

# **TREN-TRANVÍA BAHÍA DE CÁDIZ**

## **PROYECTO PARA LA MEJORA DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN**



### **ANEJO 04. JUSTIFICACIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES**

Revisión		Modificaciones	Epígrafes
Nº	Fecha		
V00	05-2023	Creación del documento	-
V01	07-2023	Implementación de comentarios	Todos

Elaborado y redactado por:	Revisado y aprobado por:
Manuel Dávila Blázquez	Alberto Fajardo López
Ingeniero Industrial	Ingeniero Industrial
	 ALBERTO FAJARDO

Sevilla, Julio 2023

Por Ayesa Ingeniería y Arquitectura SAU, el autor del proyecto

Alberto Fajardo

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	3

## ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1. Eficiencia energética de una instalación

Se redacta la presente Anexo para verificar el cumplimiento del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y a la mejora de la eficiencia y ahorro energético, en particular la Instrucción Técnica ITC-EA-01.

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.

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

siendo:

$\varepsilon$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $m^2 \cdot lux/W$ ).

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:

$\varepsilon_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ( $lum/W = m^2 lux/W$ ).

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

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

$$\varepsilon = \varepsilon_L * f_m * f_u \quad \left( \frac{m^2 * lux}{W} \right)$$

donde:

Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares ( $\varepsilon_L$ ): 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).

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.

#### **4.2. Requisitos mínimos de eficiencia energética**

##### **Instalaciones de alumbrado vial funcional**

Los requisitos mínimos de eficiencia energética están en función del tipo de instalación de alumbrado.

Se definen como tales las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, consideradas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto A y B. Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla 1 del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, en su Instrucción técnica complementaria EA-01.

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

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

##### **Instalaciones de alumbrado vial ambiental**

Alumbrado vial ambiental es el 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., considerados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D y E.

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara 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 que se fijan en la tabla 2 del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, en su Instrucción técnica complementaria EA-01.

<b>Iluminancia media en servicio <math>E_m(\text{lux})</math></b>	<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA <math>\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)</math></b>
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

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

### VII.3. Calificación energética de las instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (IE) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\mathcal{E}$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\mathcal{E}_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en tabla 3 del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, en su Instrucción técnica complementaria EA-01.

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

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

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

$$ICE = \frac{1}{I_e}$$

La tabla 4 de la ITC EA 01 del REEIAE determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

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

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

En el caso de que se precise calificar una instalación de alumbrado, constituida por diferentes secciones de viales, alimentada por uno o por varios cuadros de alumbrado, la calificación energética se realiza Empleando el índice de eficiencia energética alcanzado por cada sección de vial ponderado por la superficie total :

$$I_{\epsilon i} = \frac{\sum(I_{\epsilon i} * S_i)}{\sum S_i}$$

Siendo:

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

$I_{\epsilon i}$  = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección.

$S_i$  = superficie de cada tipo de sección.

Zona-Tramo	Área aceras (m2)	Área Calzada (m2)
Z1	627,0	912,0
Z2	975,0	683,0
Z3	2728,0	3612,0
Z4	1388,0	793,0
Z5	2708,0	2154,0



La calificación energética de las instalaciones objeto de proyecto se resume a continuación:

Calle / Zona	Área (m <sup>2</sup> )	E <sub>m</sub> (lux)	P <sub>total</sub> (W)	$\varepsilon = A \cdot E_m / P$ (lux·m <sup>2</sup> /W)	$\varepsilon_{f_{min}}$ (lux·m <sup>2</sup> /W)	$\varepsilon_r$ (lux·m <sup>2</sup> /W)	I $\varepsilon = \varepsilon / \varepsilon_r$	ICE=1/I $\varepsilon$	Calificación de la Instalación
Z1	1539	24	498	<b>74,21</b>	26,00	28,41	2,61	0,38	A
Z2	1658	22	530	<b>70,15</b>	26,00	27,45	2,56	0,39	A
Z3	6340	24	2080	<b>0,00</b>	26,00	28,21	2,56	0,39	A
Z4	2181	27	812	<b>73,67</b>	29,00	30,46	2,42	0,41	A
Z5	4862	22	1494	<b>70,33</b>	26,00	26,97	2,61	0,38	A