



REF.:

REF.C.M.:

Se propone al Consejo de Ministros la aprobación del siguiente proyecto de disposición:

Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de ahorro y eficiencia energética y reducción de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.

(16 DE JULIO DE 2021)

El ahorro y la eficiencia energética, así como la reducción de la contaminación lumínica, constituyen objetivos prioritarios para cualquier economía y para la protección del medio ambiente.

El alumbrado exterior de los municipios españoles se compone en la actualidad de 8.900.000 puntos de luz (PL), con una potencia media de 156 W por punto de luz, lo que supone un consumo anual de electricidad de 5.296 GWh/año, con un coste para los municipios de 741 millones de euros al año.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2023 define los objetivos de reducción de emisiones de gases invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO₂.

El PNIEC se configura como el marco de energía y clima que sienta las bases para la modernización de la economía española, la creación de empleo, el posicionamiento de liderazgo de España en las energías y tecnologías limpias que dominarán la próxima década, el desarrollo del medio rural, la mejora de la salud de las personas y el medio ambiente, y la justicia local.

En lo relativo a energía se pretende aumentar la eficiencia energética del país, reducir la demanda total de energía, la sustitución de combustibles fósiles por otros autóctonos (energías renovables fundamentalmente) y progresar en la electrificación de la economía española. En concreto el consumo de energía primaria se reducirá en un 39,5% en 2030 respecto al escenario tendencias de la UE. La intensidad energética primaria (la cantidad de energía primaria consumida en el país, divididas por el PIB) se reducirá en un 37 % entre 2015-2030. Por último, la dependencia energética del exterior mejorará en 15 puntos porcentuales, pasando del 74 % en 2017 al 59% en 2030, lo que además de fortalecer la seguridad energética nacional tendrá un impacto muy favorable sobre la balanza comercial de nuestro país.



La Directiva (UE) 2018/2002, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, a través de su artículo 7 amplía la obligación de ahorro acumulado de uso final de la energía por parte de los Estados miembros. Este real decreto contribuirá a alcanzar los objetivos de ahorro de uso final de la energía establecidos en el artículo 7 de la Directiva de eficiencia energética y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como a la reducción de la contaminación lumínica.

Los programas de ayudas para la renovación de instalaciones de alumbrado exterior municipal promovidos por la Administración a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.- IDAE mediante instrumentos de financiación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE) y del el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) dentro del Programa Operativo de Crecimiento Sostenible 2014-2020 Plurirregional de

España, han permitido a los ayuntamientos beneficiarios poder acometer la reforma de sus instalaciones bajo criterios de eficiencia energética y mejora medioambiental cuyos resultados están representando ahorros energéticos del 70% sobre su consumo anterior de electricidad en alumbrado exterior, lo que demuestra la idoneidad de actuar sobre las instalaciones de alumbrado.

La implantación de estas soluciones debe apoyarse en un cambio legislativo que promueva y asegure la introducción de medidas de ahorro y eficiencia energética, entre ellas, la utilización de las fuentes luminosas de mayor eficiencia lumínica, la mejora de la calidad reflectante y direccional de la luminaria y la implantación de sistemas de regulación del flujo lumínico de las fuentes luminosas y de los encendidos y apagados, permitiendo su variación a lo largo de la noche en función de las necesidades de los ciudadanos.

El Artículo 2 de la ley 21/1992, de 16 de Julio, de Industria señala como uno de sus fines el de contribuir a compatibilizar la actividad industrial con la protección del medio ambiente. Asimismo, el Artículo 9.1 de dicha Ley indica que el objeto de la seguridad industrial es “la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra los accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales”.

El Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT), aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, tiene por objeto “establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir, las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones”. La instrucción técnica complementaria ITC-BT-09 del citado reglamento se refiere a instalaciones de alumbrado exterior, con prescripciones específicas para la seguridad de las mismas.

Por otra parte, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera establece en su disposición adicional cuarta que las Administraciones públicas, en el ámbito de sus competencias, promoverán la prevención y reducción de la contaminación lumínica.

La contaminación lumínica genera numerosas y perjudiciales consecuencias como son el aumento del daño a los ecosistemas nocturnos, el gasto energético y económico, la intrusión lumínica, la inseguridad vial, el dificultar el tráfico aéreo y marítimo, la degradación del cielo nocturno y la pérdida del patrimonio natural y cultural, además de los problemas causados a los observatorios astronómicos. El objetivo de eficiencia energética y la reducción de contaminación lumínica pueden ser compatibles a través de la implantación de nuevas tecnologías relativas a la emisión de luz, así como en la regulación en el espacio y el tiempo de



dicha emisión. Este real decreto contribuirá a alcanzar los objetivos de mejora del ahorro y de la eficiencia energética, así como de la reducción de la contaminación lumínica que el interés general demanda.

El Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, aprobado por Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, supuso un primer paso con el que se ha ganado experiencia y conocimiento. No obstante, se hace necesaria su actualización para introducir varias mejoras que se han puesto de manifiesto en estos años.

En primer lugar, dicho Reglamento no contemplaba tecnologías de emisión luminosa, tales como las conocidas como LED y otras, y por tanto no abordaba sus características fotométricas y de eficiencia luminosa, dado que dichas tecnologías estaban en su incipiente aplicación como fuente luminosa para alumbrado, en el momento de su aprobación. Así mismo, se ha adoptado el Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para las fuentes luminosas y los mecanismos de control independientes, que actualiza los requisitos que han de cumplir dichos productos a escala europea.

En segundo lugar, dicho Reglamento presentaba un elevado grado de obsolescencia en algunas de sus ITCs, entre otras, las relativas a la eficiencia energética y la calificación energética de las instalaciones, la contaminación lumínica, los componentes o el mantenimiento de una instalación. Asimismo, se necesita revisar la forma de articular algunas de las obligaciones, tales como las relativas al mantenimiento, el control, la documentación o las inspecciones de las instalaciones de alumbrado exterior.

Además, en los últimos años se ha aprobado nueva normativa relacionada con la gestión de los residuos generados durante la vida útil de la instalación, por lo que hace falta contemplarlas en un nuevo texto.

En consecuencia, se ha considerado conveniente y necesario actualizar el Reglamento actualmente vigente para que las instalaciones de alumbrado exterior deban diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca el riesgo de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los ciudadanos molestias o enfermedades.

Por todo lo anterior, mediante real decreto se aprueba un nuevo reglamento de ahorro y eficiencia energética y reducción de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior, que contiene prescripciones generales, y sus instrucciones técnicas complementarias (denominadas ITC-EA), relativas a los aspectos técnicos y de desarrollo de las previsiones establecidas en el mismo.

El reglamento que ahora se aprueba permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones, en casos justificados debidamente, a fin de evitar situaciones de inaplicabilidad.

Dado que la ejecución de las instalaciones a las que se refiere este reglamento no sufre cambio alguno y únicamente es preciso adicionar algunos elementos en la documentación, las empresas instaladoras habilitadas que puedan realizarlas serán las indicadas en el REBT.

Igualmente, la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones se realizará de la forma dispuesta en el Reglamento electrotécnico para baja tensión y complementariamente de acuerdo con los requisitos correspondientes establecidos en este nuevo reglamento.

En la documentación que se entregue al titular de las instalaciones se incluirán las características fundamentales de eficiencia energética, iluminación y reducción de la contaminación lumínica, listado de componentes e instrucciones de uso y mantenimiento.

Por lo que se refiere a las inspecciones, también se realizarán conjuntamente con las prescritas para las instalaciones de baja tensión.



Finalmente, se publicará una guía como ayuda a los distintos agentes afectados para la mejor comprensión de las obligaciones reglamentarias.

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el Artículo 149.1.13º, 23º y 25º de la Constitución, que atribuye al Gobierno la aprobación de los reglamentos sobre las bases de coordinación de la planificación general de la actividad económica, sobre la protección del medio ambiente y las bases del régimen minero y energético, respectivamente. Además, constituye una norma de desarrollo de la ley 21/1992, de 16 de Julio, de Industria y, en concreto, de su Artículo 12.5, de seguridad industrial, categoría en la que debe entenderse comprendido este reglamento, por tratarse de instalaciones incluidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión y perseguir los objetivos de protección medioambiental que señala el Artículo 9 de dicha Ley.

A este respecto cabe señalar que la regulación que se aprueba tiene carácter de normativa básica y recoge previsiones de carácter exclusiva y marcadamente técnico, por lo que la ley no resulta un instrumento idóneo para su establecimiento y se encuentra justificada su aprobación mediante real decreto.

Este proyecto se adecua a los principios de buena regulación conforme a los cuales deben actuar las Administraciones Públicas en el ejercicio de la iniciativa legislativa y la potestad reglamentaria, como son los principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, previstos en el Artículo 129 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

Así, se pone de manifiesto el cumplimiento de los principios de necesidad y eficacia y que la norma es acorde al principio de proporcionalidad, al contener la regulación imprescindible para la consecución de los objetivos previamente mencionados, e igualmente se ajusta al principio de seguridad jurídica. En cuanto al principio de transparencia, se han dado cumplimiento a los distintos trámites propios de la participación pública, esto es, consulta pública y trámites de audiencia e información públicas, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 26 de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno. Con respecto al principio de eficiencia, el principal objetivo de la norma es la adaptación de la reglamentación de seguridad industrial para instalaciones de alumbrado exterior, de acuerdo con los avances tecnológicos en la materia, y a la experiencia que se ha ido acumulando con la aplicación de la misma.

En su virtud, a propuesta conjunta de la Ministra de Industria, Comercio y Turismo y de la Vicepresidenta tercera del Gobierno y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de acuerdo con el Consejo de Estado, previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión de...de...de...,

DISPONGO

Artículo Único. *Aprobación del Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias.*

Se aprueba el Reglamento de eficiencia en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias, cuyo texto se inserta a continuación.

Disposición adicional única. *Guía técnica.*

Se pondrá a disposición del público en la página web del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del Reglamento de ahorro y eficiencia energética y reducción



de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en dicho reglamento e instrucciones técnicas complementarias.

Dicha Guía será redactada y actualizada conjuntamente por la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa y la Dirección General de Política Energética y Minas.

Disposición transitoria única. *Instalaciones pendientes de ejecución.*

Se exime del cumplimiento del Reglamento de ahorro y eficiencia energética eficiencia y reducción de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias a las instalaciones cuya ejecución se hubiera comenzado antes de la fecha de entrada en vigor del mismo, siempre que esta circunstancia se justifique de manera fehaciente ante el correspondiente órgano competente de la Comunidad Autónoma, y se finalicen dentro del año siguiente a dicha fecha, excepto en lo relativo a su modificación, mantenimiento, uso e inspección.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

Queda derogado el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-EA-01 a ITC-EA-07, así como todas las disposiciones de igual o inferior rango, en todo aquello que contradigan o se opongan a lo dispuesto en este real decreto por el que aprueba el Reglamento de ahorro y eficiencia energética eficiencia y reducción de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el Artículo 149.1. 13º, 23º y 25º de la Constitución, que atribuyen al Estado la competencia exclusiva sobre las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, sobre la protección del medio ambiente y sobre las bases del régimen minero y energético, respectivamente.

Disposición final segunda. *Facultades de aplicación y actualización técnica.*

1. Se autoriza a la Ministra de Industria, Comercio y Turismo y a la Vicepresidenta tercera del Gobierno y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para dictar conjuntamente, en el ámbito de sus competencias, las disposiciones de carácter exclusivamente técnico que resulten indispensables para asegurar la adecuada aplicación de este real decreto.
2. Así mismo se faculta a la Ministra de Industria, Comercio y Turismo y a la Vicepresidenta tercera del Gobierno y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para introducir conjuntamente en el Reglamento de ahorro y eficiencia energética y reducción de la contaminación lumínica en instalaciones de alumbrado exterior y, en particular, en sus instrucciones técnicas complementarias, cuantas modificaciones de carácter técnico fuesen precisas para mantenerlas adaptadas al progreso de la técnica y especialmente a lo dispuesto en la normativa comunitaria e internacional.



Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el 1 de julio de 2022.

Dado en Madrid, a

ELÉVESE AL CONSEJO DE MINISTROS

LA MINISTRA DE INDUSTRIA,
COMERCIO Y TURISMO

LA VICEPRESIDENTA TERCERA DEL GOBIERNO Y
MINISTRA PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL
RETO DEMOGRÁFICO

María Reyes Maroto Illera

Teresa Ribera Rodríguez



REGLAMENTO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.

Artículo 1. Objeto.

1. El presente reglamento tiene por objeto
 - a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
 - b) Limitar la contaminación lumínica y reducir la luz intrusa o molesta.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

1. Este reglamento se aplicará a las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones de más de 100 W 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.

Así mismo a:

- d) Las instalaciones que, sin estar conectadas a la red de distribución, pudieran funcionar con energía eléctrica previamente almacenada y cuyo origen fuera energía fotovoltaica u otro tipo de energía renovable.
 - e) Las instalaciones de rótulos u ornamental, independientemente de su potencia.
2. Igualmente se aplicará a las instalaciones existentes a su entrada en vigor, en lo relativo a su modificación, mantenimiento, uso e inspección.

Se entenderá por modificación de una instalación de alumbrado exterior todo cambio que se efectúe en ella y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue ejecutada y registrada. En tal sentido, se consideran modificaciones las que estén comprendidas en alguno de los siguientes casos:

- a) La incorporación de nuevas fuentes luminosas o la modificación de las existentes.
 - b) La modificación o implantación de sistemas de regulación y control cuando afecte al conjunto de la instalación de alumbrado exterior.
 - c) La modificación de los cuadros de protección, medida y control.
3. Aquellas instalaciones de alumbrado exterior existentes a la entrada en vigor de este reglamento que tengan niveles de iluminación superiores al doble de los establecidos en la ITC-EA-02 deberán acometer, en el plazo de 5 años para los municipios de más de 20.000 habitantes y de 8 años para el resto de municipios, las modificaciones necesarias para adecuar dichos niveles de iluminación al presente reglamento, salvo que, por motivos de seguridad ciudadana, se justifique la no reducción de los niveles de iluminación en diferentes áreas del municipio.

4. 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

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

Artículo 3. Responsabilidad de su aplicación.

Quedan responsabilizados del cumplimiento del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior los agentes que participan en el diseño y cálculo, ejecución, mantenimiento e inspección de estas instalaciones, así como las entidades e instituciones que intervienen en el visado, supervisión o informe de los proyectos o memorias técnicas y los titulares de las mismas, según lo establecido en este reglamento.

Artículo 4. Definiciones.

Los términos que figuran en el reglamento deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en el presente apartado. Para los términos no incluidos habrán de considerarse las definiciones específicas recogidas en el Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para las fuentes luminosas y los mecanismos de control independientes y en las normas UNE y documentos técnicos relacionados en la ITC-EA-08.

A los efectos de este reglamento se entenderá lo siguiente:

1. Coeficiente de luminancia medio: valor medio del coeficiente de luminancia $q(\beta, \tau)$ en un cierto ángulo sólido (Ω_o) y manifiesta el grado de luminosidad del pavimento de la calzada. Su símbolo es (Q_o) y se especifica en $cd/m^2.lux$ y su expresión es la siguiente:

$$Q_o = \frac{\int_{\Omega_o} q(\beta, \tau) d\Omega}{\Omega_o}$$

Determina la claridad de un pavimento, de forma que cuanto más elevado es el coeficiente de luminancia medio (Q_o) mayor es la luminancia obtenida a igualdad de iluminancia.

2. Contaminación lumínica: suma de todos los efectos negativos de la luz artificial en el medio ambiente, como resplandor luminoso, luz intrusa en zonas naturales, en viviendas o zonas de descanso y deslumbramiento.

3. Cromaticidad: propiedad de un estímulo de color definida por sus coordenadas de cromaticidad (X, Y).

4. Deslumbramiento perturbador o incapacitivo: deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público,



se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste. Su símbolo f_{TI} , carece de unidades y su expresión, en función de la luminancia de velo L_v y la luminancia media de la calzada L_m (entre 0,05 y 5 cd/m^2), es la siguiente:

$$f_{TI} = 65 \frac{L_v}{(L_m)^{0.8}} \text{ (en \%)}$$

Donde:

f_{TI} = Incremento de umbral correspondiente al deslumbramiento perturbador

L_v = Luminancia de velo total en cd/m^2

L_m = Luminancia media de la calzada en cd/m^2

En el caso de niveles de luminancia media en las calzadas superiores a 5 cd/m^2 , el incremento de umbral de contraste viene dado por:

$$f_{TI} = 95 \frac{L_v}{(L_m)^{1.05}} \text{ (en \%)}$$

5. **Eficiencia luminosa de una fuente luminosa:** relación entre el flujo luminoso emitido por la fuente luminosa y la potencia consumida por ésta. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio).

6. **Eficiencia luminosa de una luminaria:** relación entre el flujo luminoso emitido por la luminaria y la potencia consumida total de la misma incluyendo la de los mecanismos de control.

7. **Factor de utilización:** relación existente entre el flujo luminoso procedente de la luminaria que incide en la superficie a iluminar y el flujo emitido por las fuentes luminosas instaladas en la luminaria.

8. **Factor de mantenimiento de la instalación:** relación entre la iluminancia media de la zona iluminada, después de un determinado periodo de tiempo de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (iluminancia media en servicio) y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (iluminancia media inicial).

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

9. **Flujo luminoso:** potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm).

10. **Flujo Hemisférico Superior Instalado de la Luminaria (FHS_{inst}):** proporción en % del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria respecto al flujo total saliente de la luminaria, cuando la misma está montada en su posición de instalación. También se conoce como relación de luz ascendente (ULR).

11. **Fuente luminosa:** producto alimentado eléctricamente destinado a emitir luz utilizando como tecnología de iluminación, entre otras, la fluorescencia, la descarga de alta intensidad, el plasma, los diodos emisores de luz inorgánicos (LED) o los diodos emisores de luz orgánicos (OLED), o sus combinaciones.

12. **Fuente luminosa direccional:** fuente luminosa con al menos el 80% del flujo luminoso total dentro de un ángulo sólido de π estereorradianes (sr) (correspondiente a un cono con un ángulo de 120°).



13. **Identificador del modelo:** código, por lo general alfanumérico, que distingue un modelo de producto específico de otros modelos con la misma marca comercial o el mismo nombre de fabricante o de importador.

14. **Iluminancia horizontal en un punto de una superficie:** cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento. Su símbolo es E y la unidad el lux (lm/m^2).

La expresión de la iluminancia horizontal en un punto P, en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto, definida por las coordenadas (C, r) en la dirección del mismo, y de la altura h de montaje de la luminaria, es la siguiente:

$$E = \frac{I(c, \gamma) \cos^3 \gamma}{h^2}$$

En la expresión anterior $I(C, r)$ se obtiene cada punto espacial (C, r) en una tabla de doble entrada (C, r), denominada matriz de intensidades, en la que para un flujo nominal de 1000 lm se especifican las intensidades luminosas en candelas.

15. **Iluminancia media horizontal:** valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es E_m y se expresa en lux.

16. **Iluminancia mínima horizontal:** valor mínimo de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es E_{\min} y se expresa en lux.

17. **Iluminancia semiesférica en un punto:** flujo luminoso sobre una pequeña semiesfera promediada sobre un área de calzada (UNE-EN 13201-2).

18. **Iluminancia Semicilíndrica en un punto:** flujo luminoso total que incide sobre una superficie curvada de un semicilindro muy pequeño, dividida por el área de la superficie curvada del semicilindro (UNE-EN-13201-2).

19. **Iluminancia vertical en un punto de una superficie:** la iluminancia vertical en un punto P en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto y la altura h de montaje de la luminaria es la siguiente:

$$E_v = \frac{I(c, \gamma) \operatorname{sen} \gamma \cos^2 \gamma}{h^2}$$

20. **Índice de deslumbramiento GR:** índice que caracteriza el nivel de deslumbramiento (Glare Rating), mediante la formulación empírica reflejada en la publicación CIE 112 según la siguiente expresión:

$$GR = 27 + 24 \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0,9}}$$

Siendo:

L_v = luminancia de velo debida a las (n) luminarias.

L_{ve} = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno.

21. **Índice de rendimiento de color IRC** (CRI, colour rendering index): unidad de medida que cuantifica el efecto de un iluminante en la apariencia cromática de los objetos comparado consciente o inconscientemente con su apariencia cromática bajo el iluminante de referencia; es el Ra medio del rendimiento de color correspondiente a los primeros ocho colores de ensayo (R1-R8) definidos en las



normas.

22. Instalación de alumbrado exterior: instalación destinada a iluminar zonas de dominio público o privado compuesta por elementos, tales como luminarias, sistemas de regulación y control, soportes, canalizaciones y cableado correspondientes a un mismo cuadro de protección, medida y control, necesarios para proporcionar iluminación.

23. Intensidad luminosa (candelas o cd): cociente que se obtiene al dividir el flujo luminoso que sale de la fuente y se propaga en el elemento de ángulo sólido que contiene la dirección dada, por ese elemento de ángulo sólido.

24. Luminancia de Velo: luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la facultad que posee el ojo para apreciar los contrastes. Su símbolo es (L_v) y se expresa en cd/m^2 .

La luminancia de velo se debe a la incidencia de la luz emitida por una luminaria sobre el ojo de un observador en el plano perpendicular a la línea de visión, dependiendo así mismo del ángulo comprendido entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, así como del estado fisiológico del ojo del observador.

La luminancia de velo L_v responde a la siguiente expresión:

$$L_v = K \frac{E_g}{\theta^2}$$

Siendo:

K = Constante que depende fundamentalmente de la edad del observador y, aunque es variable, se adopta como valor medio 10 si los ángulos se expresan en grados, y 3×10^{-3} si se expresan en radianes.

E_g = iluminancia en lux sobre la pupila, en un plano perpendicular a la dirección visual y tangente al ojo del observador.

θ = Ángulo entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, es decir, ángulo formado por la dirección visual del observador.

Para el conjunto total de una instalación de alumbrado público exterior que tener en cuenta todas las luminancias de velo para cada luminaria, considerando además que la primera luminaria a tener en cuenta es la que forma 20° en ángulo de alzada con la horizontal, es decir:

$$L_v = K \sum_{i=1}^{i=n} \frac{E_g}{\theta^2}$$

Siendo i = la primera luminaria cuyo ángulo de alzada con la horizontal es 20° , siendo válida la expresión para $1,5^\circ < \theta < 30^\circ$.

25. Luminancia de velo equivalente L_{ve} producida por el entorno: se define considerando que la reflexión del entorno es totalmente difusa, se expresa en cd/m^2 , y se calcula como:

$$L_{ve} = \frac{0,035 r E_{hm}}{\pi}$$

Siendo:



r = Coeficiente de reflexión medio del área

E_{hm} = Iluminancia horizontal media del área

26. Luminancia en un punto de una superficie: intensidad luminosa por unidad de superficie reflejada por la misma superficie en la dirección del ojo del observador. Su símbolo es L y su unidad la candela entre metro cuadrado (cd/m^2).

La expresión de la luminancia en un punto P , en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto, de la altura h de montaje de la luminaria y de las características de reflexión del pavimento $r(\beta, \text{tg } \gamma)$, es la siguiente:

$$L = \frac{I(c, \gamma) r(\beta, \text{tg } \gamma)}{h^2}$$

En la expresión anterior $r(\beta, \text{tg } \gamma)$, para cada punto del pavimento se obtiene una tabla de doble entrada $(\beta, \text{tg } \gamma)$, denominada matriz de reflexión del pavimento en la que se especifican las características fotométricas de reflexión del pavimento, mediante el coeficiente de luminancia reducido.

$$r(\beta, \text{tg } \gamma) = g(\beta, \gamma) (\cos \gamma)^3$$

27. Luminancia media de una superficie: valor medio de la luminancia de la superficie considerada. Su símbolo es L_m y se expresa en cd/m^2 .

28. Luminaria: aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias fuentes luminosas y que comprende todos los elementos precisos para el sostenimiento, fijación y protección de las fuentes luminosas y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación eléctrica, así como los dispositivos que permitan su sujeción a los soportes (columnas, báculos y brazos), de modo que todo el conjunto cumpla con las prescripciones establecidas en la normativa vigente.

29. Luz: radiación electromagnética con una longitud de onda de entre 380 nm y 780 nm.

30. Luz intrusa o molesta: luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior que da lugar a incomodidad, distracción o reducción en la capacidad para detectar una información esencial y, por tanto, produce efectos potencialmente adversos en los residentes, ciudadanos que circulan y usuarios de sistemas de transportes, así como efectos negativos en el medioambiente al iluminar espacios naturales que deberían permanecer oscuros.

31. Mecanismo o dispositivos de control: uno o varios dispositivos, que pueden estar o no integrados físicamente en una fuente luminosa, destinados a preparar la red para el formato eléctrico exigido por una o varias fuentes luminosas específicas, dentro de las condiciones límite determinadas por la seguridad eléctrica y la compatibilidad electromagnética. Puede incluir transformar la tensión de alimentación y de cebado, limitar la corriente operativa y de precalentamiento, prevenir el arranque en frío, corregir el factor de potencia o reducir las interferencias radioeléctricas.

32. Mecanismo de control independiente: mecanismo de control que no está integrado físicamente en una fuente luminosa y se introduce en el mercado como producto separado o como pieza de un producto continente.



33. Niveles de luminosidad ambiental: valoración del nivel de iluminación del entorno circundante a la superficie a iluminar.

34. Probabilidad de visión: el “poder revelador” o “probabilidad de visión” es el porcentaje de objetos con una reflectancia similar a la de la ropa de los peatones, situados en diversos puntos entre 60 y 160 m delante del observador (campo de visión de un conductor de un vehículo), de una calzada dotada de alumbrado viario con distintos niveles de iluminación, que pueden ser vistos o percibidos por una serie de observadores.

35. Relación de iluminancia de entorno: iluminancia horizontal media en una banda justo fuera del borde de la calzada en proporción a la iluminancia horizontal media en una banda dentro del borde, donde las bandas tienen la anchura de un carril de circulación de la calzada.

36. Rendimiento de una Luminaria: relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria. Su símbolo es η y carece de unidades.

37. Temperatura de color de una fuente de luz: temperatura media en Kelvin (K) que tiene que alcanzar el radiador de Planck (cuerpo negro), para que el color de la luz emitida sea igual al de la fuente de luz considerada.

38. Temperatura de color correlacionada (CCT [K]): temperatura de un radiador de Planck (cuerpo negro) cuyo color percibido es el que más se aproxima al de un estímulo determinado de la misma luminosidad y en condiciones de observación específicas.

39. Uniformidad global de luminancias: relación entre la luminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es U_o y carece de unidades.

40. Uniformidad longitudinal de luminancias: relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de los carriles de circulación de la calzada, adoptando el valor menor de todos ellos. Su símbolo es U_l y carece de unidades.

41. Uniformidad media de iluminancias: relación entre la iluminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es U_m y carece de unidades.

42. Uniformidad General de Iluminancias: relación entre la iluminancia mínima y la máxima de la superficie de la calzada. Su símbolo es U_g y carece de unidades.

Artículo 5. Requisitos de eficiencia energética.

1. Las instalaciones de alumbrado exterior, serán conformes a los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01.

2. Las instalaciones de alumbrado exterior deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que, utilizando el menor consumo de energía, permitan mantener el nivel de iluminación adecuado al uso al que están destinadas.

3. Las instalaciones de alumbrado exterior se calificarán energéticamente en función de su índice de eficiencia energética, de acuerdo con la ITC-EA-01. La calificación energética vendrá expresada mediante un índice calculado según la metodología de cálculo que considera aquellos factores que tienen incidencia en el consumo de energía de estas instalaciones, y se expresará mediante una etiqueta de eficiencia energética. Dicha etiqueta se adjuntará en la documentación técnica de las instalaciones y deberá figurar



en las instrucciones que se entreguen a los titulares, según lo especificado en el artículo 10 de este reglamento.

4. Las instalaciones de alumbrado exterior dispondrán de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04.

Artículo 6. Niveles de iluminación.

1. Se cumplirán los niveles de iluminación (luminancia, iluminancia media y uniformidad), en función de los diferentes tipos de fuentes luminosas, según lo dispuesto en la ITC-EA-02. Dichos niveles se proporcionarán en su régimen de funcionamiento nominal, según lo proyectado.

2. Los diferentes tipos de alumbrado cumplirán los niveles de iluminación, teniendo éstos, carácter de máximos.

3. Esos niveles máximos de luminancia e iluminancia media se podrán superar en casos excepcionales, como pueden ser motivos de seguridad ciudadana u otros de interés público, que requerirán autorización previa del órgano competente de la Administración Pública. En estos supuestos, dichos valores no podrán superar en más de un 20% los fijados en las ITCs. Este hecho tendrá que quedar justificado en el proyecto o memoria técnica de la instalación, según corresponda.

4. Cuando la estacionalidad diera lugar a diferencias significativas en el uso de las vías o áreas iluminadas, se podrá establecer una doble clasificación de las mismas que implicará el establecimiento de dos niveles máximos de iluminación a aplicar según la época del año.

5. En el caso de alumbrado vial, se ha de proyectar con la clase de alumbrado que corresponda en cada caso, con los niveles más reducidos acorde con este reglamento, siempre que se garantice la seguridad ciudadana. Si no fuera posible, deberá quedar justificado en el proyecto o memoria técnica de la instalación.

Artículo 7. Contaminación lumínica.

Las instalaciones de alumbrado exterior deben diseñarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca la contaminación lumínica y en particular el riesgo de producir perturbaciones excesivas a las personas.

Con la finalidad de limitar la contaminación lumínica, las instalaciones de alumbrado exterior se ajustarán a los requisitos establecidos en la ITC-EA-03.

Artículo 8. Componentes y sistemas de las instalaciones.

1. Los componentes y sistemas utilizados en las instalaciones deberán ajustarse a lo establecido en la ITC- EA-04.

2. En las instalaciones de alumbrado exterior será necesario disponer de una relación de sus componentes incluyendo al menos las fuentes luminosas, luminarias y sus soportes, equipos auxiliares, dispositivos de regulación del nivel luminoso, sistemas de accionamiento, regulación y gestión centralizada y cuadros de alumbrado.



3. Cuando se realice alguna modificación sobre una luminaria existente (fuente luminosa, mecanismo de control, o cualquier otro elemento que modifique las características de eficiencia energética de la luminaria), dicha luminaria se considerará como un nuevo producto o componente de la instalación el cual deberá ser conforme a los requisitos aplicables de este reglamento.

Artículo 9. Régimen de funcionamiento.

1. Todas las instalaciones de alumbrado exterior dispondrán de un régimen de funcionamiento que comprenderá el encendido, el apagado y con carácter general y para obtener un ahorro energético o disminuir la contaminación lumínica, la regulación de niveles de iluminación en el periodo de funcionamiento.

2. La selección de los niveles de iluminación reducidos y los periodos en los que el alumbrado puede reducirse estarán definidos atendiendo a la variación de las características de la zona, teniendo en cuenta la evolución a lo largo de la noche de la actividad desarrollada, la dificultad de la tarea a realizar, la intensidad de circulación u otras circunstancias que justifiquen la elección de los niveles.

3. Los sistemas de accionamiento garantizarán que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión, cuando la luminosidad ambiente lo requiera, teniendo en cuenta la variación de los periodos de oscuridad en la ubicación de la instalación, a lo largo del año mediante relojes astronómicos o sistemas equivalentes capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales o anuales. También podrá incluir la regulación basada en detección de la actividad de los peatones, vehículos, etc.

4. Las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de túneles y pasos inferiores u otras instalaciones similares en las que el alumbrado sea necesario durante el día, estarán en funcionamiento como máximo durante el periodo comprendido entre la puesta de sol y su salida o cuando la luminosidad ambiente lo requiera.

5. Se podrá variar el régimen de funcionamiento de los alumbrados diferentes al vial y específicos indicados en el apartado 4 a) y b) del artículo 2, estableciendo condiciones especiales para los acontecimientos nocturnos singulares, festivos, feriales, deportivos o culturales, que compatibilicen el ahorro energético con las necesidades derivadas de los acontecimientos mencionados y en épocas tales como festividades y temporada alta de afluencia turística.

6. La ITC-EA-03 establece los horarios máximos de funcionamiento de determinadas instalaciones de alumbrado exterior al objeto de disminuir los efectos de la luz artificial sobre el medioambiente. Corresponde a las Administraciones Locales (o a las autonómicas si tienen legislación desarrollada al efecto) poder modificar el tiempo de funcionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior que se encuentran en su ámbito territorial y que no sean competencia estatal o autonómica.

Artículo 10. Documentación de las instalaciones.

Con la finalidad de justificar el cumplimiento de las exigencias establecidas en este reglamento, toda instalación de alumbrado exterior deberá incluir la documentación, en forma de proyecto o memoria técnica de diseño, según se establece en la ITC-EA-05.



Artículo 11. *Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.*

La ejecución de las instalaciones de alumbrado exterior se realizará por empresas instaladoras habilitadas y estará sometida al procedimiento general de ejecución y puesta en servicio que determina el Artículo 18 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y por lo indicado en la ITC-EA-05.

Artículo 12. *Verificaciones e inspecciones.*

Sin perjuicio de la facultad que, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 14 de la Ley 21/1992, de Industria, posee la Administración Pública competente para llevar a cabo, por sí misma, las actuaciones de inspección y control que estime necesarias, según lo previsto en el Artículo 12.3 de dicha Ley, el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de eficiencia energética y de reducción de la contaminación lumínica establecidos en el presente Reglamento deberá ser comprobado en todos los casos mediante una verificación inicial previa a la puesta en servicio de la instalación, realizada por una empresa instaladora habilitada en baja tensión con capacitación para la realización de medidas luminotécnicas y, además, según la potencia instalada, mediante inspección inicial y verificaciones o inspecciones periódicas, llevadas a cabo de acuerdo con lo dispuesto en la ITC-EA-05 de este reglamento y la ITC-BT-05 del REBT.

Artículo 13. *Mantenimiento de las instalaciones.*

1. Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas.
2. Todas las instalaciones de alumbrado deberán disponer de un plan de mantenimiento, según lo establecido en la ITC-EA-06.
3. Al objeto de disminuir los consumos de energía eléctrica en los alumbrados exteriores, el titular de la instalación llevará a cabo, como mínimo una vez al año, un análisis de los consumos anuales y de su evolución, para observar las desviaciones y corregir las causas que las han motivado durante el mantenimiento periódico de la instalación.
4. Aun cuando el responsable de mantenimiento es el titular de la instalación, el mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior deberá ser llevado a cabo por una empresa instaladora habilitada, de acuerdo con la ITC-BT-03 del Reglamento electrotécnico de baja tensión. No obstante, las operaciones relativas a la limpieza de luminarias y sustitución de fuentes de luz averiadas podrán realizarse directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación, siempre y cuando la sustitución de las fuentes de luz averiadas no requiera el uso de herramientas por tratarse de la mera sustitución de una lámpara.
5. La gestión del mantenimiento de las instalaciones exigirá el establecimiento de un registro de las operaciones llevadas a cabo, que se ajustará a lo dispuesto en la ITC-EA-06.
6. La empresa instaladora habilitada encargada de las labores de mantenimiento deberá disponer en propiedad de los medios materiales y personal en plantilla necesarios para efectuar el mantenimiento de las instalaciones, así como del conjunto de equipos e instrumentos de medida que resulten necesarios para la realización de las mediciones establecidas en la ITC-EA-07.



Artículo 14. Excepciones.

1. Cuando, por motivos de seguridad o interés público, y con carácter de excepcionalidad, no se puedan cumplir determinadas prescripciones de este reglamento, el titular de la instalación deberá presentar, ante el órgano competente de la Administración Pública, previamente al procedimiento contemplado en el artículo 12, una solicitud de excepción, exponiendo los motivos de la misma e indicando las medidas de eficiencia alternativa que se propongan.

2. El citado órgano competente podrá desestimar la solicitud, requerir la modificación de las medidas alternativas o conceder la autorización de excepción.

Artículo 15. Normas.

1. Las instrucciones técnicas complementarias podrán establecer la aplicación de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento, sin perjuicio del reconocimiento de las normas correspondientes admitidas por los Estados miembros de la Unión Europea (UE) o los países miembros de la Asociación Europea de Libre Cambio (AELC) firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EEE), siempre que las mismas supongan un nivel de prestaciones, equivalente al menos al que proporcionan aquellas. La ITC-EA-08 incluye una relación sobre las normas y otros documentos técnicos para facilitar el cumplimiento del Reglamento.

La referencia que se realizará en el texto de las instrucciones técnicas complementarias a las normas, por regla general, se hace sin indicar el año de edición de las mismas.

En la ITC-EA-08 se indica el listado de las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificadas por su numeración y su título, que incluirá el año de edición.

2. Cuando una o varias normas varíen su año de edición con respecto a las vigentes en el momento de la aprobación de este reglamento, o se editen modificaciones posteriores a las mismas, las referencias a dichas normas podrán ser objeto de actualización, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio Industria, Comercio y Turismo en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la nueva edición de la norma será válida y la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de serlo, a efectos reglamentarios.

3. A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en la ITC, siempre que la misma no modifique criterios básicos. Se entenderá que la edición de la norma posterior a la que figura en la Instrucción Técnica Complementaria no modifica criterios básicos cuando, entre otros extremos, se limite a actualizar ensayos o métodos de medición del material correspondiente.

Artículo 16. Equivalencia de requisitos.

En relación con mercancías sujetas al artículo 34 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea y comercializadas legalmente en otro Estado miembro que fueran a utilizarse en instalaciones de alumbrado exterior, se aplicará el Reglamento (UE) 2019/515 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de marzo de 2019 relativo al reconocimiento mutuo de mercancías comercializadas legalmente en otro Estado miembro y por el que se deroga el Reglamento (CE) 764/2008.



Artículo 17. *Gestión de los residuos generados durante la vida útil de la instalación.*

1. Los residuos que se generen tanto en la instalación como en las labores de mantenimiento de las instalaciones eléctricas incluidas en el ámbito de aplicación de este reglamento serán gestionados de acuerdo con lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

2. En particular, a los residuos de lámparas y luminarias (fuentes de luz) les será de aplicación lo establecido en el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Artículo 18. *Infracciones y sanciones.*

Las infracciones a lo dispuesto en el presente reglamento se sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.



	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ITC-EA-01
--	------------------------------	-----------

Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-01

EFICIENCIA ENERGÉTICA

ÍNDICE

1.	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN.....	2
1.1.	Cálculo de la eficiencia energética en viales con zonas adyacentes de alumbrado funcional y ambiental.....	3
2.	REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	3
2.1.	Instalaciones de alumbrado vial funcional.....	3
2.2.	Instalaciones de alumbrado vial ambiental.....	4
2.3.	Otras instalaciones de alumbrado.....	4
3.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	5
3.1.	Metodología de cálculo	5
3.2.	Calificación energética	6
3.3.	Etiqueta de eficiencia energética	7



1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

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.

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

siendo:

ε = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \text{ lux/W}$);

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);

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

ε_L = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ($\text{lum/W} = m^2 \text{ lux/W}$);

f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad);

f_u = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad);

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

donde:

Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares (ε_L): Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

Factor de mantenimiento (f_m): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

Factor de utilización (f_u): Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

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



	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ITC-EA-01
--	------------------------------	-----------

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

Asimismo, existe otro parámetro indicativo de la eficiencia energética de una instalación y que se denomina potencia unitaria P_u obtenido como cociente de la potencia activa instalada y la superficie iluminada.

1.1 Cálculo de la eficiencia energética en viales con zonas adyacentes de alumbrado funcional y ambiental.

Cuando mediante el alumbrado vial funcional se iluminen además aceras, zonas peatonales, etc. se realizarán los cálculos luminotécnicos acordes con lo dispuesto en la ITC-EA-02 para cada zona, mientras que para el cálculo de la eficiencia energética de la instalación completa se tomará en consideración lo siguiente:

- La superficie iluminada a considerar (S) será la definida por la dimensión total de la sección transversal, y longitudinalmente por una dimensión representativa de la implantación de los puntos de luz proyectados.
- La iluminancia media (E_m), será la obtenida en el cálculo luminotécnico de la superficie anteriormente citada (S).
- La potencia (P) será la correspondiente a la de todas las luminarias comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan la superficie (S) se contabilizará solo al 50%, u otro porcentaje debidamente justificado en función de la proporción de factor de utilización en cada superficie representativa. En el caso de áreas de estudio irregulares se considerará el total de la potencia de los puntos de luz que se dispongan.
- Tanto los requisitos mínimos como los valores de referencia de eficiencia energética serán los correspondientes al alumbrado vial funcional.

Cuando se proyecte específicamente un alumbrado vial ambiental para reforzar la iluminación en aceras, zonas peatonales etc. iluminadas parcialmente por un alumbrado funcional adyacente se realizarán los cálculos luminotécnicos para cada zona según lo dispuesto en la ITC-EA-02, mientras que para el cálculo de la eficiencia energética de la instalación completa, el cálculo de la potencia (P) incluirá además, la de todas las luminarias tanto funcionales como ambientales, comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan la superficie (S) transversal se contabilizará solo al 50%, u otro porcentaje debidamente justificado en función de la proporción de factor de utilización en cada superficie representativa. Tanto los requisitos mínimos como los valores de referencia para los cálculos luminotécnicos y de eficiencia energética serán los correspondientes al alumbrado vial funcional.

Cuando en una misma sección de un vial coexistan alumbrados funcional y ambiental que iluminan de forma independiente distintas superficies y cuya influencia entre ellos no sea significativa, se considerarán como dos instalaciones independientes realizándose los cálculos luminotécnicos acorde con lo dispuesto en la ITC-EA-02 y los de eficiencia energética según lo establecido en esta ITC-EA 01, separadamente. Los valores de referencia para los cálculos luminotécnicos y de eficiencia energética serán los correspondientes al alumbrado vial funcional y al alumbrado vial ambiental, respectivamente.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

ITC-EA-01

2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las instalaciones de alumbrado exterior deben cumplir los siguientes requisitos mínimos de eficiencia energética:

2.1. Instalaciones de alumbrado vial funcional

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de este apartado serán de aplicación a las instalaciones de alumbrado vial funcional de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, que corresponden al tipo de clasificación de vías de tráfico de la tabla 6 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02.

Las instalaciones de alumbrado vial funcional con independencia del tipo de fuente luminosas, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ) y máximos de potencia unitaria (P_u) que se fijan en la tabla 1.

Tabla 1 - Requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ), y máximos de potencia unitaria (P_u) en instalaciones de alumbrado vial funcional.

ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA ϵ ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)	POTENCIA UNITARIA MÁXIMA P_u (W/m ²)
≥ 30	36	0,83
25	35	0,71
20	34	0,59
15	33	0,45
10	31	0,32
$\leq 7,5$	29	0,26

Para las instalaciones de alumbrado en zonas especiales de viales, se aplicarán los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en el apartado 2.3.

Se exime de la necesidad de clasificación energética a aquellas instalaciones realizadas en zonas E0 o E1.

2.2. Instalaciones de alumbrado vial ambiental

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de este apartado serán de aplicación a las instalaciones de alumbrado vial ambiental, que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc., que corresponden al tipo de vías de la tabla 7 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

ITC-EA-01

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de fuente luminosa y de las características o geometría de la instalación, dimensiones de la superficie a iluminar (longitud y anchura), así como disposición de las luminarias (tipo de implantación, altura y separación entre puntos de luz), deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ) y máximos de potencia unitaria (PU) que se disponen en la tabla 2.

Tabla 2.- Requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ), y máximos de potencia unitaria (P_u) en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA ϵ ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)	POTENCIA UNITARIA MÁXIMA P_u (W/m ²)
≥ 20	18	1,11
15	17	0,88
10	16	0,63
7,5	14	0,53
≤ 5	12	0,42

Se exime de la necesidad de clasificación energética a aquellas instalaciones realizadas en zonas E0 o E1.

En las tablas 1 y 2, para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en las tablas, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.

2.3. Otras instalaciones de alumbrado

En el caso de otras instalaciones de alumbrado no contempladas en los apartados 2.1 y 2.2 tales como las de zonas especiales (enlaces, intersecciones, gloriets, etc.), así como en el alumbrado específico, el alumbrado ornamental, el alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna, y el de señales y anuncios luminosos, se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán fuentes luminosas de elevada eficacia luminosa y con valores no inferiores a los establecidos en la ITC-EA-04.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04.
- El mecanismo de control será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento, a lo establecido en la ITC-EA-04.
- El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible, según la ITC-EA-04.
- El factor de mantenimiento de la instalación será calculado acorde a la ITC-EA-06.

	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ITC-EA-01
--	------------------------------	-----------

3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

3.1. Metodología de cálculo

Las instalaciones de alumbrado exterior, se calificarán en función del índice de eficiencia energética (I_ε) definido 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 fija en tabla 3.

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Tabla 3.- Valores de eficiencia energética de referencia (ε_R) en instalaciones de alumbrado vial funcional y ambiental.

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL		ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL Y OTRAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	
Iluminancia Media en Servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia $\varepsilon_R \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$	Iluminancia Media en Servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia $\varepsilon_R \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
≥ 30	58	-	-
25	56	-	-
20	54	≥ 20	29
15	52	15	27
10	50	10	25
$\leq 7,5$	47	7,5	23
-	-	≤ 5	20

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

La calificación energética que caracteriza el consumo de energía de la instalación será la correspondiente al índice de consumo energético o índice de eficiencia energética expresado 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 eficiencia energética $I_\varepsilon = \varepsilon / \varepsilon_R$, o bien el índice de consumo energético ICE.

$$ICE = 1 / I_\varepsilon$$



EFICIENCIA ENERGÉTICA

ITC-EA-01

La calificación energética de una instalación de alumbrado se efectuará para cada sección de vial de idénticas características, luminotécnicas y de distribución de los puntos de luz

En el supuesto en el que se requiera la calificación energética de la totalidad de los puntos de luz de un alumbrado vial alimentado por un cuadro de alumbrado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{\varepsilon_i} = \frac{\sum(I_{\varepsilon_i} \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

Donde:

I_{ε_C} = índice de eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado vial alimentadas por el cuadro

I_{ε_i} = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección.

S_i = Superficie de cada sección.

En el caso que se precise calificar una instalación de alumbrado constituida por diferentes secciones de viales, alimentada por uno o varios cuadros de alumbrado, la calificación energética se realizará de la siguiente manera:

$$I_{\varepsilon_{inst}} = \frac{\sum(I_{\varepsilon_i} \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

Siendo:

$I_{\varepsilon_{inst}}$ = índice de eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial.

I_{ε_i} = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección.

S_i = superficie de cada tipo de sección.

3.2. Calificación energética

Las instalaciones de alumbrado exterior se calificarán energéticamente, en función de su eficiencia energética, mediante un índice calculado según la metodología de cálculo anterior, que considera aquellos factores que tienen incidencia en el consumo de energía de estas instalaciones y se expresará mediante una etiqueta de eficiencia energética.

Se exceptúan de esta calificación energética las instalaciones de alumbrados de señales y anuncios luminosos, festivos y navideños.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 10, 11 y 12 del Reglamento, la documentación en la que se adjuntará la eficiencia energética y su calificación, incluida la etiqueta energética se adjuntará en la documentación técnica de estas instalaciones según la ITC-EA-05.

La tabla 4 determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

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	$ICE \geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

3.1. Etiqueta de eficiencia energética.

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 de eficiencia energética que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante la 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).

La etiqueta deberá ser conforme al formato normalizado con objeto de permitir un mejor reconocimiento por parte de los usuarios, e incluirá como mínimo, la siguiente información:

- Identificación de la instalación
- Localidad y calles donde se ubique la instalación
- Horario de funcionamiento previsto
- Consumo de energía anual (kWh/año) previsto
- Emisiones de dióxido de carbono anuales previstas (kgCO₂/año)
- la eficiencia energética (ϵ);
- la calificación energética de la instalación expresada mediante el índice de eficiencia energética (I_{ϵ}), medido,
- Iluminación media en servicio E_m (lux)
- Uniformidad (%)

La etiqueta de la calificación energética de la instalación deberá ir en un sitio visible del interior y, de forma indeleble, en el exterior del cuadro de protección, medida y control. La etiqueta que se colocará en el exterior será una reproducción de la del interior y tendrá las siguientes características:

- Será de metal
- Será fácilmente legible
- Irà fijada directamente al exterior del cuadro
- Medirá 110 mm de ancho y 220 mm de alto
- Tendrá el estilo definido más abajo en los puntos del 1 al 6
- Será fácilmente sustituible

EFICIENCIA ENERGÉTICA

ITC-EA-01

Cuando el cuadro alimente a varios circuitos con diferentes eficiencias energéticas, la calificación energética de la instalación se determinará como el resultado de ponderar, por la superficie total iluminada, el valor de la eficiencia energética de cada uno de los circuitos dependientes del cuadro, figurando este único valor resultante en la etiqueta energética. Este criterio será aplicable para el etiquetado energético en reformas o modificaciones parciales sobre los circuitos del cuadro de protección, medida y control.

Calificación energética de las instalaciones de alumbrado exterior
<p>Más eficiente</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #006400; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> A </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> B </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #9ACD32; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> C </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> D </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> E </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> F </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 40px; height: 15px; background-color: #DC143C; border: 1px solid black; border-radius: 5px;"></div> G </div> </div> <p>Menos eficiente</p> <p>Instalación:</p> <p>Localidad/calles:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emisiones de CO₂ anual (kg CO₂/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (I_E),</p> <p>Iluminancia media en servicio E_m (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>

Los colores a utilizar en la etiqueta son los siguientes:

1. El fondo de la etiqueta será de color 100 % blanco.
2. Los tipos de letra serán Verdana y Calibri, de color 100 % negro
3. Los colores serán CMYK (cian, magenta, amarillo y negro) con arreglo al ejemplo siguiente: 0-70-100-0: cian 0 %, magenta 70 %, amarillo 100 % y negro 0 %.
4. Los colores de la escala de A a G serán como sigue:
 - Clase A: 100,0,100,0;
 - Clase B: 70,0,100,0;
 - Clase C: 30,0,100,0;
 - Clase D: 0,0,100,0;
 - Clase E: 0,30,100,0;
 - Clase F: 0,70,100,0;
 - Clase G: 0,100,100,0;
5. Las letras de la escala de eficiencia energética serán de color 100 % blanco e irán en Calibri negrita; deberán estar centradas en un eje a 2 mm del lado derecho de las flechas;
6. Las líneas divisorias interiores tendrán un grosor de 0,5 pt y serán de color 100 % negro.

**Instrucción Técnica Complementaria EA – 02****NIVELES DE ILUMINACIÓN****ÍNDICE**

1	GENERALIDADES.....	2
2	ALUMBRADO VIAL.....	2
2.1	Clases de alumbrado.....	2
2.2	Selección de las clases de alumbrado en las vías de circulación.....	5
2.3	Niveles de iluminación de las diferentes clases de alumbrado.....	8
3	ALUMBRADOS ESPECÍFICOS.....	12
3.1	Alumbrado de Pasarelas Peatonales.....	12
3.2	Alumbrado de Pasos Subterráneos Peatonales.....	12
3.3	Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.....	12
3.4	Alumbrado de Parques y Jardines.....	12
3.5	Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril.....	12
3.6	Alumbrado de Fondos de Saco.....	13
3.7	Alumbrado de Glorietas.....	13
3.8	Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores.....	13
3.9	Aparcamientos de vehículos al aire libre.....	13
3.10	Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores.....	13
3.11	Alumbrado Deportivo.....	13
4	ALUMBRADO ORNAMENTAL.....	13
5	ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA.....	15
6	ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.....	16
7	ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.....	16
8	DESLUMBRAMIENTOS.....	17
8.1	Instalaciones de Alumbrado vial funcional.....	17
8.2	Instalaciones de Alumbrado vial ambiental.....	17
8.3	Otras Instalaciones de Alumbrado.....	18
9	NIVELES DE ILUMINACIÓN REDUCIDOS.....	19



	NIVELES DE ILUMINACION	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

1. GENERALIDADES

Se entiende por nivel de iluminación, el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento perturbador, relación de entorno, etc.) cubiertos por la presente instrucción.

Los niveles de iluminación establecidos en esta ITC se basan en la serie de normas UNE-EN 13201 "Iluminación de Carreteras".

2. ALUMBRADO VIAL

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son, entre otros, el tipo de vía, la complejidad de su trazado y de la conducción, la intensidad y composición del tráfico, el sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos parámetros se determinará un valor ponderado total que tenga en cuenta los parámetros mencionados y que establecerá la clase de alumbrado para el alumbrado vial (funcional y ambiental).

2.1 Clases de alumbrado

En los siguientes apartados se recogen los parámetros principales y las diferentes opciones de proyecto de la vía considerada y un valor ponderado que se utilizará para la selección correcta de la clase de alumbrado M (áreas de tráfico motorizado), C (áreas conflictivas de tráfico motorizado) y P (áreas para peatones y ciclistas).

2.1.1 Clases de Alumbrado M

Las clases de alumbrado M están destinadas a vías de circulación tales como carreteras, vías urbanas y residenciales, en las que se dan velocidades de conducción de moderadas a altas.

Los parámetros a tener en cuenta para la selección de las clases de alumbrado M, serán los indicados en la Tabla 1.



	NIVELES DE ILUMINACION	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Tabla 1- Parámetros para la selección de clases de alumbrado M

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN		VALOR PONDERADO Vw
Velocidad de Diseño o límite	Muy alta	$V \geq 100$ Km/h		2
	Alta	$70 < V < 100$ Km/h		1
	Moderada	$40 < V < 70$ Km/h		-1
	Baja	$V \leq 40$ Km/h		-2
Calzadas	Única	Un solo sentido de circulación		1
	Separadas	Doble sentido de circulación		0
Composición de Tráfico	Mixto con alto porcentaje no motorizado			2
	Mixto			1
	Solo motorizado			0
Intensidad de Tráfico	Grado	Calzada única	Calzadas separadas	
	Elevada	>45 % capacidad máxima	>65 % capacidad máxima	1
	Media	15-45% capacidad máxima	35-65 % capacidad máxima	0
	Débil	<15 % capacidad máxima	<35 % capacidad máxima	-1
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenes, etc.		1
	Moderada	Situación normal		0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales		-1
Densidad de Nudos	Grado	Distancia entre Intersecciones/Km	Distancia entre Enlaces, puentes/km	
	Alta	> 3	> 3	1
	Moderada	≤ 3	≤ 3	0
Vehículos Aparcados	Existentes			1
	No existentes			0
Tarea de Conducción	Muy Difícil	Complejidad de trazado.		2
	Difícil	Carga mental por la cantidad de información recibida por el conductor		1
	Fácil			0

2.1.2 Clases de Alumbrado C

Las clases de alumbrado C, están destinadas a vías de circulación en áreas conflictivas debido a los problemas específicos de visión y maniobras que tienen que realizar los vehículos, tales como intersecciones y enlaces de carretera de alguna complejidad, gloriets, rotondas, zonas de reducción del número de carriles, curvas y viales sinuosos en pendiente, áreas de incorporación de nuevos carriles, en áreas donde el tráfico transcurre en zonas frecuentadas por peatones, ciclistas u otros usuarios de la carretera, etc.

En estas áreas conflictivas existe un mayor potencial de colisiones entre vehículos, entre vehículos y peatones, ciclistas y otros usuarios de la carretera, y entre vehículos y objetos fijos. También son de aplicación cuando los cálculos de luminancia de la superficie de la calzada o su medición no se pueden llevar a cabo.



	NIVELES DE ILUMINACION	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Los parámetros a tener en cuenta para la selección de las clases de alumbrado C, serán los indicados en la Tabla 2.

Tabla 2 - Parámetros para la selección de clases de alumbrado C

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN	VALOR PONDERADO V_w
Velocidad de Diseño o límite	Muy alta	$V \geq 100$ Km/h	3
	Alta	$70 < V < 100$ Km/h	2
	Moderada	$40 < V < 70$ Km/h	0
	Baja	$V \leq 40$ Km/h	-1
Calzadas	Única	Doble sentido de circulación	1
	Separadas	Un solo sentido de circulación	0
Composición De Tráfico		Mixto con alto porcentaje de no motorizado	2
		Mixto	1
		Solamente motorizado	0
Intensidad de Tráfico	Alta		1
	Moderada		0
	Baja		-1
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenes, etc.	1
	Moderada	Situación normal	0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales	-1
Vehículos Aparcados	Existentes		1
	No existentes		0
Tarea de Conducción	Muy Difícil	Complejidad de trazado.	2
	Difícil	Carga mental debida a las dificultades eventuales derivadas del número de informaciones percibidas por el conductor, que ralentiza la velocidad de decisión y acelera el estrés.	1
	Fácil		0

2.1.3 Clases de Alumbrado P

Las clases de alumbrado P están destinadas a vías de circulación tales como aceras para peatones y ciclistas, carriles bici, calles residenciales y peatonales, áreas de aparcamiento, zonas escolares, vías de emergencia y otras que se encuentran separadamente a lo largo de una vía de tráfico, etc.

Son vías en las que los peatones y ciclistas las frecuentan mayoritariamente, pero también en algunos casos son accesibles a los vehículos motorizados a baja velocidad ($V \leq 40$ km/h).

Los parámetros a tener en cuenta para la selección de las clases de alumbrado P, serán los indicados en la Tabla 3.



	NIVELES DE ILUMINACION	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Tabla 3 - Parámetros para la selección de clases de alumbrado P

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN	VALOR PONDERADO V_w
Velocidad Límite	Baja	$V \leq 40$ Km/h	1
	Muy baja (paseo)	Muy baja (paseo)	0
Intensidad de Utilización	Animada		1
	Normal		0
	Calmada		-1
Composición de Tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado		2
	Peatones y tráfico motorizado		1
	Solamente peatones y ciclistas		1
	Únicamente peatones		0
	Exclusivamente ciclistas		0
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenamiento	1
	Moderada	Situación normal	0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales	-1
Vehículos Aparcados	Presentes		1
	No presentes		0
Reconocimiento Facial	Necesario	Requerimientos adicionales	2
	No necesario	Sin requerimientos adicionales	0

Adicionalmente, para áreas de calles residenciales y peatonales, áreas de aparcamiento y zonas escolares, en áreas en las que se deba aumentar el reconocimiento facial y la sensación de seguridad o en áreas donde necesitan ser vistas las superficies verticales, se definen unas clases de alumbrado adicionales basadas en valores de iluminancia semiesférica (Clase de alumbrado HS), de iluminancia semicilíndrica (Clase de alumbrado SC) e iluminancia en el plano vertical (Clase de alumbrado EV).

2.2 Selección de las clases de alumbrado en las vías de circulación

La selección de cada clase de alumbrado en los diferentes tipos de vías de circulación se efectuará utilizando la suma de valores ponderados ($\sum V_w$) incluidas en las tablas 4 y 5, teniendo en cuenta los parámetros descritos en el apartado 2.1.

El número de la clase de alumbrado viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Nº de la clase de alumbrado} = 6 - \sum V_w$$



NIVELES DE ILUMINACION

ITC-EA-02

Tabla 4- Evaluación de la suma de valores ponderados y clase de alumbrado M ó C resultante

CLASIFICACIÓN DE VÍAS DE CIRCULACIÓN		VELOCIDAD				CALZADAS		COMPOSICIÓN DE TRÁFICO			INTENSIDAD DE TRÁFICO			LUMINOSIDAD AMBIENTAL			DENSIDAD DE NUDOS		VEHÍCULOS APARCADOS		TAREA DE CONDUCCIÓN			SUMA VALORES PONDERADOS	CLASE DE ALUMBRADO
		MA	A	M	B	U	S	MM	MX	SM	A	M	B	A	M	B	A	M	SI	NO	MD	D	F	ΣV_w	M-C
1	Autopistas y autovías interurbanas	2					0			0	1					-1		0		0	2			4	M2/C2
		2					0			0	1					-1		0		0		1		3	M3/C3
2	Autovía Urbanas y vías rápidas	2					0			0	1					-1	1			0	2			5	M1/C1
		2					0			0	1					-1	1			0		1		4	M2/C2
3	Carreteras interurbanas Enlaces y conexiones		1			1		2				0				-1		0		0		1		4	M2/C2
			1			1		2				0				-1		0		0		0		3	M3/C3
4	Vías urbanas y rondas de circunvalación: Penetrantes Radiales y de distribución a distritos	2					0	2				0				-1	1			0		1		5	M1/C1
		2					0	2				0				-1	1			0		0		4	M2/C2
5	Vías urbanas de malla básica: Avenidas principales Travesías de poblaciones			-1		1			1			0		1			1		1			0		4	M2/C2
				-1		1			1			0		0		1		1		1			0	3	M3/C3
6	Vías urbanas secundarias de conexión a malla Básica. Bulevares Distribuidoras locales Calles			-1		1			1			0		1				0	1			0		3	M3/C3
				-1		1			1			0		0				0	1			0		2	M4/C4
7	Carreteras locales de áreas rurales Calles pacificadas. Vías Vecinales. Accesos urbanos a zonas residenciales y fincas				-2	1			1				-1	1			1		1			0		2	M4/C4
					-2	1			1				-1		0		1		1			0		1	M5/C5

T = Tipo de vía de circulación.
VELOCIDAD: MA = Muy alta; A = Alta; M = Media; B = Baja.
CALZADAS: U = Única; S = Separadas.
INTENSIDAD DE TRÁFICO: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.

COMPOSICIÓN DE TRÁFICO: MM= Mixto con alto porcentaje; Mx= Mixto; SM= solo motorizado
LUMINOSIDAD AMBIENTAL: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.
DENSIDAD DE NUDOS: A = Alta; M = Moderada.
TAREA DE CONDUCCIÓN: MD = Muy difícil; D = Difícil; F = Fácil.



NIVELES DE ILUMINACION

ITC-EA-02

Tabla 5- Evaluación de la suma de valores ponderados y clase de alumbrado P resultante

CLASIFICACIÓN DE VÍAS DE CIRCULACIÓN		VELOCIDAD		INTENSIDAD DE UTILIZACIÓN			COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO					LUMINOSIDAD AMBIENTAL			VEHÍCULOS APARCADOS		RECONOCIMIENTO FACIAL		SUMA VALORES PONDERADOS	CLASE DE ALUMBRADO
		B	MB	A	N	C	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	A	M	B	SI	NO	SI	NO	ΣV_w	P
A	Áreas de aparcamiento: En autopistas y autovías Aparcamientos en general Estaciones de autobuses		0	1			2							-1	1		2		5	P1
			0	1					1						-1	1		2		4
B	Zonas comerciales e históricas: Acceso restringido Uso prioritario de peatones		0	1			2				1					0		0	4	P2
			0	1			2				1			1				0	5	P1
C	Espacios peatonales de conexión: Vías peatonales, Aceras Paradas de autobús con zonas de espera	1		1							1			1				0	5	P1
		1			0						1			1				0	4	P2
D	Carriles bici: Zonas Urbanas con alta utilización Independientes a lo largo de la calzada o entre ciudades en área abierta Unión de zonas urbanas	1		1						0		0		1			2		5	P1
		1			0					0		0		1			2		4	P2
		1				-1				0		0		1			2		3	P3
E	Zonas de velocidad muy limitada: Caminos peatonales Espacios abiertos Parques y jardines	1			0				0			0				0	2		3	P3
		1				-1				0			0				0	2		2

T = tipo de vía de circulación.

VELOCIDAD: B = Baja; MB = Muy baja.

INTENSIDAD DE UTILIZACIÓN: A =Alta; N = Normal; C =Baja.

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO: (1)-Peatones, ciclistas y tráfico motorizado.; (2)-Peatones y tráfico motorizado.;

(3)-Solamente peatones y ciclistas; (4)-Únicamente peatones; (5)-Exclusivamente ciclistas.

LUMINOSIDAD AMBIENTAL: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.

	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

2.3 Niveles de iluminación de las diferentes clases de alumbrado

2.3.1 Clase de alumbrado M

En la tabla 6 se indican los niveles de iluminación dados por la luminancia media (L_m) de la superficie de la carretera, la uniformidad global (U_0) y la uniformidad longitudinal (U_l), además de la uniformidad (U_w), para condiciones de calzada húmeda.

Tabla 6 - Niveles de iluminación de las clases de alumbrado M

CLASE DE ALUMBRADO*	LUMINANCIA DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA PARA CONDICIÓN SECA Y HÚMEDA DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA			DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR	ALUMBRADO DE ALREDEDORES
	CONDICIONES SECAS			CONDICIONES SECAS	CONDICIONES SECAS
	L_m (referencia) ^(a) cd/m ²	U_0 (Mínima)	U_l (Mínima) ^(b)	f_{Ti} (Máxima) ^(c) %	R_{Ei} ^(d) (Mínima)
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,3
M6	0,3	0,35	0,4	20	0,3

* Los valores de luminancia fijados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los mismos por el coeficiente ($R = E/L$) del pavimento utilizado, tomándose un valor $R = 15 \text{ lx} \cdot \text{cd}^{-1} \cdot \text{m}^2$, cuando se desconozcan las características fotométricas del pavimento.

^(a) Los valores de la luminancia media (L_m) son niveles medios en servicio, con mantenimiento de la instalación de alumbrado, mientras que las uniformidades (U_0 y U_l) y el alumbrado de alrededores (R_{Ei}) son niveles mínimos, y el deslumbramiento perturbador (f_{Ti}) es un valor máximo.

^(b) La uniformidad longitudinal (U_l) proporciona una medida de la visibilidad del diseño repetido de manchas brillantes y oscuras en la superficie de la calzada, y como tal es solo relevante para condiciones visuales en secciones largas ininterrumpidas de carretera y, por tanto, se aplicará únicamente en tales circunstancias.

^(c) Los valores dispuestos en la columna (f_{Ti}) son los máximos admisibles para la clase de alumbrado específica. Sin embargo, pueden ser modificados de conformidad con los requisitos que se determinen.

^(d) Este criterio se debe aplicar solamente donde no hay áreas de tráfico con sus propios requisitos de alumbrado adyacentes a la calzada. Los valores de la columna se pueden modificar de manera que se asegure que se proporciona una iluminación adecuada de los alrededores. La anchura de las bandas adyacentes a la carretera será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, posible o 5 m de anchura.

En el caso de calzadas húmedas, la superficie refleja la luz de forma mucho más especular (dirigida) que difusa (misma luminancia en todas direcciones del espacio), y la uniformidad de las luminancias de la calzada queda atenuada afectando negativamente a la visibilidad de los obstáculos en la carretera. En estos supuestos, el cálculo de la uniformidad global de luminancias se realizará de acuerdo con el método señalado en la Publicación CIE nº 47, teniendo en cuenta las características fotométricas de los pavimentos normalizados al respecto (clase W).



NIVELES DE ILUMINACIÓN

ITC-EA-02

Las condiciones húmedas se tienen que aplicar en aquellas zonas geográficas en las que la intensidad y persistencia de la lluvia provoque que, durante una parte significativa de las horas nocturnas a lo largo del año (aproximadamente 120 días de lluvia anuales), la superficie de la calzada permanezca mojada. En ella se incluye un requisito adicional de uniformidad global con calzada húmeda para evitar la degradación de las prestaciones durante los periodos húmedos.

2.3.2 Clase de alumbrado C

En la tabla 7 se indican los niveles de iluminación para la clase alumbrado C. Los criterios de iluminación de esta clase de alumbrado están fundamentados en la iluminancia media horizontal (E_m) y en el valor mínimo de su uniformidad (U_0).

Para dichas zonas especiales se tendrá en cuenta, por orden de prelación, los siguientes criterios:

a) Criterio de luminancia

Si la zona especial es parte de una vía tipo 1, 2 o 3, se aplicarán los niveles basados en la luminancia de la superficie de la calzada de las clases de alumbrado M.

b) Criterio de iluminancia.

Si la zona especial es parte de una vía tipo 4, 5, 6 y 7 o cuando no sea posible aplicar el criterio de luminancia, debido a que la distancia de visión resulte inferior a 60 m o cuando no se pueda situar adecuadamente al observador dada la sinuosidad y complejidad de la zona especial de vial, se aplicará el criterio de iluminancia, con unos niveles de iluminación correspondientes a la clase de alumbrado C.

Cuando exista una zona especial del vial e independientemente del criterio de luminancia o de iluminancia aplicado, la clase de alumbrado que se establezca será un grado superior al de la vía a la que corresponde dicho espacio. Si confluyen varias vías en una zona especial, tal y como puede suceder en los cruces, la clase de alumbrado será un grado superior al de la vía de tráfico donde se sitúa dicha zona. Asimismo, si confluyen varias vías, la clase de alumbrado de la zona especial de vial será un grado superior al de la vía de tráfico que tenga la clase de alumbrado más elevada.

Tabla 7 - Valores para las clases de alumbrado C

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA HORIZONTAL	
	E_m (Referencia) lux	U_0 (Mínima)
C0	50,0	0,4
C1	30,0	0,4
C1A	25,0	0,4
C2	20,0	0,4
C3	15,0	0,4
C4	10,0	0,4
C5	7,5	0,4

Los valores de la tabla son valores en servicio con mantenimiento de las instalaciones de alumbrado.



	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

En el caso de zonas especiales situadas en tramos de vías no iluminadas, las clases de alumbrado de dichas zonas especiales se indica en la tabla 8.

Tabla 8 - Zonas especiales situadas en tramos de vías no iluminadas

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ESPECIAL DE LA VIA	CLASE DE ALUMBRADO
Cruces muy complejos con intensidad de tráfico elevado y alta complicación del trazado y campo visual.	C0
Cruces complejos. Glorietas y rotondas. Vías de tráfico rodado de gran anchura.	C0 – C1
Zonas de peaje. Áreas de estacionamiento.	C1 – C1A

2.3.3 Clase de Alumbrado P

En la Tabla 9, se indican los valores para la clase alumbrado P. Los criterios de iluminación de las clases de alumbrado P se basan en la iluminancia horizontal sobre el área de la superficie a iluminar, y se expresan por la iluminancia media (E_m) y la iluminancia mínima (E_{min}).

Tabla 9 - Valores para las clases de alumbrado P

CLASE DE ALUMBRADO	LUMINANCIA HORIZONTAL			REQUISITOS ADICIONALES SI SE NECESITA RECONOCIMIENTO FACIAL	
	E_m (Referencia) lux	E_{min} lux	f_{TI} (Máxima) %	E_v lux	E_{sc} lux
P1	15,0	3,0	20	5,0	5,0
P2	10,0	2,0	25	3,0	2,0
P3	7,5	1,5	25	2,5	1,5
P4	5,0	1,0	30	1,5	1,0
P5	3,0	0,6	30	1,0	0,6
P6	2,0	0,4	35	0,6	0,2

2.3.4 Clases de alumbrado adicionales a las clases de alumbrado P

Respecto a los niveles de iluminación adicionales a las clases de alumbrado P, se considerarán los niveles de iluminación correspondientes a las clases de alumbrado HS (iluminancia semiesférica), SC (iluminancia semicilíndrica) y EV (iluminancia en el plano vertical) que se indican en las tablas 10, 11 y 12, respectivamente.

Tabla 10 - Clases de alumbrado HS

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA SEMIESFÉRICA	
	E_{hs} (Referencia) lux	U_o (Mínima)
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestación no determinada	Prestación no determinada
Iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación de alumbrado.		



NIVELES DE ILUMINACIÓN

ITC-EA-02

Para la clase de alumbrado HS la iluminancia semiesférica corresponde a la medida en la calzada de la vía y tiene por finalidad la mejora del reconocimiento facial.

Tabla 11 - Clases de alumbrado SC

ILUMINANCIA SEMICILÍNDRICA	
CLASE DE ALUMBRADO	E_{sc} lux
SC1	10,0
SC2	7,5
SC3	5,0
SC4	3,0
SC5	2,0
SC6	1,5
SC7	1,0
SC8	0,75
SC9	0,5

Iluminancia en servicio con mantenimiento de la instalación.

Para la clase de alumbrado SC el valor de iluminancia semicilíndrica corresponde a la medida en un plano, a una altura de 1,5 m sobre la calzada de la vía y tiene la finalidad de aumentar el reconocimiento facial y la sensación de seguridad.

Tabla 12 - Clases de alumbrado EV

ILUMINANCIA VERTICAL	
CLASE DE ALUMBRADO	E_v lux
EV1	50,0
EV2	30,0
EV3	10,0
EV4	7,5
EV5	5,0
EV6	0,5

Para la clase de alumbrado EV el valor de iluminancia vertical corresponde a la medida en el punto de la superficie vertical que necesita ser vista.

2.3.5 Equivalencia entre las diferentes clases de alumbrado

En la tabla 13 se indican en la misma columna las diferentes clases de alumbrado que se consideran equivalentes por tener un nivel de iluminación similar.

Tabla 13 - Clases de alumbrado de nivel de iluminación equivalente

Clases de alumbrado de nivel de iluminación equivalente						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5
			P1	P2	P3	P4



	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Los valores correspondientes a las clases de alumbrado son equivalentes debido, entre otras razones, a que las clases de alumbrado M son niveles de luminancia, mientras que las clases de alumbrado C y P se refieren a niveles de iluminancia, no resultando exacta la relación entre la iluminancia y la luminancia ($R = E/L$), habiéndose adoptado un valor $R = 15 \text{ lx} \cdot \text{cd}^{-1} \cdot \text{m}^2$.

Para otros valores del coeficiente de reflexión del pavimento, véase el apartado 6 del Informe Técnico CEN/TR 13201-1.

3 ALUMBRADOS ESPECÍFICOS

Se consideran alumbrados específicos los que corresponden a pasarelas peatonales, pasos subterráneos peatonales, alumbrado adicional de pasos de peatones, parques y jardines, pasos a nivel de ferrocarril, fondos de saco, glorietas, túneles y pasos inferiores, aparcamientos de vehículos al aire libre, áreas de trabajo exteriores, alumbrado deportivo, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores.

Los requisitos fotométricos serán los especificados a continuación.

3.1 Alumbrado de Pasarelas Peadonales

La clase de alumbrado será C2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase C1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50% del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

Cuando la pasarela peatonal cruce vías férreas su alumbrado deberá responder a las condiciones de visibilidad impuesta por estos condicionantes.

3.2 Alumbrado de Pasos Subterráneos Peadonales

La clase de alumbrado será C1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a C0 y la misma uniformidad. Asimismo, en el supuesto de que la longitud del paso subterráneo peatonal así lo exija, deberá preverse un alumbrado diurno con un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

En este tipo de alumbrado la finalidad especial será evitar el efecto "agujero negro", proporcionando sensación de seguridad, por lo que se recomienda la iluminación de las superficies verticales para mejorar la identificación de las personas.

3.3 Alumbrado Adicional de Pasos de Peadones

El alumbrado adicional de los pasos de peatones que dispongan de iluminación, la iluminancia mínima en el plano vertical será de 40 lux, en el centro del paso de peatones y en un plano de 0,3m. hasta 1,5m. de altura y una limitación en el deslumbramiento G^*2 en la dirección de circulación de vehículos y G^*3 en la dirección del peatón (tabla 18). La clase de alumbrado será C1 en áreas comerciales e industriales y C1A en zonas residenciales.



	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

3.4 Alumbrado de Parques y Jardines

Los viales principales, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como caminos peatonales (tipo de vía E de la tabla 5).

3.5 Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril

El nivel de iluminación sobre la zona de cruce, comenzando a una distancia mínima de 40 m y finalizando 40 m después, será C2.

No obstante, si el paso a nivel se encuentra en un itinerario dotado de alumbrado, dicho paso deberá iluminarse con el mismo nivel que el itinerario al que pertenece.

3.6 Alumbrado de Fondos de Saco

El alumbrado de una calzada en fondo de saco se ejecutará de forma que se señalen con exactitud a los conductores los límites de la calzada. El nivel de iluminación será C2 y deberá procurarse que, tanto los bordillos de las aceras, como las isletas de tráfico resulten visibles, controlando estrictamente el deslumbramiento.

3.7 Alumbrado de Glorietas

El nivel de iluminación para glorietas será un nivel superior que el correspondiente al nivel de los accesos o entradas, incrementando la uniformidad media global (U0) hasta 0,5.

Además de la iluminación de la glorieta, el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos de 200 m en ambos sentidos.

Si la glorieta se encuentra en vías urbanas y existen varias carreteras que confluyen en ella, el nivel superior a seleccionar corresponderá a aquella calzada con mayor nivel de iluminación. Si la glorieta se encuentra en vías interurbanas y las carreteras que confluyen en ella no están iluminadas, las vías de acceso se iluminarán con los niveles de iluminación que dichas vías requieran según apartado 2.1.

3.8 Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores

En el dimensionamiento y cálculo de las instalaciones de alumbrado se considerarán los niveles de iluminación especificados en la Publicación CIE nº 88.

3.9 Aparcamientos de vehículos al aire libre

El alumbrado de aparcamientos al aire libre no superará los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado (C1A y P2) establecidos para el tipo de vía A, en la tabla 5 de esta ITC.



	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

3.10 Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores

Se considerarán los niveles de iluminación especificados en la norma UNE-EN 12464-2, teniendo en cuenta la Publicación CIE nº 129.

3.11 Alumbrado Deportivo

Los niveles de iluminación de los espacios deportivos no podrán superar los valores consignados en la norma UNE-EN-12193.

4 ALUMBRADO ORNAMENTAL

Se consideran alumbrados ornamentales los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes, etc., y otros así considerados por la Administración competente.

La iluminación artificial de la naturaleza, tales como espacios o elementos naturales, ríos, riberas, playas, litoral sin playa, árboles o frondosidades, entre otros, no se considerará con carácter general como alumbrado ornamental. No obstante, en caso excepcionales y previa autorización de la administración competente, podrán iluminarse espacios singulares con un régimen de funcionamiento definido y justificado.

Se utilizará, siempre que sea posible, iluminación por acento, minimizándose el uso de iluminación ornamental por inundación

Se garantizará la emisión de flujo luminoso desde arriba hacia abajo. En el caso de que lo anterior no sea posible, y siempre que sea técnicamente viable, se utilizaran dispositivos de apantallamiento que eviten el envío de luz fuera de la superficie a iluminar.

Los valores de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la tabla 14. Dichos valores corresponden a niveles del alumbrado ornamental por inundación. No se fijan valores de niveles de alumbrado para la iluminación ornamental por acento que puede ser realizada con cualquier tipo de fuente de luz y aparato de alumbrado.

NIVELES DE ILUMINACIÓN

ITC-EA-02

Tabla 14 - Niveles de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental por inundación

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) (1)			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN (2)			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. LED	S.A.P. S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra clara, mármol claro	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
- Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) azul – verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

(1) Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

(2) Coeficientes multiplicadores de corrección para lámparas de halogenuros metálicos (H.M.), LED's, de vapor de sodio a alta presión (S.A.P.) y a baja presión (S.B.P.), así como para el estado de limpieza de la superficie iluminada

Asimismo, se controlará el periodo de funcionamiento de este tipo de alumbrado, programando adecuadamente los ciclos en los que estarán funcionando las instalaciones de alumbrado ornamental.

Para determinar el nivel de luminancia sobre la fachada del edificio iluminado, debe tenerse en cuenta, entre otros factores, el factor de reflexión de los materiales que la constituyen. Los factores de reflexión difusa con luz blanca de algunos materiales, los establecidos en la Publicación CIE nº 150.

5 ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA

Es el correspondiente a la iluminación de fachadas y áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas y recreativas, etc. con fines de vigilancia y seguridad durante la noche.



NIVELES DE ILUMINACIÓN

ITC-EA-02

La tabla 15 incluye los valores de la iluminancia media vertical en fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión ρ de la fachada.

Tabla 15 - Niveles de iluminancia media en alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna

Factor de reflexión Fachada Edificio	iluminancia Media E_m (lux) (1)	
	Vertical en Fachada (2)	Horizontal en Inmediaciones
Muy clara $\rho=0,60$	1	1
Normal $\rho=0,30$	2	2
Oscura $\rho=0,15$	4	2
Muy oscura $\rho=0,075$	8	4

(1) Los niveles de la tabla son valores en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.
(2) La iluminancia media vertical solo se considerará hasta una altura de 4 m desde el suelo

En las áreas consideradas de riesgo elevado o alto, los valores de iluminancia media en la fachada e inmediaciones podrán aumentarse de forma justificada en el proyecto de la instalación. Para la obtención de los niveles anteriores se admitirá la instalación de un sistema de alumbrado de seguridad temporizado, activado por detectores de presencia.

6 ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS

Es el correspondiente a señales, carteles, anuncios luminosos, anuncios iluminados, alumbrado de escaparates, mobiliario urbano y edículos como marquesinas, etc. Se excluyen de este tipo todas las señales y anuncios de tráfico.

Los valores de máximos de luminancia (cd/m^2) para señales y anuncios luminosos e iluminados en función de la superficie (m^2), son los determinados en la tabla 16.

Tabla 16 - Niveles de luminancia máxima de señales y anuncios luminosos

Superficie (m^2)	Luminancia Máxima (cd/m^2)
$S \leq 0,5$	500
$0,5 < S \leq 2$	400
$2 < S \leq 10$	300
$S > 10$	200

En todo caso, se deberán cumplir los valores máximos de luminancia de rótulos y anuncios luminosos, establecidos para cada Zona E0, E1, E2, E3 y E4 en la tabla 4 de la ITC-EA-03.

Los rótulos y anuncios luminosos deben de disponer de sistemas de regulación de doble nivel flujo para horarios diurnos/nocturnos y sistemas de programación de horarios de funcionamiento.

	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

7 ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO

La potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/m^2), en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño, no sobrepasarán los valores establecidos en la tabla 17. No se establece límite de potencia instalada por unidad de superficie para alumbrados festivos y navideños cuya duración de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

Tabla 17 - Valores máximos de la potencia instalada en alumbrado festivo y navideño

Anchura de la calle entre fachadas	POTENCIA MÁXIMA INSTALADA			
	OTRAS FUENTES DE LUZ		LED	
	FUNCIONAMIENTO ANUAL		FUNCIONAMIENTO ANUAL	
	> 100 h y <200 h	>200 h	> 100 h y <200 h	>200 h
Hasta 10m	15 W/m^2	10 W/m^2	3 W/m^2	2 W/m^2
Entre 10m y 20m	12 W/m^2	8 W/m^2	2,4 W/m^2	1,6 W/m^2
Más de 20m	9 W/m^2	6 W/m^2	1,8 W/m^2	1,2 W/m^2

8 DESLUMBRAMIENTOS

9

9.1 Instalaciones de Alumbrado vial funcional

En las instalaciones de alumbrado vial funcional, el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral máximo (f_{TI}) en %, para cada clase de alumbrado será el establecido en la tabla 6 de esta ITC-EA-02.

Cuando se emplea el criterio de iluminancia, no es posible calcular el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral (f_{TI}) fijado en la tabla 6, dado que se precisa determinar la luminancia media de la calzada. En este caso, la evaluación de dicho deslumbramiento se llevará a cabo mediante la utilización de los niveles de la intensidad luminosa de las luminarias, establecidos en la tabla 17.

Como la evaluación del deslumbramiento perturbador o incremento umbral (f_{TI}) no es estrictamente realista si se basa únicamente en las características fotométricas de la luminaria, como se indica en la tabla 18 relativa a clasificación simple G^* basada en las intensidades luminosas de una sola luminaria, para el cálculo de (f_{TI}) para clases de alumbrado C y P, se deberá utilizar el método de cálculo establecido en el apartado 8.5 de norma UNE-EN-13201-3.

	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Tabla 18- Clases G de intensidad luminosa de las luminarias

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima ^a (cd/klm)			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G*1	-	200	50	Ninguno
G*2	-	150	30	Ninguno
G*3	-	100	20	Ninguno
G*4	500	100	10	Intensidad luminosa para $\gamma \geq 95^\circ$ ser cero ^b
G*5	350	100	10	
G*6	350	100	0 ^b	

^a En cualquier dirección que forme el ángulo especificado de la vertical descendente, con la luminaria instalada para su uso (con la inclinación de montaje especificada) direcciones por debajo de la horizontal de la salida de flujo de la luminaria.

^b Intensidades luminosas inferiores a 1 cd/klm, pueden ser consideradas como cero

9.2 Instalaciones de Alumbrado vial ambiental

La tabla 19 proporciona las clases D de índice de deslumbramiento que se utilizarán para satisfacer los requisitos apropiados del deslumbramiento molesto para las luminarias de ambiente con superficie luminosa difusora, instaladas a baja altura.

Tabla 19 - Clases D de índice de deslumbramiento

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

El índice de deslumbramiento de una instalación de alumbrado vial ambiental es:

$$D = I.A^{-0,5} \text{ cd/m}$$

dónde

I es el valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical.

A es el área aparente (m^2) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad (I).

Si en la dirección de la intensidad I, son visibles partes de la fuente luminosa, bien directamente o bien como imágenes, se aplicará la clase D0. En este caso se deberán utilizar fuentes luminosas de bajo brillo.

Para alumbrado de vías peatonales, las clases D de índice de deslumbramiento máximo en función de la altura h de montaje en metros de las luminarias, serán las indicadas en la tabla 20.

	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

Tabla 20 - Índice de deslumbramiento en función de la altura de montaje

Altura de Montaje	Clases D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

El área aparente A cuando se determina en una dirección horizontal puede ser suficientemente exacta.

Cuando en las condiciones de funcionamiento se encuentre disponible una tabla de distribución de la intensidad luminosa de la luminaria, la intensidad (I) puede obtenerse en dicha tabla.

9.3 Otras Instalaciones de Alumbrado

Para evaluar el deslumbramiento en la iluminación de recintos abiertos, grandes superficies, instalaciones deportivas, áreas de trabajo exteriores, aparcamientos y, en general, en la iluminación a gran altura, se utiliza el índice de deslumbramiento GR. El índice de deslumbramiento GR se define en la Publicación CIE n° 112.

Los límites de deslumbramiento en función del destino del alumbrado, para este tipo de instalaciones, son los establecidos en la tabla 21.

Tabla 21 - Límites del deslumbramiento en recintos abiertos y, en general en la iluminación a gran altura

Destino del alumbrado	Tipo de Actividad	GR _{máx}
A la vigilancia y seguridad	Riesgos bajos	55
	Riesgos medios	50
	Riesgos altos	45
Al movimiento y seguridad	Solamente peatones	55
	Tráfico lento	50
	Tráfico normal	45
Al trabajo	Basto	55
	Basto y medio	50
	Fino	45
Instalaciones deportivas	Entrenamiento	55
	Competición	50
Para tareas decisivas de visión en áreas de trabajo los valores de GR _{máx} serán 5 unidades por debajo de las establecidas		



	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
--	-------------------------------	-----------

10 NIVELES DE ILUMINACIÓN REDUCIDOS

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia, iluminancia y deslumbramiento establecidos en esta Instrucción ITC-EA-02.

En el caso de vías clasificadas como tipo 1, 2, 3, 4 y 5 en la tabla 4 así como zonas especiales de viales (enlaces, intersecciones, glorietas, zonas de incorporación de nuevos carriles, etc.), la reducción de los niveles de iluminación deberá permitir un nivel de seguridad que garantice una “probabilidad de visión” mínima no inferior al 50%. Teniendo en cuenta que la influencia del nivel de luminancia de la calzada (L_m), y de la uniformidad global (U_0) sobre la “probabilidad de visión” no es lineal y que por debajo de un cierto límite la “probabilidad de visión” cae bruscamente y prácticamente desaparece, los niveles de iluminación para estas vías no serán inferiores a los correspondientes a la clase de alumbrado M4, de la Tabla 6



REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

Instrucción Técnica Complementaria – ITC-EA-03

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ÍNDICE

1	GENERALIDADES	22
2	AMBITO DE APLICACIÓN	23
3	ZONAS DE PROTECCIÓN A LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	23
4	LIMITACIONES DE LAS EMISIONES LUMINOSAS	25
4.1	Limitación del resplandor luminoso al cielo.....	25
4.2	Limitación de la luz intrusa o molesta	27
4.2.1	Limitación de la iluminación sobre los edificios habitados próximos	27
4.2.2	Limitación de la intensidad luminosa de las luminarias en el campo de visión.....	27
4.2.3	Limitación de los efectos sobre los usuarios de las vías de circulación y sistemas de transporte.....	28
4.2.4	Limitación de los efectos de superficies iluminadas de edificios y las señales y anuncios luminosos	29
5	FUENTES LUMINOSAS	30
6	LUMINARIAS	30
7	HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	30



REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

1. GENERALIDADES

En la presente instrucción se establecen unos procedimientos para la evaluación del impacto medioambiental de las instalaciones de alumbrado exterior y proporciona unos valores límites que deben tenerse en cuenta para los parámetros fotométricos más relevantes de iluminación dentro de unos niveles tolerables. Como los efectos más molestos del alumbrado exterior se pueden controlar inicialmente mediante un diseño apropiado, los valores límites serán de aplicación en nuevas instalaciones a las que se les aplique este reglamento. No obstante, puede tomarse como base para aplicar algunas medidas de corrección en instalaciones ya existentes.

Tanto los procedimientos como los valores límite se refieren específicamente a los efectos potencialmente adversos de la iluminación exterior sobre vecindades cercanas (ej. edificios tales como casas, hoteles, hospitales), usuarios de calzadas adyacentes (ej. conductores de vehículos, peatones, ciclistas), sistemas de iluminación y señalización turísticos y de transporte (ej., aéreo, marino, ferroviario) y en las observaciones astronómicas.

Los efectos de iluminación en entornos naturales son difíciles de cuantificar cuando existe campo, montañas, bosques, ríos, lagos o costas, etc., próximos a una instalación de alumbrado y, dependiendo de la temporada, existe la posibilidad de que la iluminación tenga un efecto negativo en insectos, plantas y animales dentro de la zona.

Para el diseño de una instalación de alumbrado exterior, se deben tener en cuenta los posibles efectos molestos del alumbrado en el lugar donde se ubique la instalación, incluyendo sus áreas circundantes, así como los parámetros de iluminación asociados a ella. Para ello, se considerarán los siguientes aspectos:

- Propósitos y potenciales efectos de la instalación de alumbrado exterior
- Efectos ambientales totales del proyecto
- Influencia de las áreas circundantes en la nueva instalación de alumbrado
- Efectos en los residentes, en los usuarios de las redes de transporte (vías de circulación rodada o peatonal), en los observadores de la señalización decorativa (ciudadanos)
- Efectos sobre las observaciones astronómicas

En la Publicación CIE nº 150 se recogen los aspectos anteriores más relevantes que deben tenerse en cuenta en la realización del proyecto, junto con los valores límites y las formas de cálculo de los diferentes parámetros fotométricos y que están descritos en el apartado 3 de esta ITC-EA-03.

Asimismo, la contaminación lumínica la produce también, entre otras cosas, la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión existentes en la atmósfera y también depende de las condiciones meteorológicas y atmosféricas existentes, tales como humedad, nubosidad, niebla, presencia de aerosoles, grado de contaminación atmosférica, etc., que junto con los obstáculos (construcciones), la orografía del terreno, la vegetación, las diferentes reflectancias de los objetos iluminados, hacen que el cálculo del resplandor luminoso al cielo constituya una aproximación muy próxima a la contaminación lumínica medioambiental completa.



	REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	ITC-EA-03
--	---	-----------

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Están afectadas por esta ITC las instalaciones de iluminación exterior de los espacios públicos y privados destinadas a facilitar la movilidad, la seguridad y el ocio de las personas en zonas urbanas, edificaciones y monumentos de interés cultural, parques y jardines, carreteras, espacios deportivos al aire libre, instalaciones de luz temporales, instalaciones de iluminación destinadas a garantizar la seguridad en zonas específicas, y bajo los siguientes criterios:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no superarán los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- Los factores de utilización y mantenimiento de la instalación serán lo más elevados posibles y, en todo caso, satisfarán los valores mínimos fijados en las ITC-EA-04 e ITC-EA-06.

Quedan excluidas del ámbito de aplicación las instalaciones de señalización dispuestas para la ordenación y la seguridad viaria en todas sus modalidades y los sistemas de alumbrado o señalización de los vehículos.

3. ZONAS DE PROTECCIÓN A LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Las emisiones de luz artificial de las instalaciones de iluminación al aire libre y la iluminación interior que acceda al aire libre estarán diseñadas para prevenir, limitar y reducir la contaminación lumínica, la perturbación excesiva a las personas, la vida silvestre, la flora o los ecosistemas, y en la prevención de la observación del cielo nocturno.

En la Tabla 1 se clasifican las diferentes zonas ambientales en función de su protección contra la contaminación lumínica, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

Tabla 1-Clasificación de zonas de protección contra la contaminación lumínica

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E0	ÁREAS INTRÍNSECAMENTE OSCURAS: Observatorios astronómicos mayores de categoría internacional. Otras zonas de protección especial sobre la contaminación lumínica declaradas por la administración competente en materias de medio ambiente.
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Zonas rurales relativamente deshabitadas, donde las carreteras están sin iluminar, y espacios naturales protegidos y que no pueden ser consideradas como E0.
E2	ÁREAS DE BAJA ILUMINACIÓN: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales escasamente habitadas y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas y que no pueden ser consideradas como E0 ni E1.
E3	ÁREAS DE ILUMINACIÓN MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas y no se pueden considerar E0, E1, E2 o E4.
E4	ÁREAS DE ILUMINACIÓN ALTA: Espacios urbanos céntricos y de elevada actividad comercial, que requieren condiciones lumínicas específicas.

Las limitaciones establecidas para las zonas E0 y E1 deben aplicarse, siempre que sea posible, a todas las localizaciones dentro de un radio de 100 km de un observatorio astronómico mayor de categoría internacional.

Debido al desarrollo urbano, las limitaciones determinadas para la zona E2 cuando resulte factible, deberían ser seguidas por las localizaciones dentro de un radio de 30 km de un observatorio astronómico urbano y entre 100 y 300 km de un observatorio astronómico mayor de categoría internacional.

4. 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.

Las instalaciones de iluminación exterior no iluminarán directamente vías fluviales, masas de agua, lagos, estanques, ni el dominio público marítimo, excepto en el caso de requisitos de trabajo en actividades portuarias y salvo por razones de seguridad en las zonas de tráfico y estacionamiento a lo largo de muelles. Quedan excluidas las instalaciones comerciales y pesqueras portuarias o de operaciones industriales, incluidas la parte de agua inmediatamente adyacente a las instalaciones.

4.1 Limitación del resplandor luminoso al cielo

El resplandor luminoso al cielo afecta a las observaciones astronómicas y está compuesto fundamentalmente por la emisión directa de luz por las luminarias por encima de la horizontal y por la luz reflejada ascendente desde las superficies iluminadas y suelos adyacentes.

Para controlar el resplandor luminoso al cielo, el método más simple es limitar la relación de luz ascendente (ULR) o flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}), que es un parámetro de la luminaria definido por su ángulo de montaje en la instalación real de la luminaria. Sin embargo, la relación de flujo ascendente (UFR), tiene en cuenta, además de la luz ascendente emitida por las luminarias, el flujo emitido por la instalación de alumbrado completa y la luz reflejada procedente del suelo iluminado.

Se define como relación de luz ascendente (ULR), la proporción del flujo luminoso de una luminaria o instalación que es emitido, en y por encima de la horizontal, cuando la(s) luminaria(s) está(n) montada(s) en su(s) posición(es) de instalación.

En la Tabla 3 se especifican los valores máximos de la relación de luz ascendente (ULR) de las luminarias, sin tener en consideración el efecto de la luz reflejada en el suelo y alrededores y que también contribuyen al resplandor luminoso al cielo.

Tabla 2 – Valores máximos de la relación de luz ascendente (ULR) o flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}) de las luminarias

Parámetro fotométrico Relación de luz ascendente ULR o FHS_{inst} (%)	Zona de protección				
	E0	E1	E2	E3	E4
	0,1	0,1	2,5	5	15

Con objeto de tener en cuenta tanto los componentes de luz emitidos de forma directa por las luminarias como los reflejados en el suelo de la instalación de alumbrado completa, en la Tabla 4 se especifican los valores máximos de la relación de flujo ascendente (UFR) de la instalación de alumbrado completa, que esté formada por cuatro o más luminarias.

Se define como Relación de flujo ascendente (UFR), el cociente del flujo luminoso sobre la horizontal resultante de todas las luminarias directamente, el reflejado desde el área de la superficie iluminada intencionadamente, junto con el reflejado desde las áreas de las superficies circundantes iluminadas involuntariamente debido a la luz derramada, y el flujo luminoso sobre la horizontal en la hipotética situación

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

ideal donde las luminarias no tienen luz directa radiada sobre la horizontal, y todas sus luces se concentran sólo en el área de la superficie iluminada intencionadamente teniendo ese área exactamente el nivel de iluminación requerido.

Tabla 3 – Valores máximos de la relación de flujo ascendente (UFR) de la instalación

Parámetro fotométrico	Tipo de instalación	Zona de protección				
		E0	E1	E2	E3	E4
Relación de luz ascendente ULR o FHS _{inst} (%)	Alumbrado Vial Funcional	n.a.	2	5	8	12
	Alumbrado de Servicios ¹	n.a.	n.a.	6	12	35
	Alumbrado Deportivo	n.a.	n.a.	2	6	15

¹ El alumbrado de servicios incluye el alumbrado vial ambiental, el alumbrado específico, excepto el deportivo, el alumbrado ornamental, el alumbrado de vigilancia y seguridad nocturna y el alumbrado de señales y anuncios luminosos

Para la determinación de la relación de flujo ascendente (UFR) es necesario contar con la contribución del flujo luminoso por encima del horizonte procedente directamente de las luminarias, el reflejado desde la superficie iluminada intencionadamente y el reflejado por las superficies circundantes que se encuentran iluminadas de forma no intencionada por la luz derramada fuera de la superficie que se quiere iluminar.

La relación de flujo ascendente (UFR) depende los siguientes parámetros:

- La geometría y los ángulos de montaje α de las luminarias de la instalación
- La distribución de luz de las luminarias, dada por los siguientes parámetros:
 - relación de salida de luz ascendente ($ULOR_{\alpha}$), definida como la proporción del flujo luminoso total de todas las lámparas consideradas en una luminaria o instalación de alumbrado que es emitido sobre el plano horizontal que pasa a través de las luminarias en su posición de instalación, que está determinada por el ángulo de inclinación (α) de montaje de la luminaria.
 - relación de salida de luz descendente ($DLOR_{\alpha}$), definida como la proporción del flujo luminoso total de todas las lámparas consideradas en una luminaria o instalación de alumbrado que es emitido por debajo del plano horizontal que pasa a través de las luminarias en su posición de instalación, que está determinada por el ángulo de inclinación (α) de montaje de la luminaria.
- La reflectancia de la superficie iluminada intencionadamente, ρ_1
- La reflectancia de las superficies circundantes, ρ_2
- La iluminancia media mantenida de la superficie iluminada intencionadamente, E_m
- La iluminancia media inicial real proyectada para la instalación de alumbrado, E_i
- El factor de utilización de la luminaria, f_u

Se calcula por la siguiente expresión:

$$UFR = \frac{E_i}{E_m} \left[1 + \frac{ULOR_{\alpha}}{\rho_1 \cdot f_u} + \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{DLOR_{\alpha} - f_u}{f_u} \right) \right]$$

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

En la expresión anterior la relación de iluminancias medias (E_i/E_m) puede sustituirse por la relación de luminancias medias (L_i/L_m) cuando los requisitos de iluminación de las superficies iluminadas intencionadamente estén dados como valores de luminancia.

4.2 Limitación de la luz intrusa o molesta

Con objeto de minimizar los efectos negativos de la luz intrusa o molesta procedente de las instalaciones de alumbrado exterior sobre los residentes de edificios próximos, los ciudadanos, visitantes o turistas observadores de la iluminación ornamental y señalización decorativa y los usuarios de sistemas de transporte (conductores, ciclistas y peatones), las instalaciones de alumbrado exterior, a excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan las limitaciones establecidas en la tabla 4 en función de las zonas E0, E1, E2, E3 y E4 donde se ubique la instalación de alumbrado exterior.

4.2.1 Limitación de la iluminación sobre los edificios habitados próximos

Se limitará la iluminancia vertical (E_v) en la superficie de los paramentos de los edificios de uso residencial, especialmente en las ventanas de dormitorios o análogos. Los valores máximos incluyen la contribución de todas las instalaciones de alumbrado.

En la aplicación de los límites se incluyen dos valores que contemplan el horario de alumbrado normal y el de alumbrado reducido, cuando estén prescritos horarios diferentes a partir de una determinada hora límite.

Tabla 4 – Valores máximos de la iluminancia vertical sobre los edificios habitados próximos

Parámetro fotométrico	Condiciones de aplicación	Zona de protección				
		E0	E1	E2	E3	E4
Iluminancia en plano vertical, E_v (lux)	Alumbrado normal	n.a.	2	5	10	25
	Alumbrado reducido	n.a.	< 0,1 ¹	1	2	3

¹ Si la instalación es de alumbrado vial funcional (carreteras) este valor puede llegar hasta 1 lux.

4.2.2 Limitación de la intensidad luminosa de las luminarias en el campo de visión

Se limitará la Intensidad luminosa (I) de las luminarias en la dirección potencial de observación normal, cuya visión directa puede provocar molestias, distracción o incomodidad.

En la Tabla 5 se especifican los valores máximos de la intensidad luminosa de las luminarias en las direcciones dadas, donde la visión de las superficies brillantes de las luminarias puede provocar molestias y donde dicha visión es susceptible de que sea mantenida, es decir, no es aplicable para visiones momentáneas o de corta duración. Los valores máximos vienen especificados en función de la distancia de visión, d .

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

Tabla 5 – Valores máximos para la intensidad luminosa de las luminarias en direcciones determinadas

Parámetro fotométrico	Condiciones de aplicación	Grupo de luminarias (área proyectada A_p en m^2)				
		$0 < A_p \leq 0,002$	$0,002 < A_p \leq 0,01$	$0,01 < A_p \leq 0,03$	$0,03 < A_p \leq 0,13$	$0,13 < A_p \leq 0,50$
Intensidad luminosa máxima emitida por la luminaria I (cd)	Zona E0					
	Alumbrado inicial	0	0	0	0	0
	Alumbrado reducido	0	0	0	0	0
	Zona E1					
	Alumbrado inicial	0,29·d	0,63·d	1,3·d	2,5·d	5,1·d
	Alumbrado reducido	0	0	0	0	0
	Zona E2					
	Alumbrado inicial	0,57·d	1,3·d	2,5·d	5,0·d	10·d
	Alumbrado reducido	0,29·d	0,63·d	1,3·d	2,5·d	5,1·d
	Zona E3					
	Alumbrado inicial	0,86·d	1,9·d	3,8·d	7,5·d	15·d
	Alumbrado reducido	0,29·d	0,63·d	1,3·d	2,5·d	5,1·d
Zona E4						
Alumbrado inicial	1,4·d	3,1·d	6,3·d	13·d	26·d	
Alumbrado reducido	0,29·d	1,63·d	1,3·d	2,5·d	5,1·d	

A_p es el área proyectada de la parte luminosa de la luminaria en dirección al observador
 d es la distancia entre el observador y la fuente de deslumbramiento, en metros.

4.2.3 Limitación de los efectos sobre los usuarios de las vías de circulación y sistemas de transporte

Con objeto de limitar la capacidad de ver información de los usuarios (otros conductores, ciclistas o peatones) de los sistemas de transporte (vías de circulación rodada o peatonal), se limitará la luminancia de velo (L_V) y deslumbramiento perturbador (f_{T1}) en las vías de circulación, en función de su nivel de alumbrado.

En la Tabla 6 se especifican los valores máximos de la luminancia de velo y del deslumbramiento perturbador, como valor del incremento de umbral f_{T1} , de las instalaciones de alumbrado fuera de la carretera o calzada.

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

Tabla 6 – Valores máximos de la luminancia de velo y del deslumbramiento perturbador en las instalaciones de alumbrado fuera de las calzadas

Parámetro fotométrico	Clase de alumbrado especificada para la calzada			
	Sin alumbrado	M6 / M5	M4 / M3	M2 / M1
Luminancia de velo (L_v)	0,037 cd/m ²	0,23 cd/m ²	0,40 cd/m ²	0,84 cd/m ²
Incremento de umbral f_{TI}	$f_{TI}=15\%$ para adaptación a $L = 0,1$ cd/m ²	$f_{TI}=15\%$ para adaptación a $L = 1$ cd/m ²	$f_{TI}=15\%$ para adaptación a $L = 2$ cd/m ²	$f_{TI}=15\%$ para adaptación a $L = 5$ cd/m ²

4.2.4 Limitación de los efectos de superficies iluminadas de edificios y las señales y anuncios luminosos

Se limitará la luminancia de las fachadas iluminadas (L_b) y la luminancia de las señales y anuncios luminosos (L_s)

Para el cálculo de la luminancia de las fachadas y de las señales y anuncios luminosos iluminados exteriormente, donde el parámetro de diseño es la iluminancia sobre la superficie, se utilizará en valor de la iluminancia media de diseño (E) por la reflectancia media de la superficie (ρ) y dividido por π . Cuando las señales, anuncios o rótulos luminosos estén iluminados internamente (autoiluminados), se utilizará la luminancia media de la superficie luminosa.

Tabla 7 – Valores máximos de la luminancia de las superficies iluminadas de las fachadas y las señales y anuncios luminosos

Parámetro fotométrico	Condiciones de aplicación	Zona de protección				
		E0	E1	E2	E3	E4
Luminancia de las fachadas L_b (cd/m ²)	Tomada como el producto de la iluminancia media de diseño y la reflectancia, dividido por π	< 0,1	< 0,1	5	10	25
Luminancia de las señales y anuncios luminosos L_s (cd/m ²)	Tomada como el producto de la iluminancia media de diseño y la reflectancia, dividido por π , o para el caso de señales y anuncios autoiluminados, su luminancia media	0,1	50	400	800	1000

- Los valores de luminancia de las señales o anuncios luminosos se aplican tanto para el alumbrado inicial como el reducido, excepto en las zonas de protección E0 y E1 que los valores deberán ser cero en el alumbrado reducido.
- Los valores para señales y anuncios luminosos no se aplicarán a las señales de control de tráfico.



REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ITC-EA-03

5. FUENTES LUMINOSAS

En las zonas E0 y E1 se utilizarán fuentes de luz de color ámbar. Cuando no resulte posible usar dichas fuentes luminosas la temperatura de color de la iluminación del sitio no puede superar los 3000 K y se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

Para el resto de las zonas se emplearán fuentes luminosas con las características espectrales adecuadas al uso previsto, limitando en lo posible la longitud de onda corta (azules).

A tales efectos, se adoptará temperaturas de color entre 2200 K y 3000 K para luminarias ambientales y máximo de 3000 K para luminarias funcionales, y en las zonas E3 y E4 el índice de reproducción cromática (IRC) será como mínimo de 70.

La señalización/iluminación, en su caso, de carreteras y autopistas se efectuará con sistemas de balizamiento reflectante, o mediante farolas equipadas con lámparas cuya temperatura de color no supere los 3000 K.

No se permite la utilización de fuentes luminosas que superen la temperatura de color de 3000 K salvo para circunstancias especiales que deberán ser justificadas, como pueden ser los eventos deportivos u otros espectáculos que deban retransmitirse en televisión

Actualmente está en estudio la aplicación del sistema de índices espectrales (Índice G, C_{L500-v} , C_{z-v} , etc.), verificándose con cierta aproximación que cuanto mayor sea la temperatura de color de la fuente luminosa, más cantidad de luz azul se estará emitiendo, por lo que en algunas aplicaciones específicas puede ser necesario adoptar limitaciones de temperaturas de color inferiores a 3000 K para las fuentes luminosas.

6. LUMINARIAS

Para las zonas de protección E0 y E1 y en general para las grandes áreas en los alrededores de observatorios astronómicos, como medida complementaria a las limitaciones dispuestas en las tablas 4 y 5, se restringirá la luz emitida por las luminarias justo sobre la horizontal, en la banda entre 90° y 110°, de forma que las intensidades máximas serán las siguientes:

Banda comprendida entre 90° y 100°	$I < 0,5 \text{ cd/ } 1000 \text{ lm}$
Banda comprendida entre 100° y 110°	$I = 0 \text{ cd}$

A efectos prácticos se considera que una luminaria cumple el requisito $I = 0 \text{ cd}$, si no emite luz en o sobre el plano imaginario tangente al punto más bajo del hueco de salida de luz. La fuente luminosa, sistema óptico y sus cierres de protección se encontrarán por encima de dicho plano.

7. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO

Las instalaciones de iluminación de fachadas de edificios, monumentos o infraestructuras con motivos estéticos, comerciales u ornamentales y de rótulos luminosos comerciales se apagarán, a más tardar, a la 01:00 h.



	REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	ITC-EA-03
--	---	-----------

Las luces de los escaparates de las tiendas comerciales y de exposiciones y los anuncios luminosos se apagarán 1 hora después del cese de la actividad o, a más tardar, a la 01:00 h.

Las instalaciones de iluminación de los parques y jardines se apagarán, a más tardar, 1 hora después del cierre.

El horario de encendido de las instalaciones deportivas se adecuará a los horarios de las actividades deportivas.

El alumbrado festivo y navideño se mantendrá apagado a más tardar, a la 01:00 h., excepto en las vísperas de días festivos y en los días específicos establecidos por cada ayuntamiento.

Las entidades locales, los ayuntamientos o la autoridad competente en la materia, podrá realizar adaptaciones de más restrictivas, así mismo, podrá autorizar un horario distinto de funcionamiento del alumbrado en atención a eventos excepcionales de carácter local y siempre a partir de los criterios de prevención de la contaminación lumínica y ahorro energético marcados en esta norma.

Los horarios de entrada en funcionamiento de los sistemas de regulación de flujo de las instalaciones de iluminación serán, a más tardar, los siguientes:

- Invierno: entrarán en funcionamiento a las 23:00 h hasta la hora de apagado.
- Verano: entrarán en funcionamiento a las 00:00 h hasta la hora de apagado.

Los sistemas de regulación de flujo reducirán los niveles de iluminación como mínimo el 50% del valor del flujo emitido en condiciones de proyecto. Esta reducción podrá aminorarse en aquellas zonas o vías cuya intensidad de tráfico de personas o vehículos justifique su modificación.

La regulación de flujo tendrá un límite del 20% del valor de flujo normal y sólo se justificará el apagado total para zonas de poca o nula actividad nocturna siempre y cuando se vuelva a activar automáticamente su encendido por el tránsito de personas y vehículos.

El horario de entrada en funcionamiento de los sistemas de regulación de flujo de los anuncios luminosos será por regulación fotométrica.



	COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-04
--	---	-----------

Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA – 04

COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1	GENERALIDADES	2
2	FUENTES LUMINOSAS Y SUS MECANISMOS DE CONTROL.....	2
3	LUMINARIAS.....	2
3.1	Requisitos fotométricos de las luminarias y proyectores	3
3.2	Requisitos específicos de los proyectores.....	3
4	SOPORTES.....	4
5	SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN	4
5.1	Control y accionamiento en Instalaciones de Alumbrado Exterior	5
5.2	Regulación del Nivel Luminoso en Instalaciones de Alumbrado Exterior	5
5.3	Telegestión.....	5



	COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-04
--	---	-----------

1. GENERALIDADES

Esta ITC-EA-04 establece los requisitos que han de cumplir los componentes y sistemas que constituyen una instalación de alumbrado exterior relacionados con los aspectos de iluminación de este Reglamento, y regula ciertas condiciones específicas de instalación de los mismos.

Del mismo modo, las fuentes de luz y las luminarias cumplirán los requisitos establecidos en el Real Decreto 2019/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, así como lo establecido en el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

2. FUENTES LUMINOSAS Y SUS MECANISMOS DE CONTROL

La Directiva 2009/125/CE establece el marco de requisitos de diseño ecológico aplicables a la puesta en el mercado de ciertos componentes de una instalación de alumbrado exterior.

Dichos requisitos de diseño ecológico comprenden las prescripciones de eficiencia energética, los funcionales y los requerimientos de información de las fuentes luminosas y los mecanismos de control independientes introducidos en el mercado, con su correspondiente documentación técnica.

Las fuentes de luz y los mecanismos de control independientes incorporados en las instalaciones de alumbrado exterior serán conformes a los requisitos correspondientes establecidos en el Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019.

3. LUMINARIAS

Las luminarias utilizadas en las instalaciones de alumbrado exterior deberán disponer, como mínimo, de los siguientes datos fotométricos, que deberán estar justificados por un ensayo realizado conforme a las normas de la serie UNE-EN 13032, por un laboratorio acreditado según UNE-EN ISO 17025, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, y sus modificaciones, por organismo nacional de acreditación designado por el Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre.

- Matriz de intensidades de la luminaria para las distintas distribuciones fotométricas.
- Curvas fotométricas de la luminaria.
- Diagrama del factor de utilización.
- Flujo luminoso total emitido por la luminaria.
- Flujo hemisférico superior.
- Parámetros colorimétricos (temperatura de color, índice de reproducción cromática y uniformidad de color).
- Eficacia luminosa de la luminaria (lm/W).

COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

ITC-EA-04

3.1. Requisitos fotométricos de las luminarias y proyectores

Las luminarias para lámparas de descarga incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de alumbrado excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos de la tabla 1 respecto a los valores de rendimiento de la luminaria (η) y factor de utilización (f_u).

Las luminarias que incorporen fuentes luminosas tipo LED, excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos de la tabla 1, respecto a los valores de factor de utilización y de eficacia luminosa, según la temperatura de color o tipo de LED utilizado.

Las luminarias LED se equiparán con mecanismos de control de potencia próxima a la potencia nominal de la fuente luminosa, de forma que la eficiencia energética del mecanismo de control no disminuya más del 95 % del valor de eficiencia energética del mecanismo de control a plena carga.

Tabla 1.- Características de las luminarias y proyectores

PARÁMETROS		ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
		Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento		$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de utilización		(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$
Eficacia luminosa de la luminaria	LED neutro 4000K	110		80	
	LED cálido 3000K	100		70	
	LED cálido 2700K	90		65	
	LED cálido 2200K	85		60	
	LED PC AMBAR (phosphor-converted)	70		55	
	LED ÁMBAR PURO (monocromático)	40		35	
(1) A excepción de alumbrado festivo, navideño y ornamental. (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.					

3.2. Requisitos específicos de los proyectores

Cuando se utilicen proyectores para la iluminación de superficies horizontales de viales, áreas de trabajo, alumbrado deportivo, etc., y con el fin de lograr una elevada eficiencia energética, reducir la contaminación lumínica y evitar el deslumbramiento, deberán cumplirse, los siguientes aspectos:

- a) Se emplearán preferentemente proyectores del tipo asimétrico o que dispongan del apantallamiento preciso, con objeto de controlar la luz emitida hacia el hemisferio superior.
- b) El ángulo de inclinación en el emplazamiento, que corresponde al valor de $I_{m\acute{a}x}/2$ situado por encima de la intensidad máxima ($I_{m\acute{a}x}$) emitida por el proyector, será inferior a 70° respecto a la vertical. No obstante, en todo caso, el ángulo de inclinación correspondiente a la intensidad máxima ($I_{m\acute{a}x}$) será inferior o igual a 70° respecto a la vertical.



	COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-04
--	---	-----------

- c) La intensidad luminosa emitida por el proyector en ángulos superiores a 85° respecto a la vertical, se limitará a 50 cd/klm, como máximo.

En la iluminación de superficies verticales, por ejemplo, la ornamental de fachadas y monumentos, deberán cumplirse los siguientes aspectos:

- a) Con objeto de controlar la luz, se emplearán preferentemente proyectores del tipo asimétrico o que dispongan del apantallamiento preciso.
- b) La iluminación deberá realizarse en sentido descendente, es decir, de arriba hacia abajo.
- c) Cuando esto resulte imposible, se asegurará que la línea de intensidad máxima del proyector no sobrepase la horizontal en más de 30° , y si ello no resulta factible deberá justificarse la solución adoptada.
- d) El flujo luminoso emitido por el proyector se ajustará a la superficie a iluminar y, en todo caso, no se proyectará fuera de la referida superficie una intensidad luminosa superior a 50 cd/klm.

4. SOPORTES

Los soportes de las luminarias utilizados en las instalaciones de alumbrado exterior, así como su implantación, altura e interdistancia, deberán ser adecuados para contribuir a proporcionar los niveles de iluminación y eficiencia energética definidos en las ITC-EA-01 y ITC-EA-02.

Cuando se lleven a cabo reformas o adecuaciones en las instalaciones de alumbrado exterior, variando el tipo de fuente luminosa o la luminaria, sin modificar la implantación, altura e interdistancia de los soportes existentes, será necesario asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en la ITC-EA-01 e ITC-EA-02 salvo que, por la propia geometría de la vía, sea imposible cumplir con los niveles de uniformidad, en cuyo caso el proyectista estudiará diferentes alternativas, seleccionando la que más se aproxime a los valores de referencia, siempre que no difieran en más de un 25 % de los valores establecidos en las ITC-EA-01 y 02.

5. SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Los sistemas de control y regulación son los que garantizan el régimen de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior mediante el encendido y apagado de las instalaciones de alumbrado exterior, así como la regulación del nivel de iluminación de las mismas.

También podrán aplicarse sistema de telegestión centralizada como sistemas de control y regulación del nivel luminoso, que permitirán una implantación progresiva de medidas encaminadas a una gestión inteligente del alumbrado exterior, obteniendo mayores ahorros energéticos y un mejor servicio al ciudadano.



	COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-04
--	---	-----------

5.1. Control y accionamiento en Instalaciones de Alumbrado Exterior

El control de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos como, por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos, sistemas de encendido centralizado, sistemas de telegestión o cualquiera que proporcione las prestaciones requeridas.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia superior a 5 kW con lámparas de descarga o superior a 800 W con LED, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico, sistema de encendido centralizado o telegestión, mientras que en aquellas con una potencia inferior o igual a 5 kW con lámparas de descarga o inferior o igual a 800 W con LED, también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

5.2. Regulación del Nivel Luminoso en Instalaciones de Alumbrado Exterior

Con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso.

Las instalaciones de alumbrado exterior dispondrán de sistemas de regulación de los niveles de iluminación con el objetivo de poder adecuarlos a la clasificación que corresponda a la vía o al espacio, en cada franja horaria y manteniendo la uniformidad de dichos niveles de iluminación.

Se asegurará que el sistema de regulación de los niveles de iluminación adoptados es compatible con el tipo de fuente luminosa utilizada y podrá ser de uno de los tipos siguientes:

- a) Regulación continua del flujo emitido por la luminaria
- b) Regulación escalonada del flujo emitido por la luminaria. En este caso deberá incorporar al menos cuatro niveles predefinidos
- c) Sistema de control autónomo programado previamente o a través de dispositivos remotos. Este sistema puede ser realizado mediante accionamiento del cuadro de mando o punto de luz a punto de luz.

5.3. Telegestión

Se entenderá por sistema de telegestión el conjunto de elementos que engloban los dispositivos o infraestructuras necesarias para hacer una gestión a distancia de cualquier instalación de alumbrado exterior.

De acuerdo con la norma UNE 178401, "Ciudades inteligentes - Alumbrado exterior: Grados de funcionalidad, zonificación y arquitectura de gestión", los grados de funcionalidad del alumbrado exterior son los siguientes:

- Grado 1. Alumbrado con sistema de accionamiento:
 - Alumbrado con reloj astronómico.



	COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-04
--	---	-----------

- Alumbrado con sistema de telemando o telegestión.

- Grado 2. Alumbrado con sistema de ahorro energético:
 - Alumbrado con reguladores o estabilizadores de flujo.
 - Alumbrado con sistema de ahorro por punto de luz.

- Grado 3. Alumbrado con control total:
 - Alumbrado con control integral del Centro de Mando.
 - Alumbrado de telegestión del punto de luz.

Para la selección de un sistema de telegestión se contemplarán, entre otros, la funcionalidad, la transmisión de datos en tiempo real, la afinidad entre los sistemas hardware y software y los protocolos de comunicación.

Los sistemas inteligentes de alumbrado exterior podrán utilizar, entre otros, sensores, detectores, medidores, controles digitales, así como herramientas de análisis para automatizar, monitorizar y controlar el flujo bidireccional de la información, que pueda ayudar a trasladar los datos en tiempo real a la ejecución inmediata de las acciones que procedan.

Podrán aplicarse en una misma zona diferentes grados de funcionalidad, en función de las necesidades de cada tipo de instalaciones y de los recursos de que se disponga. Cada grado tendrá su validez, para lo que deberá realizarse previamente un estudio y un plan de implantación de los diferentes grados de funcionalidad y que formará parte del proyecto de la instalación.



**DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E
INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS
INSTALACIONES**

ITC-EA-05

Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA – 05

**DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y
PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES**

ÍNDICE

1	DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES	2
1.1	Proyecto	2
1.2	Memoria Técnica de Diseño (MTD).....	3
2	EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	3
3	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	3
3.1	Régimen de verificaciones e inspecciones.....	3
3.2	Mediciones	4
3.3	Resultado de la Verificación e Inspección de las instalaciones	5
3.4	Clasificación de Defectos de Funcionamiento.....	6
4	PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	8



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-05
--	--	-----------

1 DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Según lo previsto en el Artículo 10 del Reglamento de eficiencia de alumbrado exterior, las instalaciones de potencia superior a 5 kW con lámparas de descarga y 800 W con LED requerirán Proyecto. Aquellas instalaciones de potencia igual o inferior a 5 kW con lámparas de descarga y 800 W con LED precisarán de Memoria Técnica de Diseño.

El Proyecto será redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapta a las disposiciones reglamentarias. Los técnicos titulados competentes que firmen los proyectos y los certificados de dirección de obra deberán disponer de un seguro de responsabilidad civil profesional con cuantía mínima de 600.000 €, que cubra los riesgos que pudieran derivarse de dicho proyecto. Esta cuantía mínima se actualizará por orden de la Ministra de Industria, Comercio y Turismo, siempre que sea necesario, para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

Asimismo, el instalador habilitado o el técnico titulado competente que suscriba la Memoria Técnica de Diseño (MTD), será directamente responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

El instalador habilitado deberá confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de las instalaciones, de acuerdo con lo establecido en el artículo 13 e ITC-EA-06 que, como anexo del certificado de instalación establecido en artículo 18 del REBT, entregará al titular de la misma (ayuntamientos, diputaciones, otros organismos oficiales o particulares).

Adicionalmente, la empresa instaladora deberá aportar la etiqueta energética de la instalación según lo especificado en la ITC-EA-01. Dicha etiqueta se adjuntará en la documentación del proyecto y en la memoria técnica de diseño.

1.1 Proyecto

La redacción del proyecto deberá ser tal que permita la ejecución de las obras e instalaciones previstas, por otro técnico distinto al autor del mismo.

En la memoria del proyecto se concretarán las características de todos y cada uno de los componentes y de las obras proyectadas. Entre otros datos, se deberán incluir:

- a) Los referentes al titular de la instalación.
- b) Emplazamiento de la instalación.



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	
--	--	--

		ITC-EA-05
--	--	-----------

- c) Uso al que se destina.
- d) Relación sus componentes incluyendo las fuentes de luz, luminarias, equipos auxiliares, dispositivos de regulación del nivel luminoso, sistemas de accionamiento, regulación y gestión centralizada, cuadros de alumbrado, y en lo relativo a la instalación, los tipos de soporte, la apartamenta de los cuadros de alumbrado, sistemas de protección contra contactos directos e indirectos, puestas a tierra, redes de alimentación
- e) Cálculo de las prestaciones fotométricas de la instalación que estarán basados en la serie de normas UNE-EN 13201, teniendo en cuenta los niveles de iluminación o de prestaciones, descritos en la ITC-EA-02. Como mínimo deberá incluir los datos de: iluminancias y luminancias con sus uniformidades, así como el deslumbramiento y la relación de entorno, factor de utilización (f_u), factor de mantenimiento (f_m) de la instalación, eficiencia de las fuentes de luz y mecanismos de control utilizados (\mathcal{E}_L), eficiencia de las luminarias utilizadas (lm/W), temperatura de color de la fuente de luz, flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}) o relación de flujo ascendente (ULR), disposición espacial adoptada para las luminarias y, cuando proceda, la relación luminancia/iluminancia (L/E) de la instalación.
- f) Régimen de funcionamiento previsto y descripción de los sistemas de control y regulación del nivel luminoso.
- g) Medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético, así como para la limitación de la contaminación lumínica y reducción de la luz intrusa o molesta.
- h) Plan de mantenimiento de la instalación.
- i) Cálculo de la eficiencia energética (\mathcal{E}) y potencia unitaria (P_u), en su caso, de la instalación, para cada una de las soluciones adoptadas.
- j) Calificación energética de la instalación en función del índice de eficiencia energética (I_e).
- k) Sistema de telegestión, si se incorpora.

Cuando un proyecto de reforma o modificación contemple la sustitución de la fuente de luz en las luminarias existentes, se deberán efectuar los cálculos establecidos en los apartados anteriores, para cada modelo de luminaria existente a la que se vaya a sustituir la fuente de luz. Asimismo, se deberá demostrar que la nueva instalación es menos contaminante lumínicamente que la anterior.

El cálculo luminotécnico tendrá la amplitud suficiente como para caracterizar correctamente la totalidad de la nueva instalación proyectada.

1.2 Memoria Técnica de Diseño (MTD)

La Memoria Técnica de Diseño incluirá, como mínimo, los apartados a), b), c) y d) indicado para el Proyecto, así como los cálculos luminotécnicos básicos como son: las iluminancias, sus uniformidades y el deslumbramiento perturbador (f_{TI}), la eficiencia de las fuentes de luz y mecanismos de control utilizados (\mathcal{E}_L), eficiencia de las luminarias utilizadas (lm/W), temperatura de color de la fuente de luz. Adicionalmente, en aquellas instalaciones que lo hayan considerado, podrá incluir también las medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético, para la limitación de la contaminación lumínica y un plan de mantenimiento de la instalación.

La Memoria Técnica de Diseño se redactará según modelo determinado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-05
--	--	-----------

2 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las instalaciones de alumbrado exterior deberán ser ejecutadas por empresas instaladoras habilitadas en baja tensión, definidos en el apartado 2 de la ITC-BT-03 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), con las obligaciones establecidas en el apartado 7 de dicha Instrucción Técnica.

En el caso de instalaciones que requieran Proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección facultativa de un técnico titulado competente. Cuando se trate de instalaciones que precisan de Memoria Técnica de Diseño, redactada y firmada por instalador habilitado no necesitará dirección facultativa.

3 VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.1 Régimen de verificaciones e inspecciones

En virtud de lo estipulado en el Artículo 12 de este Reglamento, se comprobará el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de eficiencia energética y de reducción efectiva de la contaminación lumínica mediante verificaciones e inspecciones que serán realizadas respectivamente por empresas instaladoras habilitadas, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, o por organismos de control, autorizados para este campo reglamentario según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial, tal y como se indican a continuación:

Estas inspecciones serán efectuadas como se indica a continuación:

- Instalaciones de potencia superior a 5 kW con lámparas de descarga y 800 W con LED de potencia instalada:
 - a) Verificación inicial, a través de las mediciones indicadas en el apartado 3.2, por empresa instaladora autorizada en baja tensión previa a su puesta en servicio.
 - b) Inspección inicial, a través de las mediciones establecidas en el apartado 3.2, por un Organismo de Control, previa a su puesta en servicio.
 - c) Inspecciones periódicas por un Organismo de Control cada 5 años, en las que se comprobará que se mantienen los parámetros de eficiencia y ahorro energéticos, de reducción efectiva de la contaminación lumínica, así como la ejecución del plan de mantenimiento definido en el proyecto. Esta inspección deberá coincidir con la relativa a los elementos de seguridad establecida en el REBT.

- Instalaciones de potencia igual o inferior a 5 kW con lámpara de descarga y 800 W con LED, de potencias instaladas
 - d) Verificación inicial a través de las mediciones indicadas en el apartado 3.2, por empresa instaladora autorizada en baja tensión previa a su puesta en servicio.
 - a) Verificaciones por empresa instaladora autorizada en baja tensión cada 5 años, de que se mantienen los parámetros incluidos en la MTD y, si es de aplicación, las medidas adoptadas para la eficiencia y ahorro energéticos, de reducción efectiva de la contaminación lumínica, así como la ejecución del plan de mantenimiento que se hayan definido en la memoria técnica de diseño.



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	
--	--	--

		ITC-EA-05
--	--	-----------

3.2 Verificación e inspección inicial

Una vez finalizada la instalación del alumbrado exterior, la empresa instaladora autorizada procederá a efectuar las mediciones eléctricas y luminotécnicas, con objeto de verificar la adecuación de la instalación a la documentación contenida en el proyecto o memoria técnica de diseño, según corresponda.

Cuando se detecten defectos y deficiencias de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior, se procederá a su clasificación de acuerdo con lo dispuesto en el epígrafe 3.4 de esta ITC-EA-05.

La verificación de las instalaciones de alumbrado, tanto inicial como periódica, comprenderá las siguientes mediciones, como mínimo:

- Medidas relacionadas con la eficiencia y ahorro energético:
 - a) Energía eléctrica consumida por la instalación. Dicha energía se medirá mediante un analizador de redes trifásico con una exactitud de al menos el 5%. Durante la medida de la energía consumida, se registrará la tensión de alimentación y se tendrá en cuenta su desviación respecto a la tensión nominal, para el cálculo de la potencia de referencia utilizada en el proyecto.
 - b) Comprobación del Régimen de funcionamiento definido en el Artículo 9.

- Medidas relacionadas con las prestaciones fotométricas de la instalación:
 - a) Luminancia o Iluminancia media de la instalación. El valor de dichos parámetros será el valor medio de las mediciones en los puntos de la retícula de cálculo, de acuerdo con lo establecido en la ITC- EA-07.
 - b) Uniformidad de iluminancia: Para el cálculo de los valores de uniformidad media se tendrán en cuenta las medidas individuales realizadas para el cálculo de la iluminancia media.

Cuando exista dificultad en la ejecución de mediciones de luminancia, bien por el trazado de la calzada (superficies libres y rectas), el tipo, desgaste, grado de ensuciamiento, y estado del pavimento, etc., las medidas de luminancia (L) podrán sustituirse por las medidas de iluminancia (E), utilizando el coeficiente R del pavimento empleado como elemento de conversión entre ambas magnitudes. Cuando se carezca de datos fotométricos del pavimento, tal y como se establece en la ITC-EA-02, se tomará un valor de referencia, $R = 15 \text{ lux} \cdot \text{cd}^{-1} \cdot \text{m}^2$.

La inspección de las instalaciones, tanto inicial como periódica, comprenderá, además de las medidas descritas anteriormente, la realización de la medida del incremento de umbral f_{T1} y la relación de iluminancia de entorno R_{EI} .

A partir de las medidas anteriores, el organismo de control o la empresa instaladora autorizada determinará la eficiencia energética (\mathcal{E}) y la potencia unitaria (P_u), así como el índice de eficiencia energética ($I_{\mathcal{E}}$) reales de la instalación de alumbrado exterior. El valor de la eficiencia energética (\mathcal{E}) no deberá ser inferior en más de un 10% al del valor (\mathcal{E}) proyectado, la potencia unitaria (P_u) no superará en más de un 10% a la del valor proyectado, mientras que la calificación energética de la instalación ($I_{\mathcal{E}}$) deberá coincidir o mejorar la proyectada.



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-05
--	--	-----------

3.3 Resultado de la Verificación e Inspección de las instalaciones

Tras la realización de la verificación inicial y en función del resultado de la misma, la empresa instaladora habilitada procederá a la subsanación de los defectos encontrados o si no los hay, procederá a emitir el certificado/informe para su entrega al titular.

Tras la verificación inicial anterior se realizará la inspección por organismo de control que valorará la calificación de la instalación y que podrá dar lugar a los siguientes resultados:

- a) **Favorable:** Cuando no exista ningún defecto grave o muy grave. En ese caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección. Con este resultado, el organismo de control emitirá un certificado favorable que entregará al titular de la instalación.
- b) **Condicionada:** Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:
 - b.1) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
 - b.2) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir Certificado con calificación negativa a la Administración pública competente.
- c) **Negativa:** Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:
 - c.1) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
 - c.2) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado con calificación negativa, que se remitirá inmediatamente a la Administración pública competente.

3.4 Clasificación de Defectos de Funcionamiento

Los defectos de funcionamiento en las instalaciones de alumbrado exterior se clasificarán en muy graves, graves y leves.

3.4.1 Defecto de funcionamiento muy grave

Defectos de funcionamiento muy graves serán aquellos que afecten muy gravemente a la eficiencia energética de la instalación, resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta generada.

Sin carácter exhaustivo, se consideran defectos de funcionamiento muy graves, los siguientes:



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-05
--	--	-----------

- a) No alcanzar el 75% de los valores de eficiencia energética mínima (ϵ) establecidos en la ITC-EA-01 o no llegar al 75% de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- b) Superar en más del 50% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación (ITC-EA-02).
- c) Carecer de sistema de regulación del nivel luminoso conforme a las condiciones establecidas en el apartado 9 de la ITC-EA-02, así como en los apartados 7 y 8 de la ITC-EA-04
- d) Eludir de forma reiterada, más de 10 veces al año, el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- e) Incumplir en más del 15% las limitaciones del flujo hemisférico superior instalado emitido por las luminarias establecidas en la ITC-EA-03.
- f) No implantar el plan de mantenimiento.
- g) La manifiesta reincidencia en defectos de funcionamiento graves.

3.4.2 Defecto de funcionamiento grave

Defecto de funcionamiento grave serán aquellos que perjudiquen sustancialmente a la eficiencia energética de la instalación, o supongan un incremento importante el resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa o molesta.

Sin carácter exhaustivo, se consideran defectos de funcionamiento graves, los siguientes:

- a) No alcanzar el 85% de los valores de eficiencia energética mínima (ϵ) establecidos en la ITC-EA-01 o no llegar al 85% de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- b) Superar en más de un 30% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02.
- c) Implantar un sistema de regulación del nivel luminoso inadecuado o mantenerlo averiado de manera repetida.
- d) Eludir entre 4 y 10 veces al año, el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- e) Incumplir en más del 8% las limitaciones del flujo hemisférico superior instalado emitido por las luminarias establecidas en la ITC-EA-03.
- f) No adecuar las acciones de mantenimiento a las operaciones preventivas con la periodicidad necesaria, con caída sustancial del factor de mantenimiento establecido en la documentación técnica.
- g) La sucesiva reiteración en defectos y deficiencias de funcionamiento leves.

3.4.3 Defecto de funcionamiento leve

Defecto de funcionamiento leve será todo aquel que no perturbe de modo esencial la eficiencia energética de la instalación, o no genere un aumento trascendental del resplandor luminoso nocturno y de la luz intrusa o molesta.



	DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-05
--	--	-----------

Sin carácter exhaustivo, se consideran defectos de funcionamiento leves, los siguientes:

- No alcanzar el 90% de los valores de eficiencia energética mínima (ϵ) establecidos en la ITC-EA-01 o no llegar al 90 % de los valores de eficiencia energética proyectados, cuando no existan valores mínimos.
- Superar en más de un 15% los niveles máximos de iluminación en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02.
- Funcionamiento deficiente del sistema de regulación del nivel luminoso, con ahorro energético inferior al previsto en la documentación técnica (Proyecto o Memoria Técnica de Diseño).
- Eludir hasta 3 veces al año el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- Incumplir en más del 3% las limitaciones del flujo hemisférico superior instalado, emitido por las luminarias establecidas en la ITC-EA-03.
- Efectuar un mantenimiento insuficiente con caída del factor de mantenimiento de la instalación.
- Todos aquellos defectos y deficiencias de funcionamiento no calificados como graves y muy graves.

3.5 Registro de inspecciones de la instalación de alumbrado exterior

Con el objetivo de facilitar el seguimiento del estado de las instalaciones, así como facilitar toda la información a todos los agentes implicados en el estado de seguimiento y mantenimiento de las instalaciones de alumbrado exterior, durante toda su vida útil, se establece la obligación de cumplimentar un libro u hoja de registro de verificaciones e inspecciones de la instalación, que deberá contener al menos los siguientes campos:

- Identificación del titular de las instalaciones.
- Ubicación de las instalaciones.
- Fecha de la verificación e Inspección de las Instalaciones.
- Resultado de la verificación e inspección de las instalaciones.
- Organismo de control que la ha llevado a cabo, de acuerdo a lo establecido en el punto 3.1 de esta ITC así como firma por parte del mismo.
- Fecha de corrección de defectos por parte de una Empresa Instaladora Habilitada.
- Empresa Instaladora Habilitada, encargada de la corrección de los defectos y firma por parte de la misma.

El titular de la instalación será responsable de que los defectos detectados en la inspección o verificación sean corregidos en el plazo establecido para ello, por parte de una empresa instaladora habilitada.

4 PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Para la puesta en servicio de las instalaciones de alumbrado exterior, adicionalmente a los requerido en el ITC-BT-04 del REBT, será necesario disponer de certificado de inspección favorable, de acuerdo a los indicado en el apartado 3.3 de esta ITC-EA-05.



	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
--	---	-----------

Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-06

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1	GENERALIDADES.....	2
2	FACTOR DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	2
	2.1 Factor de Mantenimiento de Luminarias con Lámparas de Descarga.....	3
	2.2 Factor de Mantenimiento de Luminarias Equipadas con LED	4
	2.3 Depreciación de la Superficies de Túneles y Pasos Inferiores.....	4
	2.4 Grado de contaminación	5
3	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO.....	6



	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
--	---	-----------

1 GENERALIDADES

Esta ITC-EA-06 tiene por objeto el desarrollo del Artículo 13 de este Reglamento.

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La reducción progresiva del flujo emitido por las fuentes luminosas (lámparas de descarga y LED).
- El ensuciamiento de las fuentes luminosas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las fuentes luminosas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

El plan de mantenimiento comprenderá fundamentalmente las reposiciones masivas de fuentes luminosas, las operaciones de limpieza de luminarias y los trabajos de inspección y mediciones eléctricas y luminotécnicas, así como la programación de los trabajos y su periodicidad.

2 FACTOR DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El factor de mantenimiento de la instalación será siempre menor que la unidad ($f_m < 1$), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

El valor del factor de mantenimiento adoptado permitirá calcular en el proyecto o memoria técnica de diseño, la iluminancia media inicial a la puesta en marcha de la instalación, para que la iluminancia media en servicio, a mantener en el transcurso del funcionamiento de la misma, esté garantizada durante toda la vida de la instalación, al llevar a la práctica el plan de mantenimiento establecido.



MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ITC-EA-06

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de fuente luminosa, la depreciación de su flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo.
- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria, mantenida a lo largo de su funcionamiento.
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria.
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.
- El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

2.1 Factor de Mantenimiento de Luminarias con Lámparas de Descarga

El factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas de descarga, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

Siendo:

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

FSL = factor de supervivencia de la lámpara de descarga.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria para lámpara de descarga.

En el caso de túneles y pasos inferiores de tráfico rodado y peatonal también se tendrá en cuenta el factor de depreciación de las superficies del recinto (FDSR), de forma que se cumplirá:

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU} \cdot \text{FDSR}$$

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican en las tablas 1, 2 y 3.

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

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000	12.000
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,91	0,9
Fluorescente tubular	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ITC-EA-06

Tabla 2- Factores de supervivencia de las lámparas de descarga (FSL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000	12.000
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Halogenuros metálicos	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Fluorescente tubular	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Tabla 3- Factores de depreciación de las luminarias para lámparas de descarga (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1 5 años	2años	2 5años	3años
IP2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0 43	0,42
	medio	0 62	058	0,56	o 54	0,53
	Bajo	082	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	089	0,88
IP6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	088	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	090	0,90

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

2.2 Factor de Mantenimiento de Luminarias Equipadas con LED

Se considerará vida útil de la fuente de luz LED a la pérdida en el transcurso del tiempo de un determinado flujo luminoso o cantidad de luz en una instalación de alumbrado exterior. Se expresará con los siguientes parámetros;

- Lxx: Mantenimiento del flujo luminoso
- Byy: porcentaje del LED por debajo de Lxx
- Tiempo en horas

De forma general se adoptará un factor de mantenimiento (fm) comprendido entre 0,80 y 0,85.

El intervalo de limpieza de las luminarias LED será como mínimo cada 12.000 h de utilización o cada 3 años, el suceso que se produzca antes.

2.3 Depreciación de la Superficies de Túneles y Pasos Inferiores

En el caso de túneles y pasos inferiores, los factores de depreciación máximos de las superficies del recinto (FDSR) serán los establecidos en la tabla 4.

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ITC-EA-06

Tabla 4 – Factores de depreciación de las superficies del recinto (FDSR)

Índice del recinto ⁽¹⁾ I _r	Distribución flujo luminoso	Intervalo de limpieza en años																	
		0,5 años			1 año			1,5 años			2 años			2,5 años			3 años		
		Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Pequeño I _r = 0,7	Directo	0,97	0,96	0,95	0,97	0,94	0,93	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,90	0,94	0,92	0,89	0,94	0,92	0,88
	Direc/Indirec	0,94	0,88	0,84	0,90	0,86	0,82	0,89	0,83	0,80	0,87	0,82	0,78	0,85	0,80	0,75	0,84	0,79	0,74
	Indirecto	0,90	0,84	0,80	0,85	0,78	0,73	0,83	0,75	0,69	0,81	0,73	0,66	0,77	0,70	0,62	0,75	0,68	0,59
Medio I _r = 2,5	Directo	0,98	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,96	0,95
	Direc/Indirec	0,95	0,90	0,86	0,92	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,67	0,78	0,72	0,64
Grande I _r = 5	Directo	0,99	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,93	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,96	0,95
	Direc/Indirec	0,95	0,90	0,86	0,94	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,68	0,78	0,72	0,65

⁽¹⁾ Grado de contaminación: B = baja, M = media, A = alta

⁽²⁾ Índice del recinto $I_r = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$, siendo L = longitud recinto, A = anchura recinto y H = altura montaje luminarias

2.4 Grado de contaminación

El grado de contaminación atmosférica referido en las tablas 3 y 4, corresponderá a las siguientes especificaciones:

Grado de contaminación alto: Existe en las proximidades de la instalación de alumbrado actividades generadoras de humo y polvo con niveles elevados. Con frecuencia las luminarias se encuentran envueltas en penachos de humo y nubes de polvo, que comportará un ensuciamiento importante de la luminaria en un medio corrosivo y corresponderá, entre otras, a:

- Vías de tráfico rodado de muy alta intensidad de tráfico.
- Zonas expuestas al polvo, contaminación atmosférica elevada y, eventualmente, a compuestos corrosivos generados por la industria de producción o de transformación.
- Sectores sometidos a la influencia marítima.

Grado de contaminación medio: Hay en el entorno actividades generadoras de humo y polvo con niveles moderados con intensidad de tráfico media, compuesto de vehículos ligeros y pesados, y un nivel de partículas en el ambiente igual o inferior a 600 µg /m³, que supondrá un ensuciamiento intermedio o mediano de la luminaria y corresponderá, entre otras, a:

- Vías urbanas o periurbanas sometidas a una intensidad de tráfico medio.
- Zonas residenciales, de actividad u ocio, con las mismas condiciones de tráfico de vehículos.
- Aparcamientos al aire libre de vehículos

Grado de contaminación bajo: Ausencia en las zonas circundantes de actividades generadoras de humo y polvo, con poca intensidad de tráfico casi exclusivamente ligero. El nivel de partículas en el ambiente es igual o inferior a 150 µg /m³, que corresponderá, entre otras, a:

- Vías residenciales no sometidas a un tráfico intenso de vehículos.
- Grandes espacios no sometidos a contaminación.
- Medio rural.



	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
--	---	-----------

3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO

El titular de la instalación de acuerdo con el Artículo 12 del Reglamento, será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán efectuadas por empresa instaladora habilitada en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

En lo que incumbe al mantenimiento correctivo los trabajos a realizar serán, entre otros, la localización y reparación de averías, adecuación de instalaciones, reparación de elementos de la instalación fuera de servicio.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- b) El titular del mantenimiento.
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- e) La fecha de ejecución.
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- a) Consumo energético anual.
- b) Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- c) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- d) Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.



	MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES	ITC-EA-07
--	---	-----------

Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-07

MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1	GENERALIDADES	2
2	MÉTODOS DE MEDIDA DE LAS PRESTACIONES FOTOMÉTRICAS	2
2.1	Comprobación de las Mediciones Luminotécnicas	2
3	MÉTODOS DE MEDIDA ESPECIALES DE LAS PRESTACIONES FOTOMÉTRICAS	3
3.1	Medida de iluminancia en alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna.....	3
3.2	Medida de iluminancia horizontal en glorietas	3
4	Medida del control de la limitación del deslumbramiento en glorietas	4



	MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES	ITC-EA-07
--	---	-----------

1 GENERALIDADES

En la presente instrucción se describe la metodología para la realización de las mediciones de los parámetros fotométricos de las instalaciones de iluminación correspondientes con el fin de cuantificar sus prestaciones fotométricas y verificar el cumplimiento con los cálculos del proyecto o memoria técnica de diseño y con los requisitos de los niveles de iluminación establecidos en la ITC-EA-02. Asimismo, describe la metodología para la realización de las mediciones relacionadas con la eficiencia y el ahorro energético de dichas instalaciones.

Estos procedimientos de medición serán válidos para la realización de las verificaciones e inspecciones indicadas en el apartado 3 de la ITC-EA-05.

2 MÉTODOS DE MEDIDA DE LAS PRESTACIONES FOTOMÉTRICAS

Para la medida de las prestaciones fotométricas de las instalaciones de alumbrado vial se efectuará de conformidad con lo dispuesto en las normas UNE-EN-13201-3 y UNE-EN 13201-4.

Para el resto de las instalaciones de alumbrado diferentes al alumbrado vial o en zonas especiales de instalaciones de iluminación, se efectuará de conformidad a lo indicado en la presente ITC-EA-07.

Podrá aplicarse el método simplificado de medida de la iluminancia media, denominado de los "nueve puntos", así como mediante vehículos o elementos móviles cuyo procedimiento y aplicación estén establecidos en las normas de medida que resulten de aplicación.

En relación a los procedimientos y dispositivos de medición, los requisitos generales a tener en cuenta serán los siguientes:

- Los procedimientos adoptados serán adecuados al propósito de las mediciones.
- Todos los instrumentos deberán estar calibrados en los rangos usados para asegurar su trazabilidad metrológica.
- Si es necesario, la calibración y las características fotométricas del detector utilizado se corregirán teniendo en cuenta la temperatura ambiente y las condiciones de humedad durante las mediciones y los espectros emitidos en el campo visible por las luminarias.

2.1 Comprobación de las Mediciones Luminotécnicas

Los datos calculados en el proyecto y obtenidos de las mediciones de los parámetros fotométricos se considerarán representativos para cualquier zona de la instalación de alumbrado, siempre que se cumplan las siguientes premisas:

- Igual separación entre puntos de luz.
- Misma altura de la luminaria.
- Idéntica longitud de brazo, saliente e inclinación.
- Iguales dimensiones de la superficie a iluminar: Anchura de calzada, Arcén y Medianas.

En caso de utilizar sistemas de regulación de los niveles de iluminación, la medición se llevará a cabo con los equipos a régimen nominal. Durante la medida se registrará el valor de la tensión de alimentación en el cuadro de alumbrado.

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de un 10% respecto a los valores de cálculo de proyecto.



	MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES	ITC-EA-07
--	---	-----------

Para el análisis de las tolerancias admitidas para las medidas de los parámetros fotométricos se tendrán en cuenta las siguientes fuentes de variabilidad:

- a) Las variaciones inherentes en la fabricación de las luminarias, los dispositivos de control y las fuentes de luz, respecto a, que no deberá ser superior al 10% de los valores nominales de los productos.
- b) Las debidas a las variaciones en la implantación de la instalación de alumbrado:
 - Altura de las luminarias, que no deberá ser superior al 2,5% de la altura especificada en el proyecto
 - separación entre columnas o puntos de luz, que no deberá ser superior al 5% de la separación especificada en el proyecto
 - posición transversal de las luminarias, que no deberá ser superior al 3% de la posición especificada en el proyecto
 - orientación e inclinación de las luminarias, que no deberá ser superior a 2° de la orientación y 1° de la inclinación especificada en el proyecto
- c) Las debidas a la variación de las características fotométricas de los pavimentos (cuando se mida luminancia), que no deberá ser superior al 5% cuando se hayan medido sus características y al 20% cuando se utilicen tablas normalizadas o no haya datos.

Por el contrario, no se tendrán en cuenta las siguientes fuentes de variabilidad:

- a) Las debidas a las variaciones de tensión de la alimentación.
- b) Las debidas a la variación de la geometría de implantación de los puntos de luz y a las a las dimensiones de las superficies iluminadas.

En lo que atañe a las mediciones y tolerancia en túneles y pasos inferiores, se tendrá en cuenta lo señalado en la Publicación CIE nº 88.

En el momento de efectuar las mediciones, todas las fuentes de luz próximas ajenas a la instalación objeto de medición y que pudieran afectar de manera significativa la medida, deberán apagarse.

3 MÉTODOS DE MEDIDA ESPECIALES DE LAS PRESTACIONES FOTOMÉTRICAS

3.1 Medida de iluminancia en alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna

En el alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna, la medición de la iluminancia media horizontal en las inmediaciones del edificio, se efectuará en la superficie de un rectángulo en el suelo, cuya longitud comprenderá los puntos de luz existentes en la fachada y una anchura del mismo, igual a la altura de implantación de los puntos de luz en el edificio, tal y como se representa en la figura 1.

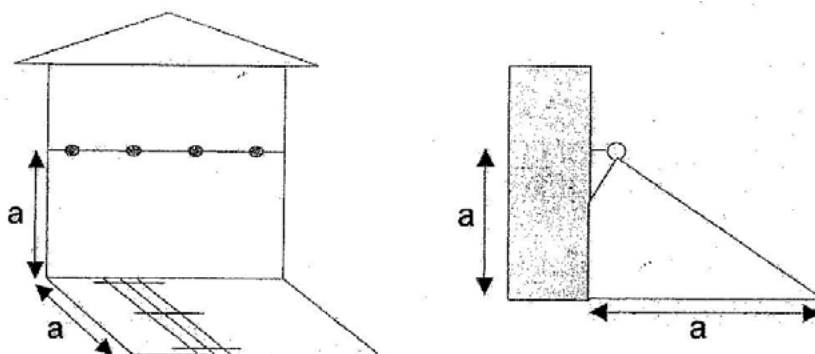
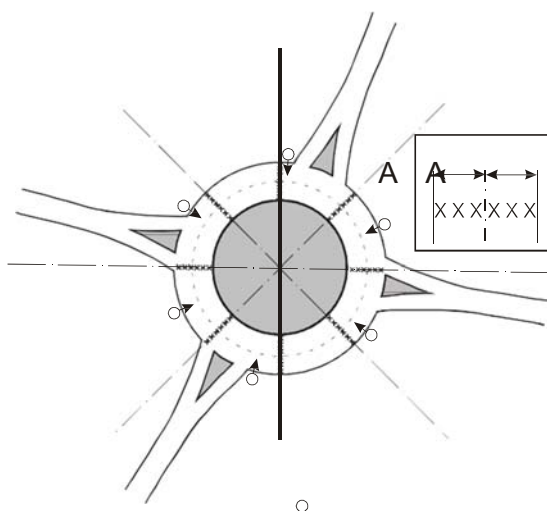


Figura 1.- Esquema medición de la iluminancia media.

3.2 Medida de iluminancia horizontal en glorietas

La retícula de medida se representa en la figura 2 y parte de 8 radios que tienen su origen en el centro de la glorietta, formando un ángulo entre ellos de 45°. El origen angular de los radios se elige arbitrariamente con independencia de la implantación de las luminarias.



Luminarias funcionales de potencias
eventualmente reforzadas

Figura 2.- Retícula de cálculo y mediciones en glorietas

El número de puntos de cálculo de cada uno de los 8 radios es función del número de carriles de tráfico del anillo de la glorietta, a razón de 3 puntos por carril de anchura (A), tal y como se representa en la figura 2.

En el caso de una implantación simétrica y con objeto de reducir el tiempo de realización de las mediciones in-situ, el número de radios a considerar se podrá limitar a 2 consecutivos, que cubran un cuarto de la glorietta.

3.3 Medida del control de la limitación del deslumbramiento en glorietas

En el caso de glorietas no se puede medir el incremento de umbral f_{TI} (deslumbramiento perturbador), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

Puede utilizarse como alternativa y de la misma forma que se realiza en otras instalaciones de alumbrado, puede utilizarse el índice GR. Para ello se deben definir al menos dos posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que concurre en la glorieta. Una en posición lejana y otra en posición próxima, incluso en el propio anillo. La altura de observación será de 1,5 m.

En la figura 3 y en la figura 4 se representan las dos posiciones de medida para glorietas iluminadas perimetralmente y glorietas iluminadas centralmente. En la posición 1 el observador se sitúa sobre la vía de tráfico, mirando el centro de la isleta y en la posición 2 el observador se sitúa en el anillo que rodea la isleta central, mirando en dirección tangencial al anillo.

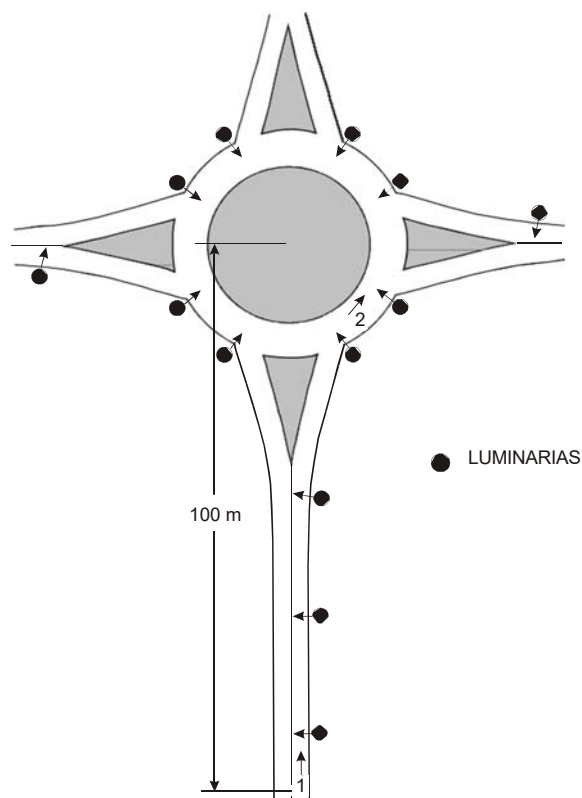


Figura 3- Posiciones de observación en glorietas iluminadas perimetralmente

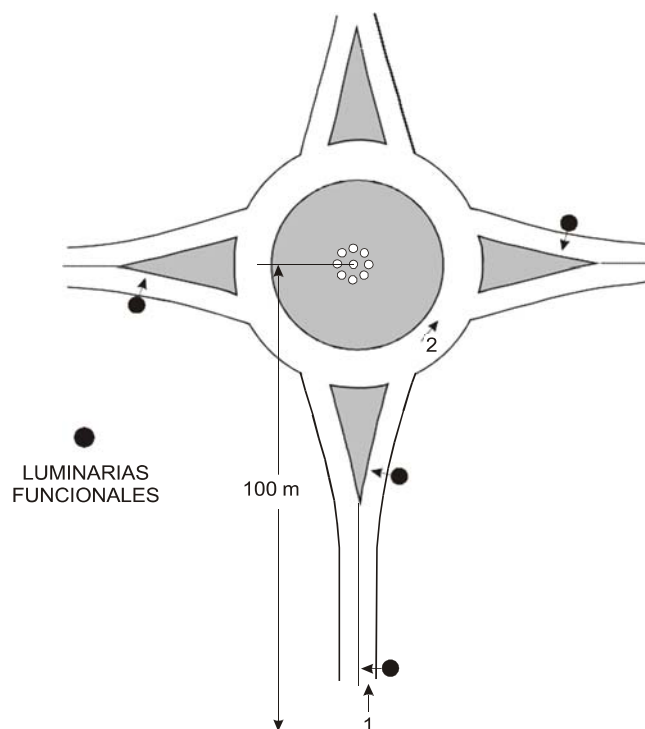


Figura 4- Posiciones de observación en glorietas iluminadas centralmente



	NORMATIVA DE REFERENCIA	ITC-EA-08
--	--------------------------------	-----------

NORMATIVA APLICABLE A LAS DIFERENTES INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS;

La relación de normas UNE y otros documentos técnicos que se incluyen en esta ITC es de carácter informativo para el cumplimiento de este Reglamento.

ITC-EA-01 Eficiencia energética

- **Norma UNE-EN 12665:2012.** Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado
- **Norma UNE-EN 13201-5:2016** Iluminación de carreteras. Parte 5: Indicadores de Prestaciones Energéticas
- **Publicación CIE S 017/E:2011** Vocabulario Internacional de Iluminación

ITC-EA-02 Niveles de iluminación

- **Norma UNE-EN 12193:2009.** Iluminación. Iluminación de Instalaciones Deportivas
- **Norma UNE-EN 12464-2:2016.** Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo Exteriores
- **Informe Técnico CEN/TR 13201-1:2014** Iluminación de Carreteras. Directrices sobre la selección de las clases de iluminación
- **Norma UNE-EN 13201-2:2016** Iluminación de Carreteras. Parte 2: Requisitos de prestaciones.
- **Norma UNE-EN 13201-3:2016** Iluminación de Carreteras. Parte 3: Cálculo de prestaciones.
- **Norma UNE-EN 13201-4:2016** Iluminación de Carreteras. Parte 4: Métodos de Medida de prestaciones fotométricas.
- **Publicación CIE nº 42:1978** Iluminación para pistas de Tenis
- **Publicación CIE nº 45:1979** Iluminación para Deportes de Hielo
- **Publicación CIE nº 47:1979** Alumbrado de Carreteras en Condiciones Mojadas
- **Publicación CIE nº 57:1983** Iluminación para Campos de Fútbol
- **Publicación CIE nº 62:1984** Iluminación para Natación en Piscinas
- **Publicación CIE nº 66:1984** Pavimentos en Carreteras y Alumbrado
- **Publicación CIE nº 88:2004** Guía para Iluminación de Túneles y Pasos Inferiores
- **Publicación CIE nº 94:1993** Guía para el Alumbrado con Proyectores
- **Publicación CIE nº 100:1992** Fundamentos de la Tarea Visual en la Conducción Nocturna
- **Publicación CIE nº 115:2010** Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras con Trafico Motorizado y Peatonal
- **Publicación CIE nº 121:1996** Fotometría y Goniofotometría de luminarias
- **Publicación CIE nº 129:1998** Guía para el alumbrado de Áreas de Trabajo en Exteriores
- **Publicación CIE nº 132:1999** Métodos de Diseño para el Alumbrado de Carreteras
- **Publicación CIE nº 136:2000** Guía para la iluminación de Áreas Urbanas
- **Publicación CIE nº 140:2019** Método de cálculo para la Iluminación de Carreteras
- **Publicación CIE nº 144:2001** Características de la Reflectancia de las calzadas
- **Publicación CIE nº 169:2005** Recomendaciones Prácticas de Diseño para la Iluminación de Eventos Deportivos por Televisión en Color y Filmación
- **Publicación CIE nº 189:2010** Criterios de Calidad en los Cálculos de Alumbrado de Túneles
- **Publicación CIE nº 191:2010** Sistemas recomendados para la fotometría mesópica basada en el rendimiento visual.



	NORMATIVA DE REFERENCIA	ITC-EA-08
--	--------------------------------	-----------

- **Publicación CIE nº 193:2010** Alumbrado de Emergencia en Túneles de Carretera
- **Publicación CIE nº 206:2014** El efecto de la distribución espectral de energía sobre el alumbrado para áreas urbanas y peatonales

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

- **Publicación CIE nº 112:1994** Guía para la evaluación de Deslumbramiento para el alumbrado Exterior de Deportes y Grandes Espacios
- **Publicación CIE nº 126:1997** Guía para Minimizar la luminosidad del Cielo
- **Publicación CIE nº 150:2017** Guía para la Limitación de los Efectos Molestos Procedentes de las Instalaciones de Iluminación Exteriores.

ITC-EA-04 Componentes de las instalaciones

Las normas UNE-EN de prescripciones de funcionamiento para lámparas de descarga tendrán que cumplir con las normas UNE siguientes:

- **Norma UNE-EN 60921:2016 + A1:2006** Balastos para lámparas fluorescentes tubulares. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60923:2016 + A1:2006** Aparatos auxiliares para lámparas. Balastos para lámparas de descarga, (excepto lámparas fluorescentes tubulares).
- **Norma UNE-EN 60929:2011 + A1:2016** Balastos electrónicos alimentados en corriente alterna y/o corriente continua para lámparas fluorescentes tubulares. Requisitos de funcionamiento

Las normas de aplicación para las **LÁMPARAS DE DESCARGA** serán las siguientes;

- **Norma UNE-EN 60081:1999 + A1:2003 + A2:2004 + A3:2006 + A4:2011 + A5:2014 + A6:2017 + A11:2018.** Lámparas fluorescentes de doble casquillo. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60662:2012 + A11:2019.** Lámparas de vapor de sodio a alta presión. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60901:1998 + A1:1998 + A2:2001 + A3:2006 + A4:2008 + A5:2012 + A6:2017 + A11:2017.** Lámparas fluorescentes de casquillo único. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 61167:2018 + A1:2018.** Lámparas de halogenuros metálicos. Especificaciones de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 62430:2009.** Diseño ecológico de productos eléctricos y electrónicos

Las normas de aplicación para los **LED** serán las siguientes;

- **Norma UNE-EN 62430:2009.** Diseño ecológico de productos eléctricos y electrónicos.
- **Norma UNE-EN 62504:2015 + A1:2018.** Iluminación general. Productos de diodos electroluminiscentes (LED) y equipos relacionados. Términos y definiciones.
- **Norma UNE-EN 62707-1:2014.** Agrupamiento de LED. Parte 1: Requisitos generales y matriz del color blanco.
- **Norma UNE-EN 62717:2017 + A2:2019.** Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.



	NORMATIVA DE REFERENCIA	ITC-EA-08
--	--------------------------------	-----------

Las normas de aplicación para los **MECANISMOS DE CONTROL (EQUIPOS AUXILIARES)** serán las siguientes:

- **Norma UNE-EN 60155:1996 + A1:1996 + A2:2007.** Arrancadores de encendido para lámparas fluorescentes (cebadores).
- **Norma UNE-EN 60921:2006 + A1:2006.** Balastos para lámparas fluorescentes tubulares. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60923:2006 + A1:2006.** Aparatos auxiliares para lámparas. Aparatos arrancadores (excepto cebadores de efluvios). Prescripciones de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60927:1998 + A1:2001.** Aparatos auxiliares para lámparas. Aparatos arrancadores (excepto cebadores de efluvios). Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 60929:2006.** Balastos electrónicos alimentados en corriente alterna para lámparas fluorescentes tubulares. Requisitos de funcionamiento.
- **Norma UNE-EN 61341:2012.** Método de medida de la intensidad en el eje del haz y el ángulo o ángulos de apertura del haz de lámparas con reflector.

Las normas de aplicación para **MECANISMOS DE CONTROL (ELECTRÓNICOS)** serán las siguientes:

- **Norma UNE-EN 62384:2007 +A1:2010** Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento

Las normas de aplicación para las **LUMINARIAS DE DESCARGA Y DE LED** serán las siguientes:

- **Norma UNE-EN 13032-1:2006 + A1:2014** Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 1: Medición y formato de fichero.
- **Norma UNE-EN 13032-4:2016** Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.

Ensayos y verificación de características de los componentes de la instalación a realizar;

Ensayo fotométrico:

- **Norma UNE-EN 13032-2:2018.** Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 2: Presentación de datos en lugares de trabajo en interior y en exterior
- **Norma UNE-EN 13032-3:2008.** Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 3: Presentación de datos para iluminación de emergencia en los lugares de trabajo.

Telegestión.

- **Norma UNE 178104:2017.** Sistemas Integrales de Gestión de la Ciudad Inteligente. Requisitos de Interoperabilidad para una Plataforma de Ciudad Inteligente.
- **Norma UNE 178401:2017** Ciudades inteligentes. Alumbrado exterior: Grados de funcionalidad, zonificación y arquitectura de gestión



	NORMATIVA DE REFERENCIA	ITC-EA-08
--	--------------------------------	-----------

Soportes

- **Norma UNE 72401/1M:1993.** Candelabros. Definiciones y términos
- **Norma UNE-EN-40-2:2006** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 2: Requisitos generales y dimensiones
- **Norma UNE-EN-40-3-1:2013** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-1: Diseño y verificación. Especificación para cargas características
- **Norma UNE-EN-40-3-2:2013** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-2: Diseño y verificación. Verificación mediante ensayo.
- **Norma UNE-EN-40-3-3:2013** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-3: Diseño y verificación. Verificación por cálculo
- **Norma UNE-EN-40-4:2006** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 4: Requisitos para columnas y báculos de hormigón armado y pretensado
- **Norma UNE-EN-40-5:2003** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 5: Requisitos para columnas y báculos de acero
- **Norma UNE-EN-40-6:2003** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 6: Requisitos para columnas y báculos de aluminio
- **Norma UNE-EN-40-7:2003** Columnas y báculos de alumbrado. Parte 7: Requisitos para columnas y báculos de materiales compuestos de polímeros reforzados con fibra
- **Norma UNE-EN 12767:2009** Seguridad pasiva de estructuras de soporte para equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo

Informes técnicos

- **Publicación CIE nº 127:2007** Medida de los LED
- **Publicación CIE DIS 025/E/2015** Métodos de Ensayo para Lámparas, Luminarias y Módulos LED

ITC-EA-05. Documentación, verificación e inspección y puesta en servicio de las instalaciones

- **Norma UNE 157001:2014** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

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

- **Publicación CIE nº 33:1977** Depreciación y Mantenimiento de las Instalaciones de Alumbrado Vial
- **Publicación CIE nº 154:2003** Mantenimiento para Sistemas de Alumbrado Exterior

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

- **Norma UNE-EN 13201-3:2016** Iluminación de Carreteras. Parte 3: Cálculo de Prestaciones
- **Norma UNE-EN 13201-4:2016** Iluminación de Carreteras. Parte 4: Métodos de Medida de las Prestaciones Fotométricas.
- **Publicación CIE nº 69:1987** Métodos de Caracterización de Luxómetros y Luminancímetros
- **Publicación CIE nº 140:2019** Cálculos para el Alumbrado Vial
- **Publicación CIE nº 194:2011** Mediciones in situ de las Propiedades Fotométricas de Alumbrado de Carreteras y Túneles