

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

Instrucción Técnica Complementaria EA - 03 **Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta**

INDICE

1. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.....	2
1.1 LIMITACIONES DE LAS EMISIONES LUMINOSAS.....	4
1.2 LÁMPARAS	5
2. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA.....	5

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

1. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

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

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

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

Las actividades astronómicas a desarrollar en cada zona que establece la Publicación CIE-126 son las siguientes:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS
E1	Categoría Internacional y Nacional
E2	Estudios Académicos y Postgrado
E3	Aficionados
E4	Observaciones Esporádicas

Zonificación

En general en lo que respecta al medio ambiente, cuando una actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera no puede ser totalmente controlada, la idea básica que se utiliza consiste en evitar que las consecuencias ambientales debidas a esta posible contaminación perjudiquen igualmente en todas las localizaciones o situaciones. Por tanto, el sistema de zonificación debe servir de marco de referencia para regular y resolver los posibles conflictos que pudieran derivarse en este caso de la hipotética dicotomía iluminación- observación astronómica.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

Para reducir los posibles efectos producidos por el resplandor luminoso nocturno en el cielo a los observatorios astronómicos denominados "punto de referencia", la introducción del sistema de zonificación responde a dos propósitos: por una parte, permite establecer los requisitos de iluminación en una zona donde se encuentra el "punto de referencia" y por otro lado, facilita determinar las exigencias de iluminación en otras zonas, adyacentes o no, a la zona particular donde está ubicado el "punto de referencia".

El resplandor luminoso nocturno en el cielo de una zona donde se encuentra el "punto de referencia", es debido a las dimensiones de esa zona y a la propia iluminación de la misma, así como a la iluminación de las zonas vecinas o colindantes, por lo que también debe tenerse en cuenta la iluminación de las zonas adyacentes a la que contiene el "punto de referencia".

La influencia de la iluminación de estas zonas vecinas o colindantes sobre el total del resplandor luminoso nocturno en el "punto de referencia", depende de las distancias entre las fronteras de las zonas y el "punto de referencia".

En la tabla siguiente, incluida en la publicación CIE-126 se establecen las distancias en Km recomendadas entre los límites de cada zona (E1, E2, E3 y E4) y el "punto de referencia".

ZONA DEL PUNTO DE REFERENCIA	Distancias mínimas en km entre los límites de cada zona		
	E1-E2	E2-E3	E3-E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	Sin límites		

Para una correcta utilización de la tabla en primer término debe seleccionarse la zona donde se encuentra ubicado el "punto de referencia" y seguidamente en la tabla se obtiene la distancia mínima en Km donde comienza la zona siguiente, y así sucesivamente

Es de señalar que los valores consignados en la tabla se han deducido de la experiencia práctica, aun cuando el número de casos estudiados ha sido limitado.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

1.1 Limitaciones de las Emisiones Luminosas

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

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

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

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

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

La limitación de flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}) reduce las emisiones directas de luz hacia el cielo, pero existen también las emisiones indirectas debidas a la reflexión de la luz, en la superficie iluminada (suelo) y paramentos. Emisiones estas últimas que suponen aproximadamente un 75 % de la totalidad de la luz dirigida hacia el cielo. Sin embargo, cuando el punto de referencia se encuentra alejado del foco de contaminación, el impacto de la luz reflejada sobre el punto de referencia equivale aproximadamente a si las luminarias tuvieran solo un 0,8% de FHS_{inst} . Esto es debido a que el flujo emitido entre 0° y 15° sobre el horizonte es el que más produce resplandor luminoso a largas distancias (mayores de 50 km)

Cuando el flujo hemisférico superior $FHS=0$ (nulas emisiones directas), no existe medio alguno que permita apreciar las contribuciones al resplandor luminoso nocturno de las diferentes soluciones luminotécnicas de los alumbrados exteriores. En consecuencia, resulta necesario establecer la expresión del flujo potencial máximo emitido hacia el cielo (F_p) o el grado relativo de emisión (emisión de flujo superior) que tiene en cuenta la parte del flujo reflejado que sería absorbido total o parcialmente por los obstáculos que se interponen, tales como la vegetación, edificaciones, desniveles, etc.

Además de ajustarse a los valores de la tabla 2, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- b) Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- c) El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

Cuando se ilumina una superficie, existe una luz dispersa que ilumina más allá de dicha superficie. El proyecto de alumbrado deberá minimizar al máximo razonable dicha luz dispersa.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

1.2 Lámparas

En la Zona E1 se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no resulte posible utilizar dichas lámparas, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

Ello tiene como finalidad evitar interferencias a los observatorios astronómicos de categoría internacional y nacional en la zona E1. Además, el resplandor luminoso en estas zonas con cielos limpios, es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda de la luz, motivo por el cual debe evitarse el uso de longitudes de onda bajas como el color azul.

2. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la tabla 3 de los siguientes parámetros:

- a) Iluminancia vertical (E_v) en ventanas;
- b) Luminancia (L) de las luminarias medida como Intensidad luminosa (I) emitida por cada luminaria en la dirección potencial de la molestia;
- c) Luminancia media (L_m) de las superficies de los paramentos de los edificios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias;
- d) Luminancia máxima (L_{max}) de señales y anuncios luminosos;
- e) Incremento umbral de contraste (TI) que expresa la limitación del deslumbramiento perturbador o incapacitante en las vías de tráfico rodado producido por instalaciones de alumbrado distintas de las de viales. Dicho incremento constituye la medida por la que se cuantifica la pérdida de visión causada por dicho deslumbramiento. El TI producido por el alumbrado vial está limitado por la ITC-EA-02.

En función de la clasificación de zonas (E1, E2, E3 y E4) la luz molesta procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, se limitará a los valores indicados en la tabla 3:

Por otra parte, tal y como se señala en el punto a) de este apartado 2, de la ITC-EA-03, en la tabla 3 la iluminancia vertical (E_v) corresponde a ventanas

Se recomienda tener en cuenta la Publicación CIE nº 150.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	GUÍA-EA-03
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

Tabla 3.- Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m ²

Para una adecuada aplicación de la tabla 3 se estima deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los valores de iluminancia vertical en ventanas y de luminancia en fachadas se aplicarán a partir de 4 metros de altura sobre el suelo, teniendo en cuenta que dichos 4 m se destinan, generalmente a locales comerciales y su iluminación es necesaria para una correcta visibilidad. Esta excepción no se tendrá en cuenta en aquellas zonas donde exista un riesgo potencialmente elevado de luz intrusa y el tráfico peatonal sea mínimo (viales de urbanizaciones residenciales, etc.)
- Los valores de luminancia en la tabla anterior se refieren al alumbrado ornamental propio de las mismas.