTÍCULO 16.- INFRACCIONES Y PENALIZACIONES.

EL RD 1890/2008 consta de **16 Artículos y 7 ITC** (instrucciones técnicas complementarias).

ITC 01.- EFICIENCIA ENERGÉTICA.

ITC 02.- DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.

ITC 03.- RESPLANDOR LUMINOSO O LUZ INTRUSA.

ITC 04.- COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES.

ITC 05.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, INSPECCIONES y VERIFICACIONES.

ITC 06.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

ITC 07.- MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS.

I.T.C.

Artículo 1. Objeto.

1. El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- b) Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

2. No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación.

EL RD 1890/2008 “LIMITA” LOS NIVELES MÁXIMOS, NO ESTABLECE VALORES MÍNIMOS EXIGIBLES, ESTOS DEBEN DE CONCRETARLOS LOS TÉCNICOS.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

1. Este reglamento se aplicará a las instalaciones, de más de **1 kW de potencia instalada**, incluidas en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, siguientes:

- a) Las de alumbrado exterior, a las que se refiere la ITC-BT 09;
- b) Las de fuentes, objeto de la ITC-BT 31;
- c) Las de alumbrados festivos y navideños, contempladas en la ITC-BT 34.

2. A los efectos de este reglamento, se consideran los siguientes tipos de alumbrado:

- a) Vial (Funcional y ambiental);
- b) Específico.
- c) Ornamental;
- d) Vigilancia y seguridad nocturna
- e) Señales y anuncios luminosos
- f) Festivo y navideño

TIPOS DE ALUMBRADOS

3. Este reglamento se aplicará:

- a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones.
- b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando, mediante un estudio de eficiencia energética, la Administración Pública competente lo considere necesario.
- c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.

4. Se excluyen de la aplicación de este reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, usos militares, regulación de tráfico, balizas, faros, señales marítimas, aeropuertos y otras instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

ARTICULO 3.- SE DEFINEN TODOS LOS CONCEPTOS, MAGNITUDES...etc QUE APARECEN EN EL RD 1890/2008.

ARTÍCULOS 4-16.- BREVEMENTE SE INDICA COMO SE DEBEN DE UTILIZAR LAS I.T.C. PARA CUMPLIMENTAR LOS PROYECTOS.

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 (I)

- ITC-EA-02.- Niveles de Iluminación**

Esta ITC fija los niveles de iluminación para cada tipo de alumbrado. Se clasifican los alumbrados en viales, específicos para pasarelas, parques y jardines o glorietas, alumbrados ornamentales, vigilancia, señales o festivo-navideño.

A su vez, para cada tipo de alumbrado se especifican en forma de tablas los niveles de iluminación que deben cumplir cada una de estas categorías.

Tabla 1 – Clasificación de las vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 – TIPOS DE VÍAS (I)

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado(*)
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico	ME1 ME2 ME3a
	Alta (IMD) \geq 25.000.....	
	Media (IMD) \geq 15.000 y $<$ 25.000	
	Baja (IMD) $<$ 15.000.....	
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico	ME1 ME2
	Alta (IMD) $>$ 15.000	
	Media y baja (IMD) $<$ 15.000	
A2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. Intensidad de tráfico	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
	IMD \geq 7.000.....	
	IMD $<$ 7.000	
A3	<ul style="list-style-type: none"> Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b
	IMD \geq 25.000.....	
	IMD \geq 15.000 y $<$ 25.000	
	IMD \geq 7.000 y $<$ 15.000.....	
	IMD $<$ 7.000.....	

VÍAS DE ALTA VELOCIDAD

(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 – TIPOS DE VÍAS (II)

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
B1	<ul style="list-style-type: none"> Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. <p>Intensidad de tráfico</p> <p>IMD ≥ 7.000</p> <p>IMD < 7.000</p>	<p>ME2 / ME3c</p> <p>ME4b / ME5 / ME6</p>
B2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. <p>Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.</p> <p>IMD ≥ 7.000</p> <p>IMD < 7.000</p>	<p>ME2 / ME3b</p> <p>ME4b / ME5</p>

^(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

VÍAS DE VELOCIDAD MODERADA

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas <p>Flujo de tráfico de ciclistas</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal</p>	<p>S1 / S2</p> <p>S3 / S4</p>
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. Aparcamientos en general. Estaciones de autobuses. <p>Flujo de tráfico de peatones</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal</p>	<p>CE1A / CE2</p> <p>CE3 / CE4</p>
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada <p>Flujo de tráfico de peatones y ciclistas</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal</p>	<p>CE2 / S1 / S2</p> <p>S3 / S4</p>

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

BAJA VELOCIDAD Y CARRILES BICI

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i> • <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i> • <i>Áreas comerciales peatonales.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	
E2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i> 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

VÍAS PEATONALES

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 – NIVELES EXIGIDOS (I)

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_{\square} [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 – NIVELES EXIGIDOS (II)

Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media E_m (lux) [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media U_m [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

RD 1890/2008 I.T.C. EA 02 – CONSIDERACIONES.

1. GENERALIDADES

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc) cubiertos por la presente instrucción. En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 "Iluminación de carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

Los requisitos fotométricos anteriores no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente la excepcionalidad y sea aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

- **ITC-EA-06.- Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones.**

En esta ITC se describe el procedimiento de control del mantenimiento de las luminarias relativas a la limpieza y sustitución de lámparas averiadas que podrán ser realizadas por el titular de la instalación o mediante subcontratación. Para el control del mantenimiento se introduce el concepto de factor de mantenimiento que se define como la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado periodo de funcionamiento y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento.

2. FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento (f_m) es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio – $E_{servicio}$), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminación media inicial – $E_{inicial}$).

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

Siendo:

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

Tabla 3 – Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

Tabla 1 – Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Periodo de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Tabla 2 – Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Periodo de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

MANTENIMIENTO ITC-EQ-06 (ejemplo)

Tiempo sustitución 12.000 horas

Mantenimiento ITC-EA-06

➤ Factor de mantenimiento. (ITC-EA-06).

➤ $f_m = FDFL * FSL * FDLU;$

➤ Luminaria IP6X con lámpara de Sodio Alta Presión.
➤ $F_m = 0,90 (FDFL) * 0,89 (FSL) * 0,87 (FDLU) = 0,696$

➤ Luminaria IP2X con lámpara de Sodio Alta Presión.
➤ $F_m = 0,90 (FDFL) * 0,89 (FSL) * 0,78 (FDLU) = 0,624$

➤ Luminaria IP6X con lámpara de Halogenuros Metálicos.
➤ $F_m = 0,73 (FDFL) * 0,88 (FSL) * 0,87 (FDLU) = 0,558$

➤ Luminaria IP2X con lámpara de Halogenuros Metálicos.
➤ $F_m = 0,73 (FDFL) * 0,88 (FSL) * 0,78 (FDLU) = 0,501$



- **ITC-EA-01.- Eficiencia Energética**

Se define la eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior (ϵ) como el cociente entre el producto de la superficie iluminada multiplicado por la iluminancia media, dividida entre la potencia activa total instalada.

En esta ITC se definen también los conceptos de alumbrado vial funcional, alumbrado vial ambiental, alumbrado festivo o navideño y otras instalaciones de alumbrado.

Finalmente se introduce el concepto de calificación energética de una instalación de alumbrado, siendo clasificadas en categorías de la A hasta la G en función del Índice de Eficiencia Energética (IEE), que se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

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

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

siendo:

- ε = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$)
- P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);
- S = superficie iluminada (m^2);
- E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

1.2 La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

- ε_L = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ($\text{lum}/\text{W} = \text{m}^2 \text{lux}/\text{W}$);
- f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
- f_u = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right),$$

LA ITC 01 DEFINE LOS VALORES MÍNIMOS DE EFICIENCIA QUE DEBEN DE CUMPLIR CADA TIPO DE CALLE EN FUNCIÓN DE LA ILUMINANCIA DE LA MISMA. (Ver tablas)

VIAL FUNCIONAL

TABLA 1 y 2

VIAL AMBIENTAL

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{W}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{W}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Vías tipo A,B (autopistas, autovías, vías interurbanas y carreteras)

Vías tipo C, D i E (vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines,...)

LAS CLASIFICACIONES DE TIPOS DE VÍAS SE REALIZAN EN LA ITC 02

LA ITC 01 DEFINE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE CADA INSTALACIÓN, PARA ELLO UTILIZA LA FÓRMULA SIGUIENTE:

- Se utiliza el índice de eficiencia energética (ϵ) o su inversa (ICE, índice de consumo)

$$|\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R} \qquad ICE = \frac{1}{|\epsilon}$$

ϵ .- Valor de la eficiencia energética de la vía (según fórmula)

ϵ_R .- Valor de referencia (se obtiene a partir de una tabla)

LA TABLA SIGUIENTE SIRVE PARA LA OBTENCIÓN DEL VALOR DE ϵ_R

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

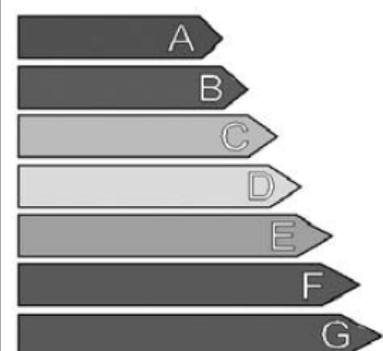
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

TABLA 3

CON EL VALOR DE ICE o Iε SE PUEDE OBTENER LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I\epsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I\epsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I\epsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I\epsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I\epsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I\epsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I\epsilon \leq 0,20$

TABLA 4

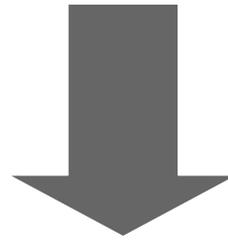
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado
<p>Más eficiente</p>  <p>Menos eficiente</p>
<p>Instalación:</p> <p>Localidad / calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emisiones de CO₂ anual (kgCO₂/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (Iε):</p> <p>Iluminancia media en servicio E_m (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO RD 1890/2008 (I)

PRIMER PASO

DEFINIR LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

I.T.C. EA-02 e I.T.C. EA-06



SEGUNDO PASO

COMPROBAR NIVELES DE ILUMINACIÓN MÁX

COMPROBAR LA EFICIENCIA MÍNIMA

I.T.C. EA-02 e I.T.C. EA-01

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO RD 1890/2008 (II)

Illuminación Vial $v > 50$ Km/h.

Datos iniciales:

Longitud Carretera:	1200 m
Anchura total carretera:	1,5 + 8 + 1,5 m
Tráfico diario:	< 15000

DEFINIR NIVELES IL.

Sit. A
Tabla 1 EA-02

Sit. A1
Tabla 2 EA-02

↓ ITC EA-02 Tabla 6

Tipo de iluminación:	ME2 (22.5 lux / Unif.:0.40)
Factor mantenimiento:	FDL x FSL x FDLU = 0,65 (limpieza y cambio lámparas cada 3 años) (ITC EA-06, tablas 1, 2, 3)

↓ ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Luminaria:	250 W Vsap
Interdistancia:	28 m (UNILATERAL)
Altura columna:	10 m
Em:	26 lux
Unif.:	0,43

↓ POTENCIA

Nº Luminarias:	44
Potencia total:	44 x 277 (Tabla 2 EA-04) = 12188 W

DUNA SENIOR



FHS < 1%
Rend. ~ 77%

NIVELES IL. y POTENCIA

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO

RD 1890/2008 (III)

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico Alta (IMD) ≥ 25.000 Media (IMD) ≥ 15.000 y < 25.000 Baja (IMD) < 15.000	ME1 ME2 ME3a
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico Alta (IMD) > 15.000 Media y baja (IMD) < 15.000	ME1 ME2
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD ≥ 25.000	ME1
	IMD ≥ 15.000 y < 25.000	ME2
	IMD ≥ 7.000 y < 15.000	ME3b
	IMD < 7.000	ME4a / ME4b

^(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

DEFINIR NIVELES IL.

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO

RD 1890/2008 (IV)

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_{\square} [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO RD 1890/2008 (V)

Illuminación Vial.

Cálculo eficiencia energética:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lx}{W} \right)$$

$$\varepsilon = (1200 \times 11) \times (26) / (12188)$$

$$\varepsilon = 28,16 > 20,4 \text{ (según tabla 1 ITC-EA-01)} \rightarrow \text{OK}$$

COMPROBAR EFICIENCIA MÍNIMA

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO RD 1890/2008 (VI)

Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética
en instalaciones de alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

VÍAS A y B

COMPROBAR EFICIENCIA MÍNIMA

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO RD 1890/2008 (VII)

Illuminación Vial.

Cálculo índice eficiencia energética:

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R \text{ (Tabla 3 ITC EA-01)}}$$

$$I_{\varepsilon} = 28,16 / 29,5$$

$$I_{\varepsilon} = 0,95$$


(Tabla 4 ITC EA-01)

Calificación Energética **B**

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO

RD 1890/2008 (VIII)

El índice de eficiencia energética (I_{ϵ}) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en tabla 3.

$$I_{\epsilon} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{luc}}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{luc}}{W}\right)$
≥ 30	32	–	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

EJEMPLO CUMPLIMIENTO LUMINOTÉCNICO

RD 1890/2008 (IX)

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I\epsilon}$$

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I\epsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I\epsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I\epsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I\epsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I\epsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I\epsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I\epsilon \leq 0,20$

- **ITC-EA-03.- Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.**

Mediante esta ITC se establecen las limitaciones de las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño. Se establecen cuatro zonas de protección contra la contaminación luminosa en función de la densidad de población. En función de la clasificación de zonas (E1,E2,E3,E4) la iluminación procedente de las instalaciones de alumbrado se limitará a unos valores tabulados.

Tabla 1 – Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

1.1 Limitaciones de las Emisiones Luminosas

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado FHS_{inst} o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará los límites establecidos en la tabla 2.

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS_{INST}
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

- **ITC-EA-04.- Componentes de las instalaciones.**

En esta ITC se indican los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias. Se prescriben los valores de rendimiento de la luminaria, factores de utilización, eficacia y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipo auxiliar y sus sistemas de accionamiento.

➤ Valores de Rendimientos.

➤ Lámparas.

- Alumbrado vial, específico y ornamental.
- Eficacia superior a 65 lm / w.



➤ Luminarias.

- ITC-EA-04 / Tabla 1.



Parámetros	Alumbrado Vial		Resto de Alumbrados (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de Utilización	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$

(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.
 (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos.

Componentes ITC-EA-04

➤ Rendimientos de Equipos Auxiliares.



➤ ITC-EA-04 (Tabla 2)

➤ La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto de equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores:



POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
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

5. SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

6. SISTEMAS DE REGULACIÓN DEL NIVEL LUMINOSO

Con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado recogidas en el capítulo 9 de la ITC-EA-02, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante alguno de los sistemas siguientes:

- a) balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia;
- b) reguladores - estabilizadores en cabecera de línea;
- c) balastos electrónicos de potencia regulable.

Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido.

- **ITC-EA-05.- Documentación técnica, verificaciones e inspecciones.**

En la primera parte de esta ITC, según lo previsto en el artículo 10 del Reglamento de eficiencia de alumbrado exterior, se describe la documentación complementaria de las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del mismo. Contendrá los cálculos de eficiencia energética y demás requisitos establecidos en la presente instrucción técnica complementaria en forma de proyecto o memoria técnica de diseño, según corresponda.

En la segunda parte se concreta el régimen de verificaciones e inspecciones de las instalaciones, el procedimiento de evaluación de la conformidad llevado a cabo por el instalador o el organismo de control y la clasificación de los defectos y deficiencias encontradas.

- **ITC-EA-06.- Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones.**

En esta ITC se describe el procedimiento de control del mantenimiento de las luminarias relativas a la limpieza y sustitución de lámparas averiadas que podrán ser realizadas por el titular de la instalación o mediante subcontratación. Para el control del mantenimiento se introduce el concepto de factor de mantenimiento que se define como la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado periodo de funcionamiento y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento.

- **ITC-EA-07.- Mediciones luminotécnicas en las instalaciones de alumbrado.**

Se establecen en esta ITC las medidas luminotécnicas correspondientes a las verificaciones e inspecciones de las instalaciones de alumbrado exterior. Mediante gráficos con cotas y medidas se señala la geometría de la instalación que debe realizarse para medir cada uno de los siguientes fenómenos: Luminancia, iluminancia, medida de iluminancia en glorietas y deslumbramiento perturbador. Asimismo se señalan una serie de comprobaciones que deben realizarse antes de la medición.

7. ESTUDIO Y PROPUESTA LUMINOTÉCNICA

Las instalaciones de alumbrado exterior que incorporen, sistemas o tecnología LED, deberán disponer inicialmente de un estudio o proyecto luminotécnico que incluirá un apartado fotométrico en el que se expondrán las características fotométricas de las luminarias y el estudio lumínico realizado sobre la instalación de referencia.

Al ser distinta la fotometría de un LED y el flujo de una luminaria única, que el conjunto de un número de ellos (flujo LED x n \neq Luminaria con n LED), se presentará ésta referenciada a 1.000 lúmenes y realizada con un goniómetro calibrado de fabricante reconocido internacionalmente, siendo recomendable que las mediciones sean realizadas en una sala acondicionada para efectuar la medida con la luminaria en su posición de trabajo, sin que existan corrientes de aire y a una temperatura ambiente de +25°C +/- 1°C.

Los datos fotométricos para la luminaria utilizada en el proyecto exigibles son:

- Curva fotométrica de la luminaria.
- Curva del factor de utilización de la luminaria.
- Flujo luminoso global emitido por la luminaria.
- Eficacia de la luminaria en %.
- Flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}).
- Temperatura de color en K de la luz emitida por la luminaria.

Con estos datos se realiza el proyecto luminotécnico que incorpora:

- Cálculo luminotécnico para cada sección de proyecto.
- Cálculo de la eficiencia energética para cada sección del proyecto.

Todos los productos incluidos en su ámbito están sometidos obligatoriamente al marcado CE, que indica que todo elemento o componente que exhibe dicho marcado cumple con la Legislación previamente mencionada y cualquier otra asociada o futura que le sea de aplicación.

La modificación de una luminaria ya instalada y equipada con lámpara de descarga, adaptándola a diferentes soluciones con fuentes de luz tipo LED (ya sea mediante “lámparas de reemplazo”, “sustitución del sistema óptico” o “sistema LED Retrofit”) que implican operaciones técnicas (por ejemplo, desconectar o puentear el equipo existente), puede comprometer la seguridad y características de la luminaria original y presenta diferentes problemas en el ámbito de seguridad, funcionamiento, compatibilidad electromagnética, marcado legal, consideraciones medioambientales y distribución fotométrica, características de disipación térmica, flujo, eficiencia de la luminaria, consumo, vida útil y garantía.

En estos casos, el producto resultante de las modificaciones anteriormente mencionadas se convierte en una nueva luminaria; por tanto, quien efectúa dichas modificaciones pasa a convertirse en fabricante de la misma, siendo aplicable la totalidad de la Legislación, así como la responsabilidad sobre el producto, su correcto funcionamiento y sobre su seguridad eléctrica y mecánica.



Energy
Efficiency Foundation