

AREA DE URBANISMO, INFRAESTRUCTURAS, ENERGÍA Y VIVIENDA
OFICINA TÉCNICA DEL VIARIO PÚBLICO
SERVICIO DE NUEVAS ACTUACIONES EN VIARIOS

PROYECTO

REMODELACIÓN DE LA CALLE MATADERO

ANEXO DE ALUBRADO PÚBLICO



INDICE DE DOCUMENTOS

1.- MEMORIA.

MEMORIA.

ANEJOS A LA MEMORIA.

- 1.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.
- 2.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.
- 3.- CÁLCULO COSTES DE CONSERVACIÓN.
- 4.- ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.
- 5.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.
- 6.- FICHAS TÉCNICAS.

2.- PLANOS.

3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

4.- PRESUPUESTO.

MEDICIONES.

CUADRO DE PRECIOS.

- CUADRO DE PRECIOS 1.

- CUADRO DE PRECIOS 2.

PRESUPUESTOS.

RESUMEN DE PRESUPUESTOS.

MEMORIA

MEMORIA DE ALUMBRADO PÚBLICO

1.- TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO EXTERIOR.

Titular:	Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza
Domicilio:	Plaza del Pilar s/n (50.003)
C.I.F.:	P-5030300-G
Área de Urbanismo y Sostenibilidad:	Servicio de Nuevas Actuaciones en Varios.
Emplazamiento de la Instalación:	C/ Matadero. (Distrito de San José)
Localidad / Provincia:	Zaragoza / Zaragoza
Uso:	Alumbrado Vial Funcional y Vial Ambiental.

2.- OBJETO.

El objeto del presente proyecto de **Remodelación del Alumbrado Público y Mejora Energética en la C/ MATADERO** en Zaragoza, consiste en establecer las condiciones técnicas de diseño y económicas, para optimizar la eficiencia y ahorro energético en la instalación de alumbrado exterior y limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta, así como la descripción de las obras e instalaciones necesarias ejecutar, desde el punto de suministro eléctrico hasta los puntos de luz, incluyendo la obra civil y la obra eléctrica, al objeto de que tal servicio pueda prestarse con las debidas garantías de seguridad y calidad.

A la hora de proyectar el alumbrado público se han tenido en cuenta la normativa legal vigente, tanto de índole técnica como administrativa, especialmente la dictaminada en el Real Decreto 1890/2008 "Reglamento de Eficiencia Energética" en las instalaciones de alumbrado exterior, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y de las Normas Técnicas Municipales para Instalaciones de Alumbrado Público (19-5-03), siempre y cuando no difieran con Reglamentos de rango superior, siguiendo unos criterios de calidad y bases de cálculo estrictos, así como los condicionantes estéticos y de la geometría de las zonas a iluminar, estableciendo un criterio general para minimizar los costes de instalación y mantenimiento.

3.- ESTADO ACTUAL DEL ALUMBRADO PUBLICO.

El alumbrado público actual en la calle Matadero está compuesta por brazos en fachada a lo largo de la calle con lámpara de vapor de sodio de alta presión de 150 W. El alumbrado en el entorno de la plaza está compuesta por columnas de acero inoxidable de 7 m. de altura con doble brazo, uno a 6,5 m. y otro a 4,5 m.

La instalación de alumbrado de los puntos de luz viene alimentado desde tres cuadros de mando y maniobra diferentes:

- El cuadro de mando y maniobra desde donde se suministra alimentación a los puntos de luz existentes en la calle Matadero entre la Avda. Miguel Servet y la Plaza es el **CMM-Z1-046**.
- El cuadro de mando y maniobra desde donde se suministra alimentación a los puntos de luz existentes en el entorno de la Plaza y la calle Monasterio de Samos es el **CMM-Z1-234**.
- El cuadro de mando y maniobra desde donde se suministra alimentación a los puntos de luz existentes en la calle Matadero entre la Plaza y la Avda. San José es el **CMM-Z1-116**.

La tensión de suministro en los cuadros es de 3x230/400V.

Los conductores de los circuitos de suministro a los puntos de luz del alumbrado actual son cobre unipolares o multipolares.

4.- DESCRIPCION DE LA ZONA PROYECTADA.

La zona de referencia se encuentra enclavada en el Distrito San José.

Su recorrido, de Este a Oeste, va desde la calle Miguel Servet hasta la Avda San José, atravesando las calles Monasterio de Poblet y Monasterio de Samos.

En su remodelación, se proyecta una nueva definición geométrica de la calle y de su urbanización: alcantarillado, abastecimiento, pavimentación de todo el espacio, espacios para la naturalización, red de riego, alumbrado público y elementos complementarios.

En cuanto a la instalación de alumbrado público se van a instalar columnas de 7 m. de altura en acero inoxidable de 139,7 mm de diámetro exterior y 3 mm de espesor con dos salientes de 20 cms, uno colocado a 6,5 m. y otro a 4,5 m.

La disposición de las columnas será bilateral tresbolillo a lo largo de la calle Matadero con luminarias de 48, 32 y 16 ledes. En el entorno de la plaza con la calle Monasterio de Samos hasta la calle Miguel Servet, se mantendrán la disposición bilateral existente cambiando las lámparas de VSAP y colocando retrofit de 32 y 16 ledes.

Las luminarias serán con tecnología led por su mayor eficiencia lumínica y energética.

La temperatura de color de los ledes para el alumbrado de la calle será de 2700K (blanco cálido).



5.- CARACTERÍSTICAS Y VALORES DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

En éste y sucesivos puntos, se aporta la documentación necesaria y suficiente de la obtención de la iluminación obtenida y de todos y cada uno de los componentes así como de las obras a ejecutar, que han servido de base para la redacción del presente proyecto de alumbrado exterior, especialmente en la mejora de la eficiencia energética y en referencia al cumplimiento del Reglamento de Eficiencia Energética para Instalaciones de Alumbrado Exterior aprobado por el Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, con el consiguiente ahorro en el consumo de energía eléctrica.

5.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y CLASES DE ALUMBRADO.

El nivel de iluminación es el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (iluminancia, luminancia, uniformidades, deslumbramiento, relación de entorno, etc.), establecidos en el Reglamento de Eficiencia Energética (Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre).

Los niveles máximos de luminancia o iluminancia media de la instalación de alumbrado exterior, no podrán superar en más de un 20% los niveles medios establecidos en la ITC-EA-02, hay que tener en consideración que esos valores son de referencia con excepción de los alumbrados festivos o navideños que son máximos de potencia instalada.

Los requisitos fotométricos anteriores, luminancia e iluminancia media, no serán aplicables a aquellas instalaciones, zonas, tramos o parte de ellas que se justifique debidamente la excepcionalidad, debiendo ser aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

La clasificación de las vías que han sido tenidas en cuenta en la elaboración del presente proyecto, de conformidad con las tablas establecidas en la ITC-EA-02, que han servido de base para realización del estudio de eficiencia energética (Anejo 4), son las siguientes:

Calle	Clasif.	Tipo de Vía Velocidad de tráfico Km/h	Situación de Proyecto	Clase de Alumbrado
Acera C/ Matadero y entorno Plaza Alumbrado Vial Ambiental	E	$v < 5$	E1	S1
Banda de Circulación Vehicular Alumbrado Vial Funcional	D	De baja velocidad $5 < v < 30$	D3	CE2

Requisitos fotométricos aplicables a la clasificación de los viales proyectados:

CALLE	Lum. Media L_m (cd/m ²) (mínima)	Uniform. Media U_o (mínimo)	Unif. Longitud U_l (mínimo)	Incr. Umbral TI (%) (máximo)	Emed (cd/m ²)	Emed (lux)	Emín (lux) o U_o (%)
Acera Calle Matadero	-	-	-	-	-	15	5
Acera entorno Plaza	-	-	-	-	-	15	5
Banda de Circulación Vehicular	-	0,40	-	-	1	20	-

5.2- NIVELES LUMINOTÉCNICOS PROYECTADOS DEL ALUMBRADO EXTERIOR.

Siguiendo los criterios establecidos para la obtención de una calidad de alumbrado vial aceptable dentro de los límites marcados por la presente legislación, los valores obtenidos de iluminancia, luminancia con sus uniformidades media y longitudinal, según los cálculos luminotécnicos efectuados para cada una de las zonas, proyectadas o previstas modificar, partiendo de los parámetros proyectados o existentes, son los siguientes:

Valores de iluminancia , luminancia y uniformidades:

CALLE	E_{med}	E_{min}	$E_{máx}$	U_o	g_1	g_2
Calzada Tramo 1 Calle Matadero	1,47 cd/m2			0,60		
Acera 1 Tramo 1 Calle Matadero	17,87 lux			0,77		
Acera 2 Tramo 1 Calle Matadero	17,87 lux			0,77		
Calzada Tramo 2 entorno Plaza	34,0 lux	17,8 lux	46,0 lux		0,52	0,39
Acera 1 Tramo 2 entorno Plaza	25,6 lux	10,5 lux	51,8 lux		0,41	0,20
Acera 2 Tramo 2 entorno Plaza	28,2 lux	11,2 lux	51,2 lux		0,40	0,22
Acera 3 Tramo 2 entorno Plaza	28,6 lux	11,9 lux	50,6 lux		0,42	0,24
Acera 4 Tramo 2 entorno Plaza	39,0 lux	18,0 lux	59,4 lux		0,46	0,30
Calzada Tramo 3 Calle Matadero	1,39 cd/m2			0,72		
Acera 1 Tramo 3 Calle Matadero	16,05 lux			0,48		
Acera 2 Tramo 3 Calle Matadero	16,05 lux			0,48		

5.3- RELACIÓN DE LUMINARIAS.

El factor más desfavorable de depreciación de las luminarias (FDLU) para el mantenimiento de la instalación, en función del nivel de contaminación atmosférico de la zona de implantación, es el grado de hermeticidad de las luminarias, por lo que se recomienda que sea IP66 para la obtención de una mejora de la eficiencia energética de la instalación, especialmente en las de alumbrado vial funcional.

El cierre del sistema óptico de las luminarias, también es de especial importancia por lo que con excepciones, como en nuestro caso, siempre que se pueda deberá ser de vidrio, ya que conserva el índice de transmisión de la luz a lo largo del tiempo.

La relación de las luminarias establecidas en el presente proyecto y modificaciones previstas efectuar en el alumbrado público del entorno, son las siguientes:

Calle	LUMINARIA Y ÓPTICA
Calle Matadero – Tramo 1	- PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE 48 LED 73,1W (500 mA) AMA1 2700K
Entorno de Plaza con Calle Monasterio de Samos – Tramo 2	- PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE 32 LED 49,1W (500 mA) AMA1 2700K - PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE 16 LED 21W (400 mA) AMM1 2700K
Calle Matadero – Tramo 3	- PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE 32 LED 49,1W (500 mA) AMM1 2700K - PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE 16 LED 16,2W (350 mA) AMM1 2700K

En cumplimiento de las ITC-EA-04, las lámparas para instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lm/w, para alumbrado de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.

- 60 lm/w, para alumbrados vial (funcional y ambiental), específico y ornamental.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y la lámpara de descarga, no superará lo establecido en el apartado 4 de la ITC-EA-04.

Las luminarias de ledes, con el número de ledes y su corriente de alimentación elegida, en cuanto a sus características, rendimiento y vida útil, son las siguientes:

Luminaria Nº de led / corriente alim. / Temp. color	Potencia (W)	Flujo ledes (lm)	Eficiencia del sistema (lm/w)
PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE			
- 48 LEDs / 500 mA / AMA1 / 2700K	73,1	8.500	116,3
- 32 LEDs / 500 mA / AMM1 / 2700K	49,1	5.729	116,8
- 16 LEDs / 350 mA / AMM1 / 2700K	16,2	1.874	115,9
- 32 LEDs / 500 mA / AMA1 / 2700K	49,1	5.561	113,4
- 16 LEDs / 400 mA / AMM1 / 2700K	21	2.414	115,2

5.4- TIPO Y ALTURA DE SOPORTES, IMPLANTACIÓN E INTERDISTANCIA.

A la hora de diseñar una instalación de alumbrado público, hay que tener en cuenta una serie de factores que servirán para la elección de la altura del soporte de instalación de las luminarias, como pueden ser entre otros, el perfil transversal del viario proyectado o existente, la altura de las edificaciones, la anchura de las aceras, etc., y como consecuencia de ello variará la elección del tipo y altura del soporte, la implantación a adoptar y su interdistancia, todo ello en aras a obtener los cálculos luminotécnicos previstos dentro de los valores que marcados en cumplimiento de la ITC-EA-02.

La altura de montaje de las luminarias, el tipo de implantación y las interdistancias entre los soportes, resultantes de los cálculos obtenidos anteriormente, son las siguientes:

Calle	Tipo Soporte	Altura instalación luminarias (m)	Implant.	Interd. (m)
Tramo 1 Calle Matadero	- Columna de 7 m. con un brazo	6,5	Tresbolilo	Variable 40
Tramo 2 entorno de la Plaza	- Columna de 7 m. con brazo doble	6,5 y 4,5	Bilateral	Variable, 20-25
Tramo 3 Calle Matadero	- Columna de 7 m. con brazo doble	6,5 y 4,5	Tresbolilo	Variable 48

5.5- FACTOR DE MANTENIMIENTO.

El factor de mantenimiento propuesto en la elaboración del presente proyecto para la realización de los cálculos luminotécnicos aportados en el Anejo 1, en el que se han adoptado una serie de premisas a tener en cuenta para el diseño de un plan de mantenimiento, es decir, en la programación de trabajos y su frecuencia referidos a ese plan.

Para la adopción del plan de mantenimiento, hay que tener en cuenta los factores principales causantes de la depreciación de alumbrado exterior, de acuerdo con la ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética:

- FDLU - Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara
- FSL - Factor de supervivencia de la lámpara
- FDLU - Factor de depreciación de la luminaria

Estableciéndose a priori, un periodo de funcionamiento anual de la instalación de 4.000H y un intervalo de limpieza de las luminarias proyectadas de **4 años** en una zona con un grado de contaminación del ambiente Medio.

El factor de mantenimiento fijado en los cálculos luminotécnicos realizados, como resumen del punto 3.3 del Anejo 3, es el siguiente:

FACTORES	SON-T	CDO-TT	LEDs
FDL	-	-	-
FSL	-	-	-
FDLU	-	-	-
FACTOR DE MANTENIMIENTO	-	-	0.85

5.6- RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO Y REGULACIÓN DEL NIVEL LUMINOSO.

El funcionamiento del alumbrado exterior, deberá estar garantizado a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, para ello deberá encenderse y apagarse con precisión mediante el uso de relojes astronómicos digitales o sistemas de encendido centralizado para instalaciones de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superior a 5 kW.

Para poder ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta a ciertas horas de la noche, se procederá a la reducción del nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, específico, ornamental y de señales con potencia superior a 5 kW, salvo que por razones de seguridad no fuera recomendable, debiendo proceder a su justificación.

En el Anejo 3 (costes de conservación y mantenimiento), se ha establecido el horario anual de funcionamiento del alumbrado exterior en las horas oficiales en el orto y ocaso configuradas en los relojes digitales astronómicos.

El sistema establecido en el presente proyecto para realizar la regulación del nivel luminoso, ha sido la de programar los driver de alimentación de los ledes de las luminarias (previo a su instalación), en varios tramos horarios con unas potencias predeterminadas en cada uno de ellos (Anejo 4 punto 4.7), pudiendo ser alterado por el Técnico o Director de Obra responsable del alumbrado público, tanto en la amplitud del tramo horario como la potencia establecida para cada una de las luminarias y para cada uno de los tramos.

Los tramos horarios y potencia que deberán programarse inicialmente los driver previo al montaje de las luminarias, a juicio del autor del proyecto, tanto para el alumbrado vial funcional como para el vial ambiental, ha sido el siguiente:

Para todas las luminarias proyectadas, el número de tramos horarios será de cuatro. El primero el comprendido entre el ocaso del día hasta las 23,00H (**1.183,10H**), el segundo entre las 23,00H y las 01,00H (**730H**), el tercero entre las 01,00H y las 06,00H (**1.825H**) y el cuarto y último entre las 06,00H y el alba (**564,82H**).

La potencia establecida en cada uno de los tramos propuestos y para cada una de las luminarias proyectadas respectivamente, será la siguiente: para el **primer tramo** el **100%** de la potencia, para el **segundo tramo** el **75%**; para el **tercero tramo** el **60%** y para el **cuarto tramo** el **75%**.

5.7.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

El cálculo de eficiencia energética de los distintos tramos establecidos en el presente proyecto de alumbrado exterior, teniendo en cuenta el perfil transversal de los mismos y los valores de las iluminancias medias obtenidas en los cálculos luminotécnicos (Anejo 1), se incluye en el Estudio de Eficiencia Energética del presente proyecto en el **ANEJO Nº 4**.

6.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA EN LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA PROYECTADA.

La solución adoptada para la Calle Matadero y entorno de la Plaza ha sido la implantación de columnas de 7 m. de altura en acero inoxidable de 139,7 mm de diámetro exterior y 3 mm de espesor con dos salientes de 20 cms, uno colocado a 6,5 m. y otro a 4,5 m. de 4,8 m.

Las luminarias serán de 48 ledes en la calle Matadero desde la Calle Miguel Servet hasta el entorno de la plaza, y de 32 y 16 ledes en la calle Matadero desde la plaza hasta la Avda. San José. En el entorno de la plaza con la calle Monasterio de Samos hasta la calle Miguel Servet, se mantendrán la disposición bilateral existente cambiando las lámparas de VSAP y colocando retrofit de 32 y 16 ledes.

La temperatura de color de los ledes será 2700K.

Las luminarias serán con tecnología led por su mayor eficiencia lumínica y energética.

Todos las luminarias llevarán instalados conectores Zhaga, driver de alimentación a los ledes, programables y compatibles con controladores DALI, controladores 1-10V, hasta 5 tramos horarios, corriente de alimentación ajustable, salida de luz constante y con reguladores estabilizadores en cabecera de línea (bajada de tensión).

El desmontaje del alumbrado público existente se realizará una vez se haya ejecutado el proyectado y comprobado el funcionamiento del mismo, no dejando el alumbrado actual del entorno sin interrupción.

Completa la instalación de alumbrado público, la obra civil a realizar consistente en la ejecución de canalización en acera, la canalización de cruces de calzada, la construcción de las arquetas de derivación o paso de 60x60cm de 80cm de profundidad, las arquetas de cruce de calzada de 60x60x130cm, las cimentaciones de las columnas proyectadas y las demoliciones y reposiciones fuera del ámbito de actuación.

Los criterios de calidad que se han tenido en cuenta son los siguientes:

- Luminancia media y uniformidades global y longitudinal.
- Iluminancia media y uniformidades media y general.
- Control de los deslumbramientos molesto y perturbador.
- Limitación de la luz intrusa o molesta.
- Mantenimiento y conservación adecuada.

6.1.- SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.

La alimentación del alumbrado público proyectado del que es objeto el presente proyecto, se va a realizar desde el circuito existente que parte desde el Cuadro de Medida y Maniobrado en la calle Miguel Servet con denominación Z1-234, y recorre la calle Miguel Servet, continúa por la calle Monasterio de Samos hasta la calle Matadero. La tensión de suministro es de 3x230/400V.

6.2.- OBRA CIVIL DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

Toda la instalación de alumbrado público proyectada va a ser de tipo subterráneo bajo tubo, parte existente y parte proyectada.

La obra civil en la ejecución de la instalación del alumbrado público se entiende por la realización de las cimentaciones, zanjas en acera, tierra o cruce de calzada, arquetas de derivación, paso o cruce de calzada de 60x60cm de 80 a 130cms de profundidad.

El cálculo, dimensionamiento y ejecución de las cimentaciones, las características y dimensiones de los pernos, tuercas y arandelas, la tipología de las zanjas y sus cotas, los cruces con otras canalizaciones y servicios, las arquetas y los ensayos de verificación, se ajustarán a lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

El diámetro de los tubos, vendrá dado en función del número, clase y sección de los conductores que alojen en la instalación subterránea y como mínimo será de 110mm de diámetro exterior.

Los tubos a colocar en la canalización de alumbrado público, tanto en acera con en cruce de calzada será del siguiente tipo:

- Tubos de PEAD (corrugado exterior liso interior) de 450N según la norma UNE-EN-50086 1 y 50086-2-4 de 110mm de diámetro.

6.3.- OBRA ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

Comprenden las redes de alimentación de los puntos de luz y la puesta a tierra de la instalación.

En la previsión de cargas se cumplimentará lo establecido en la Instrucción ITC BT-09 y se tendrán en cuenta las bases de cálculo dispuestas en las Instrucciones ITC BT-12 a la 19. Respecto a los sistemas de protección se estará a lo prescrito por las Instrucciones ITC BT-09, 22 y 23.

El coeficiente adoptado en la previsión de cargas (para las luminarias de led) ha sido de 1,4 la I_n (Intensidad nominal) de la potencia proporcionado por el fabricante, teniendo en cuenta el consumo del conjunto formado por el módulo de ledes y el driver de alimentación.

En las redes subterráneas los conductores serán de cobre del tipo RV-0,6/1kV, según denominación Norma UNE, y serán unipolares constituidos por tres conductores independientes o fases iguales, y uno así mismo independiente y de idéntica sección para el conductor neutro y de 6 mm² de sección mínima.

Los conductores de las redes aéreas serán de cobre con aislamiento RV-0,6/1kV de sección no inferior a 6 mm², multipolares de 3F+N (4x6 mm²).

La puesta a tierra de los soportes (en redes subterráneas) se realizará conectando individualmente cada soporte, mediante conductor de cobre con aislamiento reglamentario de 16 mm² de sección, a una línea de enlace con tierra de conductor de cobre con aislamiento reglamentario, de secciones conformes con el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-09, con una sección mínima de 16 mm².

Las luminarias Clase I se conectarán a tierra desde el punto de la toma de tierra del soporte, para ello se unirá con conductor de cobre de 1x16 mm² de sección tipo V-750 de color a/v, la grapa doble de latón estampado de latón de la pica de toma de tierra o grapa adecuada de la línea de enlace con tierra (conexión de la TT del soporte) con la borna de la caja de derivación marcada a tal efecto y desde donde mediante conductor multipolar de 3x2,5mm² RV-K tipo 0,6/1kV (F+N+TT) se conectará la alimentación del equipo de auxiliares eléctricos y la toma de tierra de la luminaria Clase I, dando cumplimiento al artículo 9 de la ITC-BT-09.

Los empalmes o conexiones, se efectuarán en las arquetas de derivación, realizando las mismas en cajas de derivación de paredes lisas con prensaestopas, bornas de conexión adecuadas, colocando una base portafusibles con fusible calibrado para cada uno de los puntos de luz.

En la reconversión de la instalación de subterráneo a aéreo o viceversa, se protegerá el conductor del circuito mediante tubo de acero galvanizado de diámetro adecuado a la sección del conductor a instalar.

Las redes eléctricas, empalmes y derivaciones, líneas y puesta a tierra, cumplirán lo regulado en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

7.- ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.

En cumplimiento del 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 EA-01 a EA-07, se incluye el Estudio de Eficiencia Energética del presente proyecto, en el **ANEJO Nº 4**.

8.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, se incluye el Estudio de Gestión de los Residuos previstos generar en el presente proyecto, en el **Anejo 5**.

En los distintos Capítulos del presupuesto, relativo a la ejecución de la obra civil de alumbrado público prevista realizar, como canalizaciones, arquetas, cimentaciones, etc., así como las demoliciones a efectuar, generalmente fuera del ámbito de actuación del proyecto general, para la ejecución de las unidades de obra civil contempladas anteriormente, vendrán especificadas las correspondientes mediciones, a establecer en el Estudio de Gestión de Residuos.

El citado Anejo contendrá como mínimo los siguientes apartados, redactados de acuerdo con el citado R. D.:

- Un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.
- Un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.
- Un presupuesto.

Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará como llevará a cabo obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vaya a producir de acuerdo con las indicaciones descritas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero. El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen por parte del poseedor a un gestor se hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación del poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o en metros cúbicos codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los residuos estarán en todo momento en adecuadas condiciones de higiene y seguridad evitando en todo momento la mezcla de fracciones seleccionadas.

9.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Estudio de Seguridad y Salud está incluido en el Proyecto General de la Obra, como Anejo del mismo y del que forma parte como ANEXO el presente proyecto de alumbrado público.

10.- PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución de las obras de alumbrado público, será el definido en el Proyecto General de la Obra del que forma parte integral y cuyas obras se sincronizan y ejecutan coordinadamente con el mismo.

La no terminación de las obras en el plazo previsto sin existir reconocimiento expreso de causa justificada para su ampliación por el Ayuntamiento, llevará aparejada la aplicación de los artículos 196 y siguientes de la Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público.

Se hace expresamente la advertencia de que las inclemencias climatológicas no tendrán la consideración de fuerza mayor que justifique el retraso a los efectos señalados.

11.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

La clasificación de Contratistas, viene definido en el Artículo 7.4 del Capítulo VII del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente Proyecto.

12.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.

Aplicando los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones resultantes de las diferentes unidades de obra que integran la ejecución del presente proyecto, precios que, por otro lado, entendemos corresponden a costes reales, obtenemos un PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL de las obras, que asciende a la cantidad de **NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS (96.279,29 €)**, y que se refiere al costo directo de las obras.

Incrementando la cantidad anterior en el porcentaje del **13%** en concepto de gastos generales, financieros y fiscales, así como demás costos, tasas, impuestos y gravámenes e incrementando igualmente el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL de las obras en otro **6%** en concepto de Beneficio Industrial, obtenemos el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. que asciende a la cantidad de **CIENTO CATORCE MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS (114.572,36 €)** sobre la que se aplicará el **21%** en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido, para obtener PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON I.V.A. de las obras, que asciende a la cantidad de **CIENTO TREINTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS (138.632,56 €)**, que servirá de base para la licitación de las mismas.

I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.


Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado


Fdo: Domingo Bel Gaudó

ANEJO 1

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

ANEJO 1

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

1.1.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

El cálculo de la iluminancia, sus uniformidades, luminancia y uniformidades y el deslumbramiento, depende de muy diversos factores, como las características del punto de luz (altura, potencia, tipo de lámpara, características de la luminaria, etc.), de lo que se desprende que se trata de cálculos laboriosos nada fáciles de ejecutar manualmente por el proyectista.

A lo largo del tiempo las características fotométricas y mecánicas de la instalación de alumbrado exterior se degradan paulatinamente con el paso del tiempo debido a diferentes causas, siendo unas de las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes materiales que componen el sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos vandálicos, etc.

La depreciación de los valores de la luminancia o iluminancia en una instalación de alumbrado exterior, es debida fundamentalmente a la acumulación de polvo o suciedad sobre el punto de luz y a la reducción del flujo luminoso de las fuentes de luz a lo largo de su vida, por lo que el resultado obtenido después de un determinado periodo de funcionamiento de la instalación es distinto del obtenido al inicio de la instalación como nueva, resultando un factor de mantenimiento al cociente entre la iluminancia media en servicio y la iluminancia media inicial.

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad, resultando que sea lo más aproximado a la misma, dependiendo de que la frecuencia de mantenimiento sea lo más baja que pueda llevarse a cabo.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación del 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.

El factor de mantenimiento a aplicar en la realización de los correspondientes cálculos luminotécnicos del alumbrado exterior, vendrá dado por lo señalado en la ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética. No obstante habrá que prevenir una serie de actuaciones a lo largo del tiempo para disminuir en la mejor manera, la degradación de la instalación de alumbrado exterior, por lo que habrá que determinar un adecuado mantenimiento.

La Comisión Internacional de Alumbrado (C.I.E.) recomienda que el coeficiente de mantenimiento no deba ser superior a 0,8, para que la instalación sea rentable, y en caso de que esto no se consiguiera con el método de conservación elegido, habría que cambiarlo por otro más exigente, siempre y cuando se utilicen lámparas de descarga, respecto a la utilización de luminarias equipadas con Led, se estima que el factor de mantenimiento no supere el valor de **0,85**. Cualquier valor del factor de mantenimiento superior a dicho valor deberá justificarse adecuadamente.

1.2.- CALCULO DE ILUMINANCIA

Las iluminancias pueden calcularse de tres formas diferentes:

- Método del Factor de Utilización.
- Método de los Nueve Puntos.
- Cálculo por Ordenador.

1.3.- METODO DEL FACTOR DE UTILIZACION

Se denomina coeficiente o factor de utilización F_u de una luminaria, a la relación entre el flujo útil que llega a la calzada y el flujo emitido por la lámpara.

$$F_u = F_u / F_l$$

El coeficiente o factor de utilización de la luminaria lo suministra el fabricante o bien un laboratorio de ensayos, mediante dos curvas: F_{u1} , que corresponde a la emisión anterior de la luminaria (lado calzada), y F_{u2} , relativa a la parte posterior (lado acera).

Las curvas del factor de utilización, deducidas de la matriz de intensidad de la luminaria, expresan en ordenadas, porcentajes de emisión luminosa, y en abscisas relaciones de anchura de calzada a altura de montaje.

La fórmula de cálculo de la iluminancia media en lux es la siguiente:

$$E_m = F \cdot F_u / A \cdot d$$

Donde:

- | | |
|-------|--|
| E_m | : Iluminancia media en lux |
| F | : Flujo de la lámpara en lúmenes. |
| F_u | : Factor de utilización. |
| A | : Anchura de la calzada en metros. |
| d | : Separación entre luminarias en metros. |

El cálculo se realiza obteniendo las relaciones anchura de calzada a altura de montaje h del punto de luz, tanto hacia adelante como hacia atrás.

Conocidas dichas relaciones se llevan al eje de abscisas las curvas del factor de utilización y, mediante dichas curvas, se obtienen en ordenadas los valores F_{u1} y F_{u2} del factor de utilización.

Según la situación de la luminaria en planta, el factor de utilización resultante F_u será el siguiente:

Situación en bordillo de acera	$F_u = F_{u1}$
Situación encima de calzada	$F_u = F_{u1} + F_{u2}$
Situación sobre eje de calzada	$F_u = 2 F_{u1} = 2 F_{u2}$
Situación encima de la acera	$F_u = F_{u1} - F_{u2}$

Obtenido el factor de utilización F_u , se calcula mediante la fórmula establecida el valor inicial de la iluminancia media E_m . Para el cálculo de dicha iluminancia media en servicio debe tenerse en cuenta un factor de depreciación como máximo de 0,8, siendo más idóneo el adoptar 0,7, por ser más realista.

Este método del factor de utilización no es exacto, calculándose un valor de la iluminancia media E_m aproximado, no conociéndose las uniformidades. En general, el método se utiliza como un primer tanteo de aproximación a la separación idónea entre puntos de luz para obtener las prestaciones luminotécnicas requeridas.

1.4.- METODO DE LOS NUEVE PUNTOS

La luz emitida por una luminaria produce en un punto P la siguiente iluminancia horizontal:

$$E = I.(c, \gamma). \cos^3 \gamma / h^2$$

Siendo:

E : Iluminancia en lux

$I(c, \gamma)$: Intensidad luminosa emitida por la luminaria en la dirección del punto P determinada por los ángulos, (c, γ).

H : Altura de montaje de la luminaria.

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, viene dado por la expresión:

$$E_v = I.(c, \gamma). \text{Sen } \gamma \cos^2 \gamma / h^2$$

La intensidad luminosa puede venir especificada mediante matrices de intensidad, diagramas polares y diagramas isocandelas en proyección azimutal.

Asimismo, para el cálculo de la iluminancia en el punto P se puede partir de la curva isolux unitaria para 1 mts de altura y 1000 lúmenes de flujo nominal, deducido de la matriz de intensidad de la luminaria.

En el cálculo de iluminancias no hay que considerar una única luminaria, sino todas las que emiten luz a la zona de cálculo, siendo por tanto la iluminancia en un punto la siguiente:

$$E = \sum [I (c_i, \gamma_i) \cdot \cos^3 \gamma_i / h^2]$$

El cálculo de la iluminancia en cada uno de los puntos de una calzada, considerando todas las luminarias que influyen, resulta largo y costoso por lo repetitivo, siendo acertado utilizar el ordenador.

El método de los nueve puntos es una simplificación en el cálculo, obteniéndose una iluminancia media E_m muy aproximada mediante una media ponderada, así como las uniformidades media U_m y extrema o general U_g .

La forma de operar del método de los nueve puntos consiste en dibujar en papel vegetal o transparente el plano de la calzada a escala reducida, que será 40/h siempre que las curvas isolux unitarias de la luminaria estén dibujadas en escala 1/25. El plano de la calzada con la situación de los nueve puntos $P_1, P_2, \dots, P_9$ y las luminarias $L_1, L_2, \dots$, se superpone sobre la curva isolux unitaria, colocando en su origen la luminaria L_1 , haciendo coincidir los ejes coordenadas.

Sobre la curva isolux unitaria se leen los valores de los puntos $B_1, B_2, \dots, B_{10}$; $C_1, C_2, \dots, C_{10}$; $D_1, D_2, \dots, D_{10}$. Seguidamente y teniendo en cuenta para cada tipo de implantación (unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral oposición o pareada) la influencia de todas las luminarias sobre cada uno de los nueve puntos $P_1, P_2, \dots, P_9$; se obtienen las iluminancias en dichos puntos aplicando las fórmulas matemáticas que reflejen la citada influencia.

Las cifras obtenidas en cada uno de los nueve puntos son valores unitarios para 1000 lúmenes de flujo luminoso y 1 mts de altura de montaje, obteniéndose los valores reales $P_1, P_2, \dots, P_9$, multiplicando los valores unitarios por el factor de conversión:

$$C = F / 1000 \cdot h^2$$

La iluminancia media E_m se calcula sumando los valores reales de los nueve puntos $P_1, P_2, \dots, P_9$, previamente multiplicados por su respectivo coeficiente multiplicador. Dicha suma se divide entre 16 (suma de los coeficientes multiplicadores), obteniéndose el valor E_m de la iluminancia media.

Finalmente, considerando los valores reales de los nueve puntos, se obtienen la iluminancia máxima E_{max} y mínima E_{min} , procediéndose al cálculo de las uniformidades media y general:

$$U_{med} = E_{min} / E_{med}$$

$$U_g = E_{min} / E_{max}$$

1.5.- CALCULO POR ORDENADOR

Para el cálculo por ordenador se prepara un fichero de entrada de datos, en el que se irán introduciendo los datos geométricos y de otro tipo, y posteriormente los datos fotométricos de las luminarias (matrices de intensidad).

El orden de introducción de datos en el fichero de entrada es el siguiente:

- Datos que definen el contorno de la calzada.
- Disposición geométrica de los puntos de luz.
 - Características de las hileras de luminarias, tales como orientación, flujo luminoso, etc.
- Cuadrícula de cálculo sobre la calzada.
- Matrices de intensidad de las luminarias.

La iluminancia de un punto viene dada por la siguiente expresión:

$$E = S \left[I (c_i, \gamma_i) \cdot \cos^3 \gamma_i / h^2 \right]$$

El proceso de cálculo es el siguiente:

- 1.- Se genera la cuadrícula de cálculo.
- 2.- Para cada punto de la cuadrícula de cálculo, el ordenador determina el azimuth C y el ángulo de inclinación γ correspondiente a cada luminaria y, mediante adecuados sistemas de interpolación, se obtiene de la matriz de intensidades, el valor correspondiente de la intensidad debida a cada luminaria.
- 3.- El ordenador realiza las operaciones indicadas en la expresión de la iluminancia, teniendo en cuenta todas las luminarias, obteniéndose la iluminancia en cada uno de los puntos de la cuadrícula de cálculo.
- 4.- Por último calcula la iluminancia media de la zona de cálculo y las uniformidades media y general.

El fichero de salida contendrá un listado de los datos de entrada excepto los fotométricos, una tabla con la iluminancia en cada punto de la cuadrícula de cálculo, y los valores de la iluminancia media E_m y de las uniformidades media U_m y general U_g .

1.6.- CALCULO DE LUMINANCIAS

Aun cuando las luminarias pueden calcularse mediante métodos gráficos tales como el cálculo con diagramas iso-r e isocandelas, cálculo con diagramas iso-q e isolux, y cálculo por el método de las curvas de utilización de luminancia, todos ellos son métodos manuales gráficos aproximados largos y reiterativos, con posibilidad de errores, por lo que actualmente apenas se utilizan.

El cálculo de luminancias debe realizarse siempre en ordenador mediante un adecuado programa de cálculo, en el orden siguiente:

- Fichero de entrada de datos.
- Programa de cálculo.
- Fichero de salida de resultados.

1.7.- CALCULO DE DESLUMBRAMIENTOS

El deslumbramiento molesto es el fenómeno por el cual el ojo del observador experimenta una penosa sensación de exceso de luz, que le dificulta la visión de los objetos y le produce una fatiga ocular.

Si el fenómeno aumenta, el efecto producido es la imposibilidad de distinguir los detalles en el campo visión, debido a la aparición de una especie de velo luminoso, definiéndose de esta manera el denominado deslumbramiento perturbador.

1.8.- DESLUMBRAMIENTO MOLESTO

El deslumbramiento molesto G es la apreciación subjetiva en una instalación de alumbrado público, en condiciones dinámicas, de la existencia de un cierto deslumbramiento que reduce la comodidad de conducción de un vehículo. Este deslumbramiento está muy ligado a la fatiga y a la pérdida de agudeza visual.

La expresión del deslumbramiento molesto G es la siguiente:

$$G = IEL + VRI$$

Donde:

G : Índice del deslumbramiento molesto.
IEL : Índice específico de la luminaria.
VRI : Valor real de la instalación.

1.9.- DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR

El deslumbramiento perturbador es la apreciación subjetiva en una instalación de alumbrado público, en condiciones estáticas, de una pérdida de visión expresada como un incremento de umbral para diferencias de luminancias, es decir, sensibilidad de contrastes. Este deslumbramiento es mucho más grave que el molesto a efectos de daños visuales, ya que provoca la creación de un velo luminoso deslumbrante en la retina que puede llegar a eliminar las propiedades visuales de una persona.

La luminancia veladora o iluminancia de velo es la 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.

El deslumbramiento perturbador o incremento de umbral relativo TI, depende fundamentalmente de la iluminancia de velo, cuya expresión es la siguiente:

$$L_v = K \cdot S (E_g / -^2) \quad (\text{en cd / m}^2)$$

Donde:

K : Constante que depende de la edad del conductor, 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 (lux) : Iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión.

θ (grados) : Angulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación.

Se considera que influyen en el deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500m de distancia del observador.

El cálculo, aun cuando puede ejecutarse por métodos gráficos, se realiza normalmente mediante ordenador y el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral relativo TI, se expresa en tanto por ciento y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$TI = 65 \left[L_v / (L_m)^{0,8} \right] \quad (\text{en } \%)$$

Siendo:

L_v : Luminancia de velo.

L_m : Luminancia media de la calzada.

Formula válida para luminancias medias de calzada (L_m) entre 0,05 y 5 cd/m²

En el caso de niveles de luminancia media en las calzadas superiores a 5 cd/m², el incremento de umbral de contraste viene dado:

$$TI = 95 \left[L_v / (L_m)^{1,05} \right] \quad (\text{en } \%)$$

1.9.1.- ANGULO DE APANTALLAMIENTO

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de 20° con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo.

1.9.2.- POSICIÓN DEL OBSERVADOR

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada.

b) En dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre exactamente 20° con la línea de visión, es decir a una distancia igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando 20°) y se considerará para los cálculos, el mayor de los dos.

c) En dirección transversal se situará a $1/4$ de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500m.

1.9.3.- CONTROL DE LA LIMITACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO EN GLORIETAS

En el caso de glorieta no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), 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.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluje a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación, con una altura de la misma de 1,50m.

- **Posición 1:** Sobre una vía de tráfico que afluje a la glorieta, y el observador mirando al centro de la isleta.

- **Posición 2:** Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

1.10.- RELACIÓN ENTORNO SR

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los bordes de la calzada.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura (A_{SR}) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea a la calzada, se tomará para (A_{SR}) la anchura de ese espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

1.10.1- Número y posición de los puntos de cálculo en sentido longitudinal.

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido transversal.

1.10.2- Número y posición de los puntos de cálculo en sentido transversal.

El número de puntos de cálculo será $n=3$ si $A_{SR} > 2,5$ y $n=1$ en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función de la anchura (A_{SR}) de la zona de cálculo, como:

$$D = 2 (A_{SR} / n)$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia (d/2), de la primera y última luminaria, respectivamente.

1.11.- 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 o reflejada por las superficies iluminadas

Clasificación de zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas.

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.

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior.

La luminosidad del cielo producida por el 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.

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 siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS_{inst}
E1	<1%
E2	<5 %
E3	<15%
E4	<25%

Además de ajustarse a los valores de la tabla anterior, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

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

1.12.- LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

Al objeto de limitar los efectos de la luz intrusa o molesta de las instalaciones de alumbrado exterior sobre residentes o ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, excepto el alumbrado festivo y el navideño, se diseñaran para que cumplan los valores máximos establecidos en la siguiente tabla:

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 (Ev)	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 (Lm)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (Lmáx)	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (Lmáx)	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	ME5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15%	TI = 15%	TI = 15%	TI = 15%
	Para adaptación a L = 0,1 cd/m ²	Para adaptación a L = 1 cd/m ²	Para adaptación a L = 2 cd/m ²	Para adaptación a L = 5 cd/m ²

I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.



Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado



Fdo: Domingo Bel Gaudó

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS REALIZADOS

CALLE MATADERO (Tramo Miguel Servet-Monasterio de Samos)

Contenido

Portada 1

Contenido 2

Lista de luminarias 3

Fichas de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C,LED 9000LM - 2700K) 4

Resumen (hacia EN 13201:2004) 5

Camino peatonal 1 (CE3) 8

Calzada 1 (ME3c) 9

Camino peatonal 2 (CE3) 11

Lista de luminarias

 Φ_{total}
68000 lm P_{total}
584.8 WRendimiento lumínico
116.3 lm/W

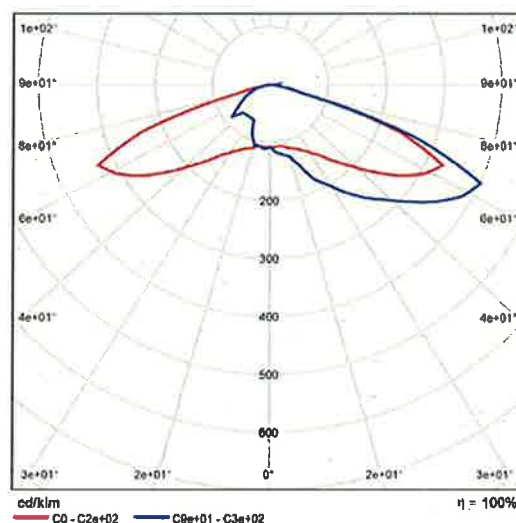
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 9.G.048G.AMA 1	Pechina Ambiental luminaire	73.1 W	8500 lm	116.3 lm/W

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



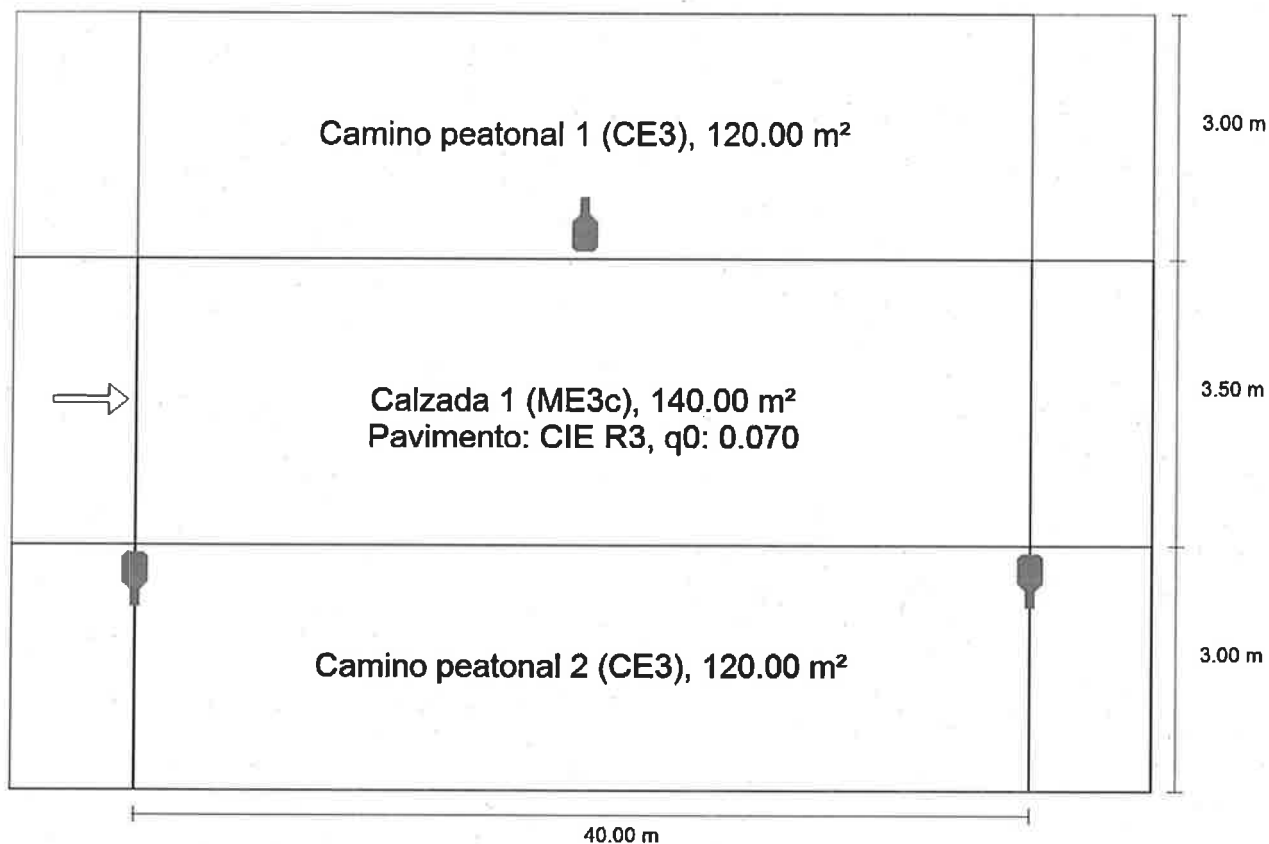
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.009.G.048G .AMA1
P	73.1 W
Φ Lámpara	8498 lm
Φ Luminaria	8500 lm
η	100.03 %
Rendimiento lumínico	116.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



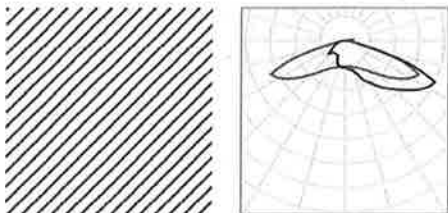
CDL polar

CALLE MATADERO(Tramo Migle Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)



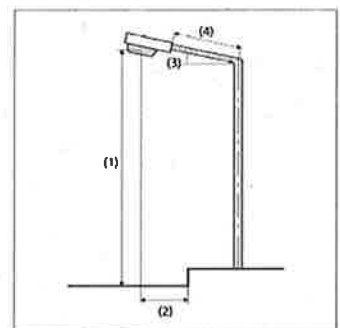
CALLE MATADERO(Tramo Migue Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)

Fabricante	C.&G.CARANDINI S.A.U.	P	73,1 W
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.009.G.048 G.AMA1	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	8498 lm
Nombre del artículo	Pechina Ambiental luminaire	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	8500 lm
Lámpara	1x C.LED 9000LM - 2700K	η	100.03 %

Pechina Ambiental luminaire (bilateral en alternancia)

Distancia entre mástiles	40.000 m
(1) Altura de punto de luz	6.500 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.350 m
(3) Inclinação del brazo	0,0°
(4) Longitud del brazo	0.400 m
Consumo	3653.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	70°: 572 cd/klm 80°: 97.4 cd/klm 90°: 1.73 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G.3
Clase de índice de deslumbramiento	D.4



CALLE MATADERO(Tramo Migue Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (CE3)	E_m	17.87 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.77	≥ 0.40	✓
Calzada 1 (ME3c)	L_m	1.47 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.58	≥ 0.50	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	SR	0.91	≥ 0.50	✓
Camino peatonal 2 (CE3)	E_m	17.87 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.77	≥ 0.40	✓

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

CALLE MATADERO(Tramo Migue Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

Camino peatonal 1 (CE3)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (CE3)	E_m	17.87 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.77	≥ 0.40	✓

CALLE MATADERO(Tramo Migue Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

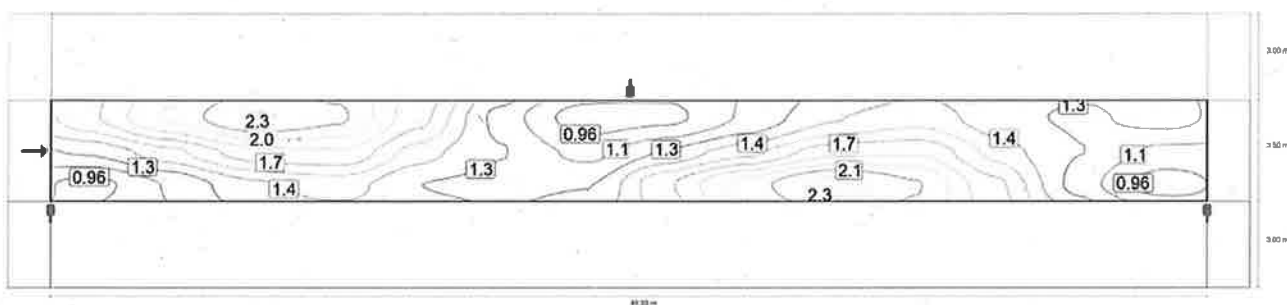
Calzada 1 (ME3c)

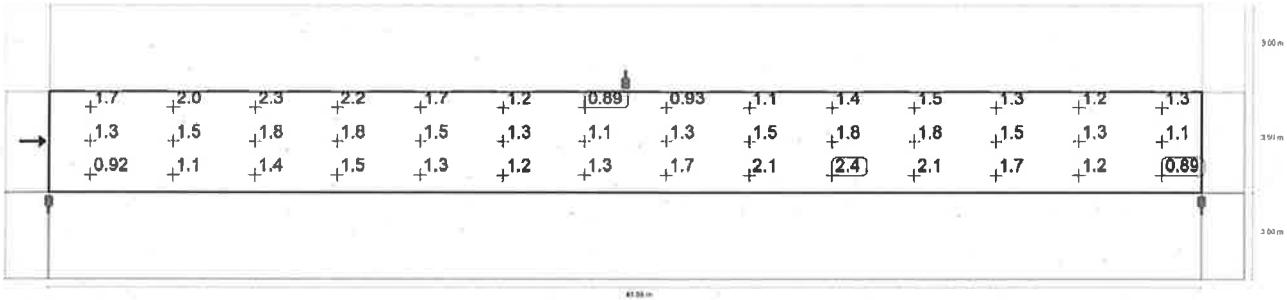
Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (ME3c)	L_m	1.47 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.58	≥ 0.50	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	SR	0.91	≥ 0.50	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 4.750 m, 1.500 m	L_m	1.47 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.58	≥ 0.50	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
5.917	1.66	2.01	2.30	2.16	1.74	1.20	0.89	0.93	1.14	1.39	1.49	1.32	1.24	1.32
4.750	1.28	1.51	1.79	1.82	1.48	1.26	1.07	1.28	1.51	1.80	1.83	1.49	1.26	1.07
3.583	0.92	1.13	1.37	1.46	1.26	1.23	1.25	1.68	2.06	2.36	2.15	1.73	1.20	0.89

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

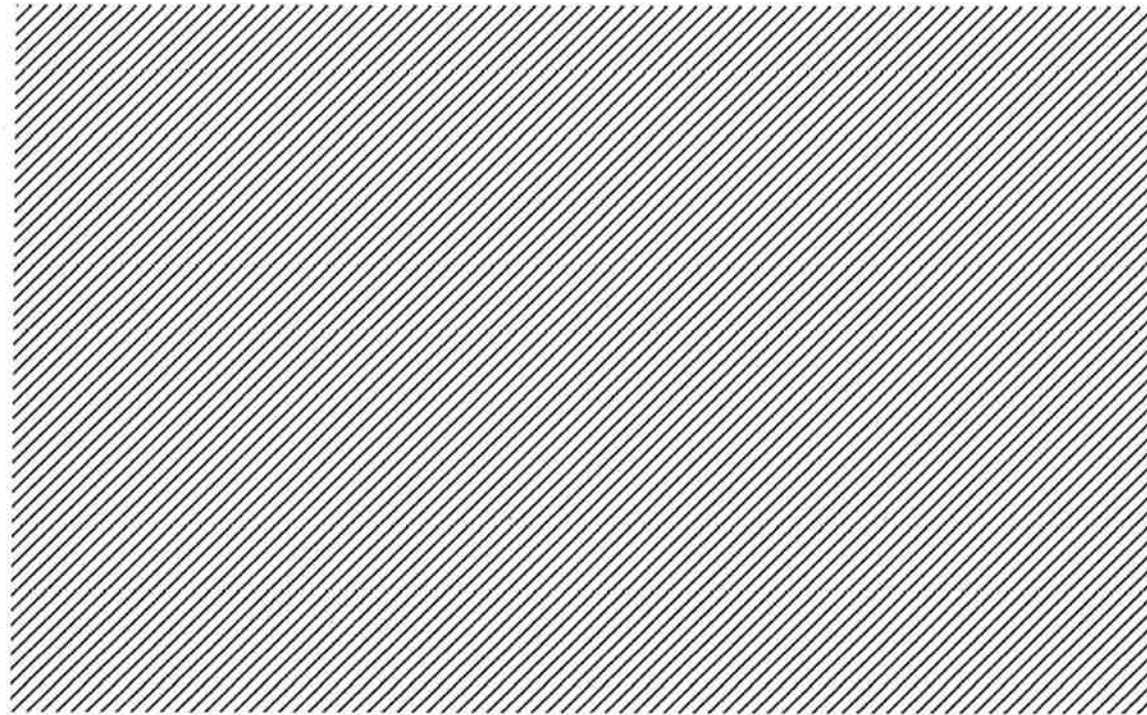
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	1.47 cd/m²	0.89 cd/m²	2.36 cd/m²	0.605	0.378

CALLE MATADERO(Tramo Migue Servet - Monasterio Samos) · Alternativa 1

Camino peatonal 2 (CE3)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 2 (CE3)	E_m	17.87 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.77	≥ 0.40	✓



CALLE MATADERO (Tramo Monasterio de Samos-Avda. San José)

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Lista de luminarias	3

Fichas de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 2000LM - 2700K)	4
C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 6000LM - 2700K)	5
Resumen (hacia EN 13201:2004)	6
Camino peatonal 1 (CE3)	11
Calzada 1 (ME3c)	12
Camino peatonal 2 (CE3)	14

Lista de luminarias

Φ_{total} 47599 lm	P_{total} 408.5 W	Rendimiento lumínico 116.5 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

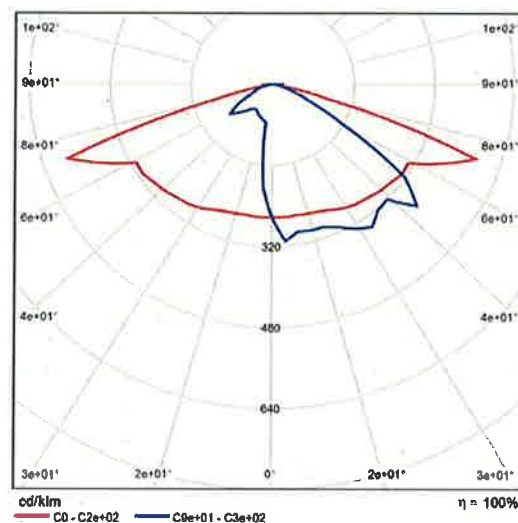
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 2.G.016C.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	16.2 W	1874 lm	115.9 lm/W
7	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 6.G.032G.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	49.1 W	5729 lm	116.8 lm/W

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.002.G.016C .AMM1
P	16.2 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1876 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1874 lm
η	99.94 %
Rendimiento lumínico	115.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



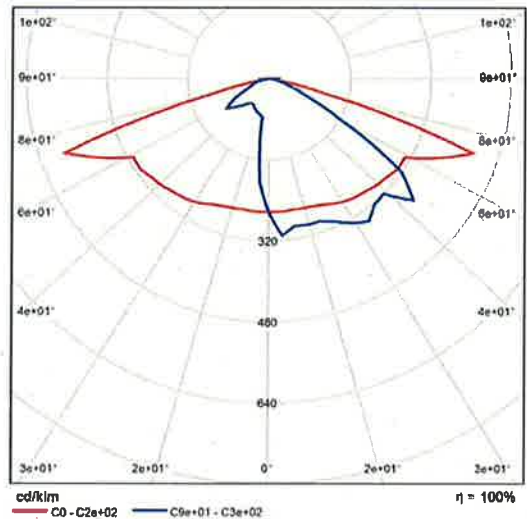
CDL polar

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



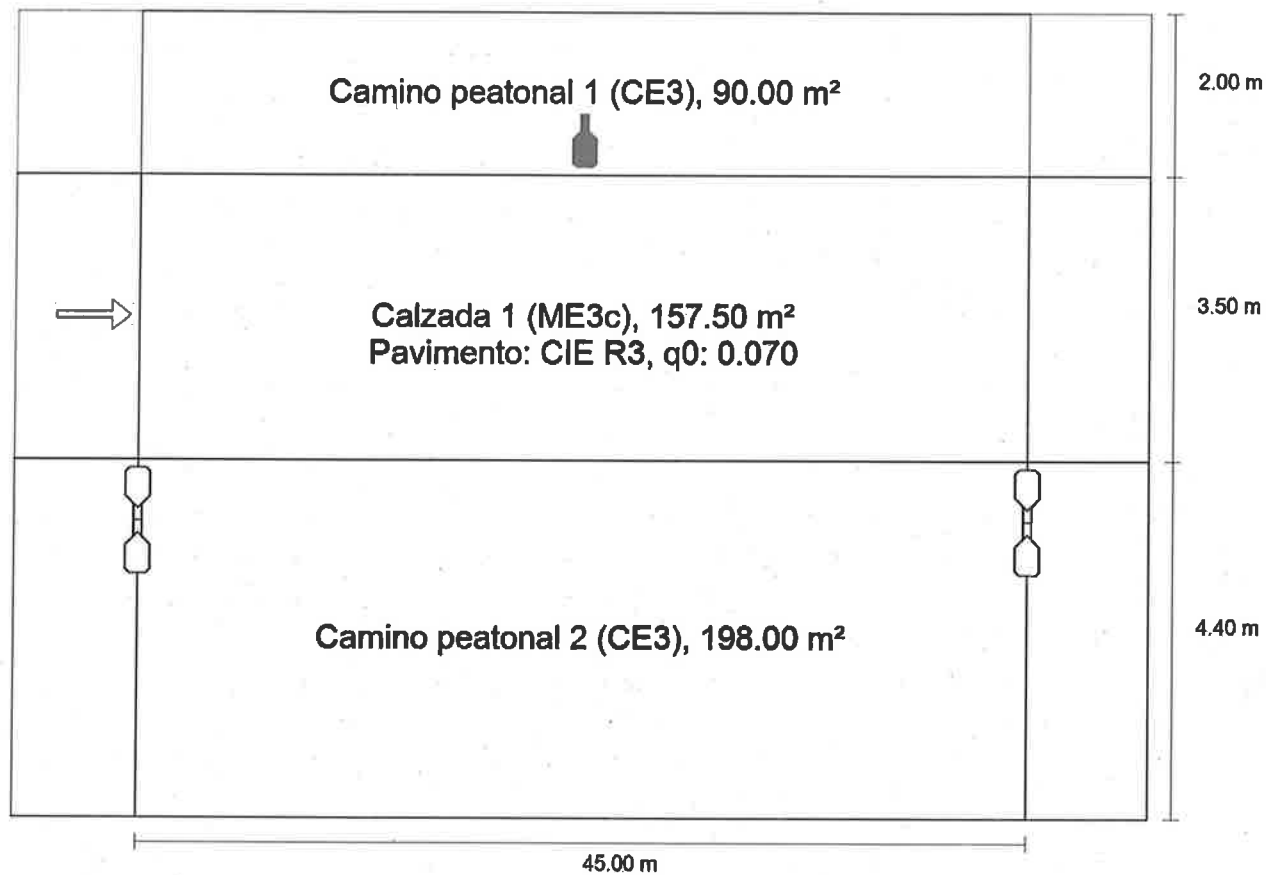
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032G .AMM1
P	49.1 W
ΦLámpara	5733 lm
ΦLuminaria	5729 lm
η	99.94 %
Rendimiento lumínico	116.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



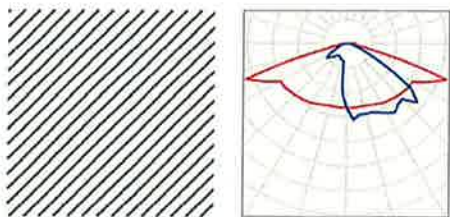
CDL polar

CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)



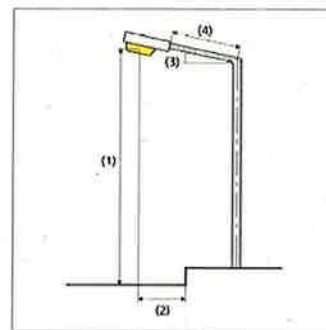
CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)

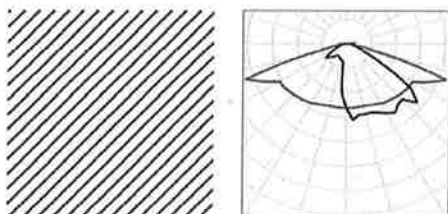
Fabricante	C.&G.CARANDINI S.A.U.	P	49.1 W
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032 G.AMM1	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	5733 lm
Nombre del artículo	Pechina Ambiental luminaire	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	5729 lm
Lámpara	1x C.LED 6000LM - 2700K	η	99,94 %

Pechina Ambiental luminaire (unilateral arriba)

Distancia entre mástiles	45.000 m
(1) Altura de punto de luz	6.500 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.350 m
(3) Inclinação del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.400 m
Consumo	1079.1 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	70°: 659 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	80°: 28.5 cd/klm 90°: 2.28 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G.3
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



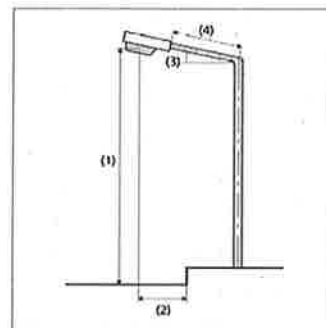
CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1
Resumen (hacia EN 13201:2004)



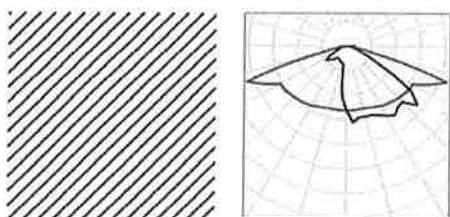
Fabricante	C.&G.CARANDINI S.A.U.	P	49,1 W
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032 G.AMM1	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	5733 lm
Nombre del artículo	Pechina Ambiental luminaire	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	5729 lm
Lámpara	1x C.LED 6000LM - 2700K	η	99,94 %

Pechina Ambiental luminaire (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	45.000 m
(1) Altura de punto de luz	6.500 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.350 m
(3) Inclinação del brazo	0,0°
(4) Longitud del brazo	0.400 m
Consumo	1079.1 W/km
ULR / ULOR	0,00 / 0,00
Intensidad lumínica máx	70°: 659 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	80°: 28.5 cd/klm 90°: 2.28 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G.3
Clase de índice de deslumbramiento	D.5



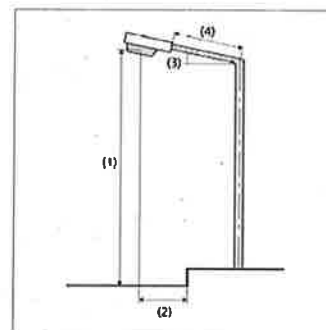
CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1
Resumen (hacia EN 13201:2004)



Fabricante	C.&G.CARANDINI S.A.U.	P	16,2 W
Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.002.G.016 C.AMM1	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1876 lm
Nombre del artículo	Pechina Ambiental luminaire	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1874 lm
Lámpara	1x C.LED 2000LM - 2700K	η	99.94 %

Pechina Ambiental luminaire (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	45.000 m
(1) Altura de punto de luz	4.500 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.350 m
(3) Inclinação del brazo	0,0°
(4) Longitud del brazo	0.400 m
Consumo	355,7 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	70°: 659 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	80°: 28.5 cd/klm 90°: 2.28 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G.3
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2004)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (CE3)	E _m	16.05 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U _o	0.48	≥ 0.40	✓
Calzada 1 (ME3c)	L _m	1.39 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.72	≥ 0.40	✓
	U _l	0.71	≥ 0.50	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	SR	0.87	≥ 0.50	✓
Camino peatonal 2 (CE3)	E _m	16.24 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U _o	0.46	≥ 0.40	✓

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

Camino peatonal 1 (CE3)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (CE3)	E_m	16.05 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.48	≥ 0.40	✓

CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

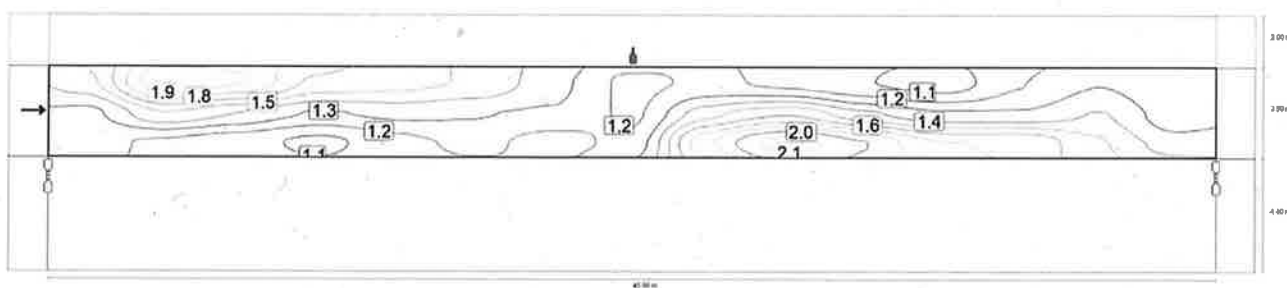
Calzada 1 (ME3c)

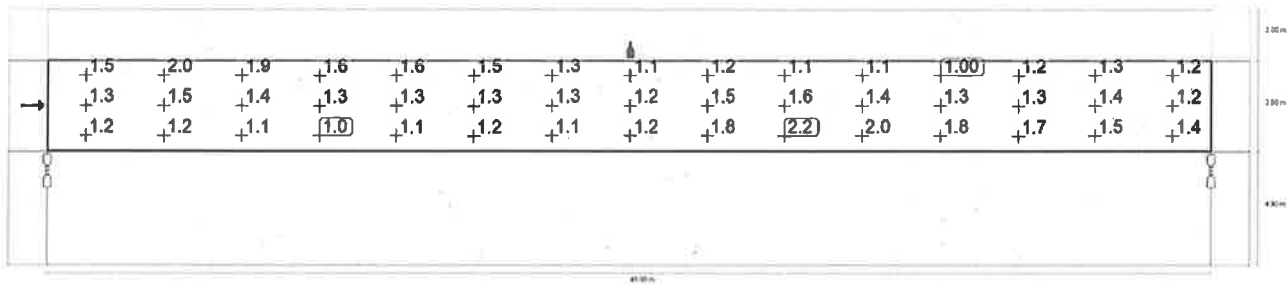
Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (ME3c)	L_m	1.39 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.72	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.50	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	SR	0.87	≥ 0.50	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 6.150 m; 1.500 m	L_m	1.39 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.72	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.50	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500
7.317	1.48	1.98	1.88	1.60	1.56	1.51	1.34	1.15	1.20	1.14	1.06	1.00	1.16	1.28	1.18
6.150	1.26	1.52	1.40	1.28	1.32	1.30	1.27	1.15	1.48	1.62	1.43	1.32	1.31	1.41	1.22
4.983	1.19	1.16	1.11	1.03	1.13	1.20	1.12	1.21	1.85	2.16	1.99	1.76	1.74	1.55	1.35

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

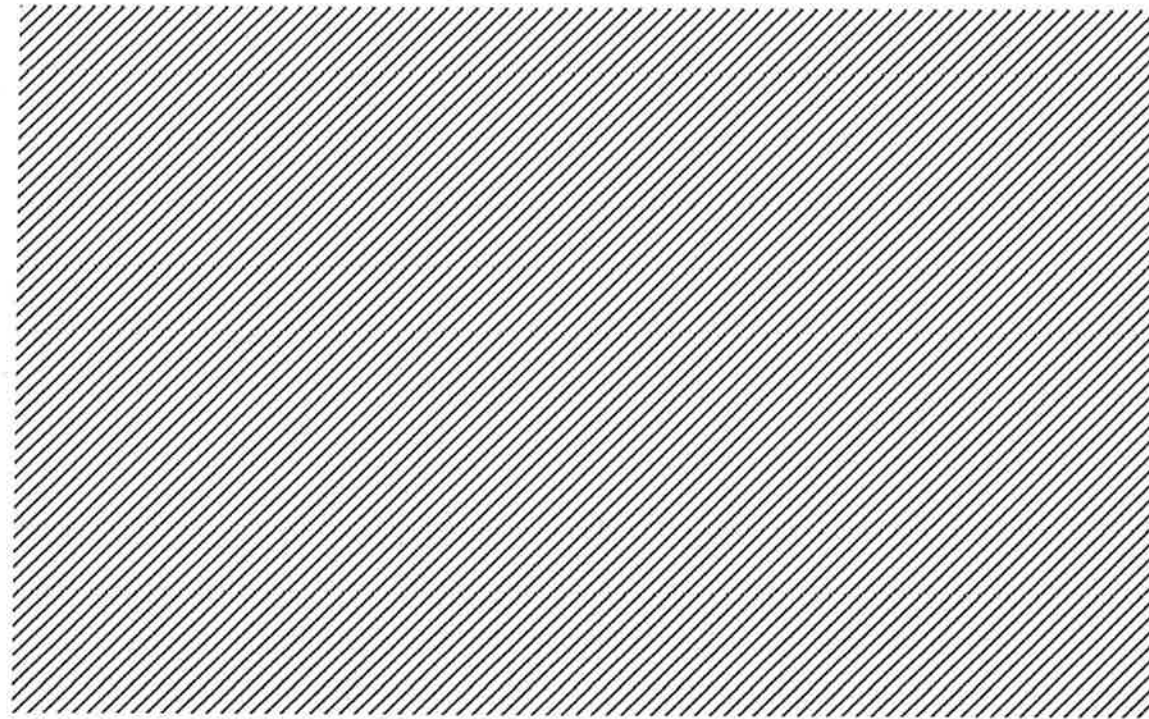
	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	1.39 cd/m²	1.00 cd/m²	2.16 cd/m²	0.720	0.463

CALLE MATADERO(Monasterio Samos-Avda. San José) · Alternativa 1

Camino peatonal 2 (CE3)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 2 (CE3)	E_m	16.24 lx	≥ 15.00 lx	✓
	U_o	0.46	≥ 0.40	✓



INTERSECCIÓN CALLES MATADERA Y MONASTERIO SAMOS

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Lista de luminarias	3

Fichas de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 2000LM - 2700K)	4
C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 2000LM - 2700K)	5
C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 6000LM - 2700K)	6
C.&G.CARANDINI S.A.U. - Pechina Ambiental luminaire (1x C.LED 6000LM - 2700K)	7

Acera 1

Plano de situación de luminarias	8
Lista de luminarias	13
Objetos de cálculo	14
Calzada / Iluminancia perpendicular	16
Acera1 / Iluminancia perpendicular	17
Acera2 / Iluminancia perpendicular	18
Acera3 / Iluminancia perpendicular	19
Acera4 / Iluminancia perpendicular	20

Lista de luminarias

Φ_{total}
47850 lm

P_{total}
420.6 W

Rendimiento lumínico
113.8 lm/W

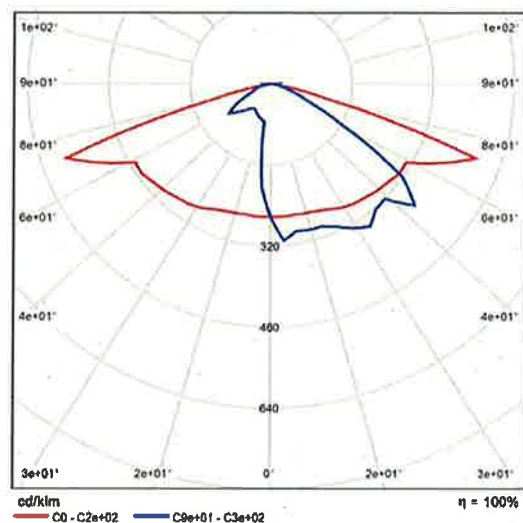
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 2.G.016E.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	21.0 W	2414 lm	115.2 lm/W
1	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 2.G.016E.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	21.0 W	2414 lm	115.2 lm/W
5	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 6.G.032G.AMA 1	Pechina Ambiental luminaire	49.1 W	5561 lm	113.4 lm/W
1	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 6.G.032G.AMA 1	Pechina Ambiental luminaire	49.1 W	5561 lm	113.4 lm/W

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.002.G.016E .AMM1
P	21.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	2415 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2414 lm
η	99.94 %
Rendimiento lumínico	115.2 lm/W
CCT	2700 K
CRI	70



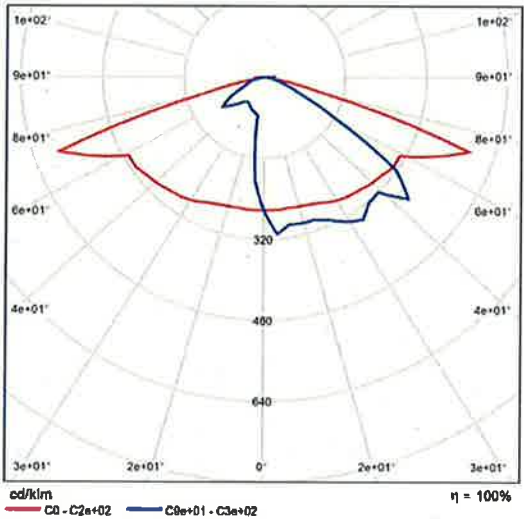
CDL polar

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.002.G.016E .AMM1
P	21.0 W
Φ Lámpara	2415 lm
Φ Lumínaria	2414 lm
η	99.94 %
Rendimiento lumínico	115.2 lm/W
CCT	2700 K
CRI	70



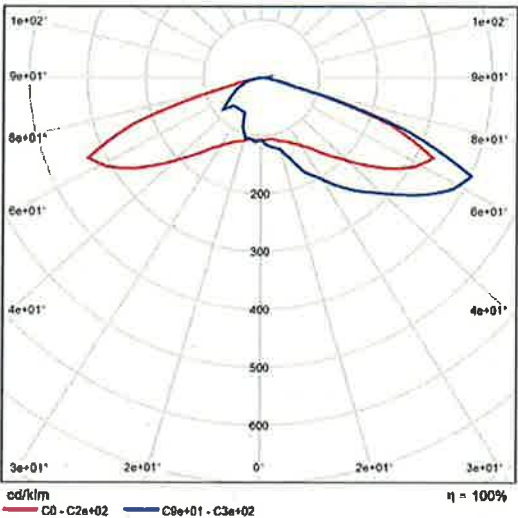
CDL polar

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032G .AMA1
P	49.1 W
ΦLámpara	5559 lm
ΦLuminaria	5561 lm
η	100.03 %
Rendimiento lumínico	113.4 lm/W
CCT	2700 K
CRI	70



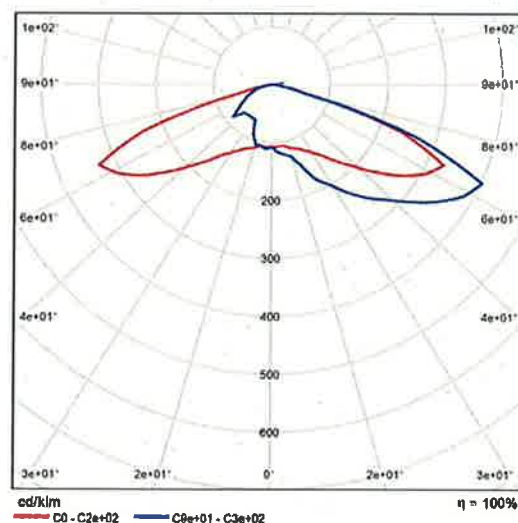
CDL polar

Ficha de producto

C.&G.CARANDINI S.A.U. Pechina Ambiental luminaire



Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032G .AMA1
P	49.1 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	5559 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	5561 lm
η	100.03 %
Rendimiento lumínico	113.4 lm/W
CCT	2700 K
CRI	70



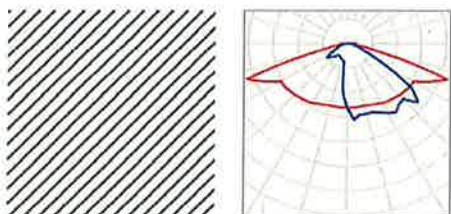
CDL polar

Acera 1

Plano de situación de luminarias



Acera 1

Plano de situación de luminarias

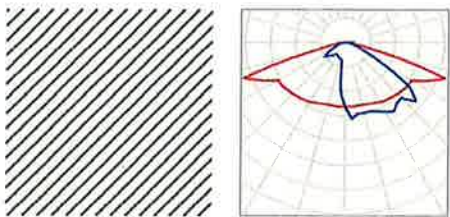
Fabricante C.&G.CARANDINI S.A.U.

Nº de artículo PCM.4.Z.CC.002.G.016E
.AMM1Nombre del artículo Pèchina Ambiental
luminaire**Luminarias individuales**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
84.401 m	56.325 m	4.600 m	7
83.448 m	39.695 m	4.600 m	8
69.589 m	48.921 m	4.600 m	10
77.803 m	66.673 m	4.600 m	11
75.589 m	34.659 m	4.600 m	12

Acera 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante C.&G.CARANDINI S.A.U.

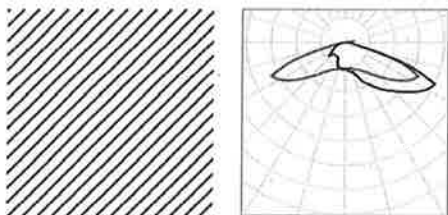
Nº de artículo PCM.4.Z.CC.002.G.016E
.AMM1

Nombre del artículo Pechina Ambiental
luminaire

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
67.697 m	39.503 m	4.600 m	9

Acera 1

Plano de situación de luminarias

Fabricante C.&G.CARANDINI S.A.U.

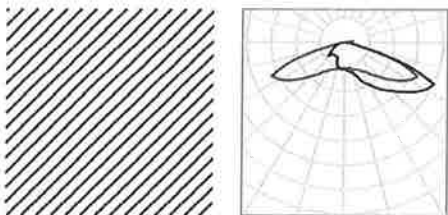
Nº de artículo PCM.4.Z.CC.006.G.032G
.AMA1

Nombre del artículo Pechina Ambiental
luminaire

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
82.754 m	39.669 m	6.600 m	1
76.344 m	34.602 m	6.600 m	2
78.534 m	66.317 m	6.600 m	4
84.249 m	55.651 m	6.600 m	5
70.326 m	48.593 m	6.600 m	6

Acera 1

Plano de situación de luminarias

Fabricante	C.&G.CARANDINI S.A.U.
------------	-----------------------

Nº de artículo	PCM.4.Z.CC.006.G.032G .AMA1
----------------	--------------------------------

Nombre del artículo	Pechina Ambiental luminaire
---------------------	--------------------------------

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
67.699 m	40.298 m	6.600 m	3

Acera 1

Lista de luminarias

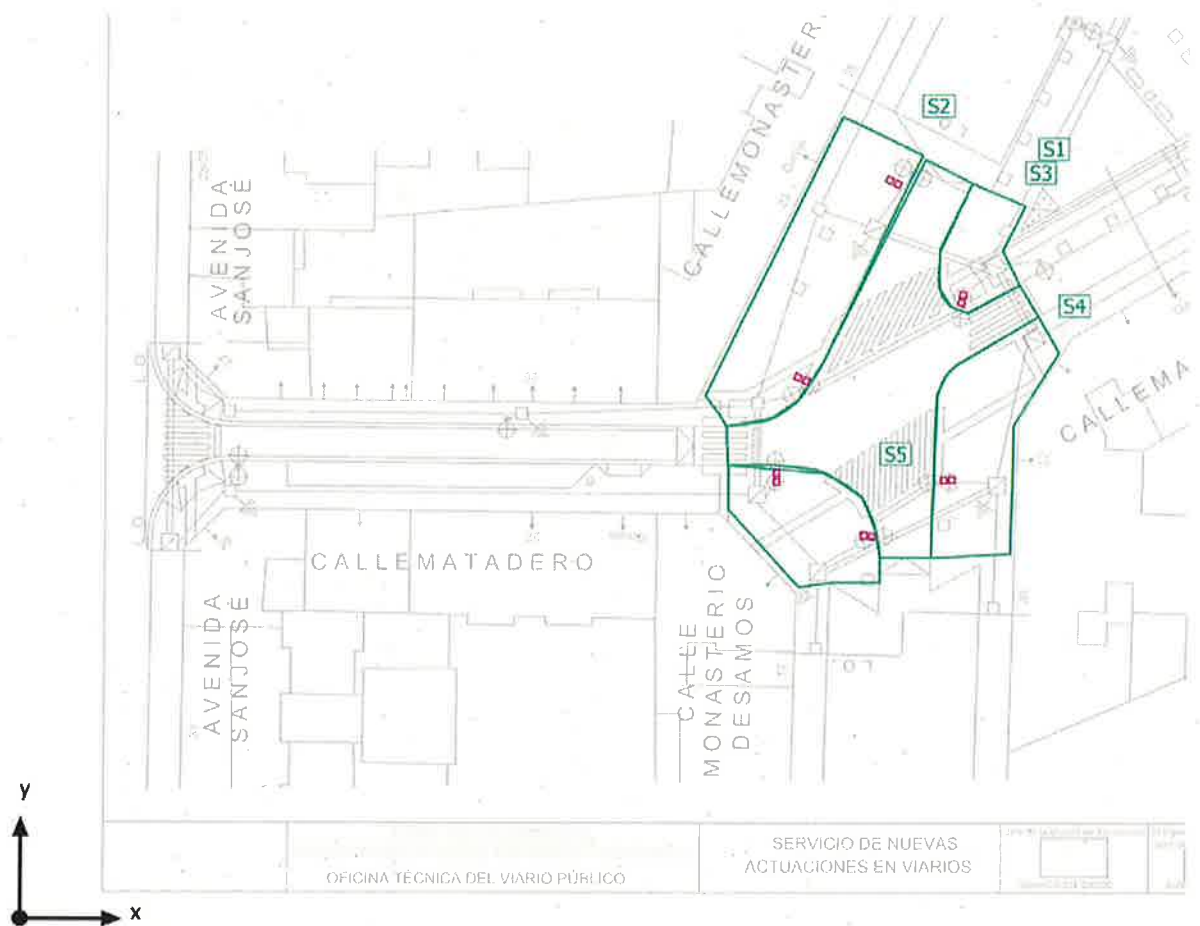
 Φ_{total}
47850 lm

 P_{total}
420.6 W

Rendimiento lumínico
113.8 lm/W

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 2.G.016E.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	21.0 W	2414 lm	115.2 lm/W
1	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 2.G.016E.AMM 1	Pechina Ambiental luminaire	21.0 W	2414 lm	115.2 lm/W
5	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 6.G.032G.AMA 1	Pechina Ambiental luminaire	49.1 W	5561 lm	113.4 lm/W
1	C.&G.CARA NDINI S.A.U.	PCM.4.Z.CC.00 6.G.032G.AMA 1	Pechina Ambiental luminaire	49.1 W	5561 lm	113.4 lm/W

Acera 1

Objetos de cálculo

Acera 1

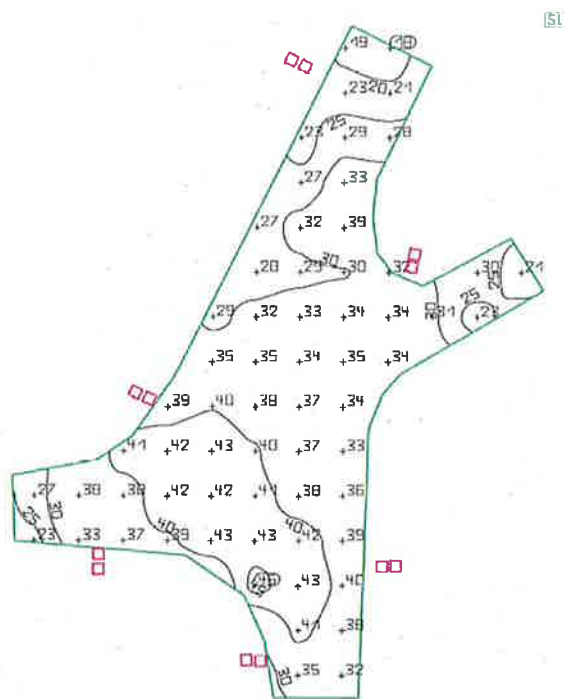
Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	g_1	g_2	Índice
Calzada Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	34.0 lx	17.8 lx	46.0 lx	0.52	0.39	S1
Acera1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	25.6 lx	10.5 lx	51.8 lx	0.41	0.20	S2
Acera2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	28.2 lx	11.2 lx	51.2 lx	0.40	0.22	S3
Acera3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	28.6 lx	11.9 lx	50.6 lx	0.42	0.24	S4
Acera4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	39.0 lx	18.0 lx	59.4 lx	0.46	0.30	S5

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

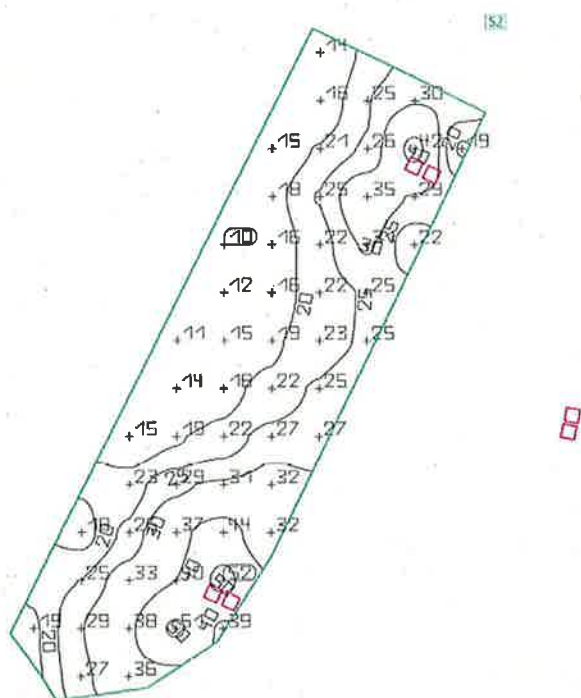
Acera 1
Calzada



Propiedades	$\bar{E}$	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Calzada	34.0 lx	17.8 lx	46.0 lx	0.52	0.39	S1
Iluminancia perpendicular						
Altura: 0.000 m						

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

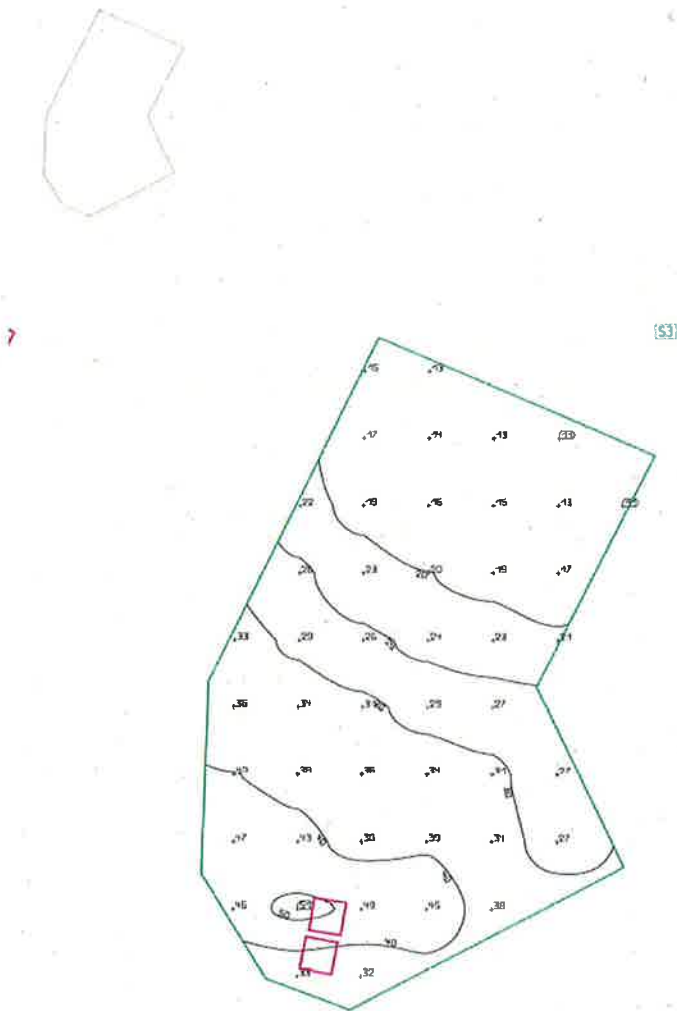
Acera 1

Acera1

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	g_1	g_2	Índice
Acera1	25.6 lx	10.5 lx	51.8 lx	0.41	0.20	S2
Iluminancia perpendicular						
Altura: 0.000 m						

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

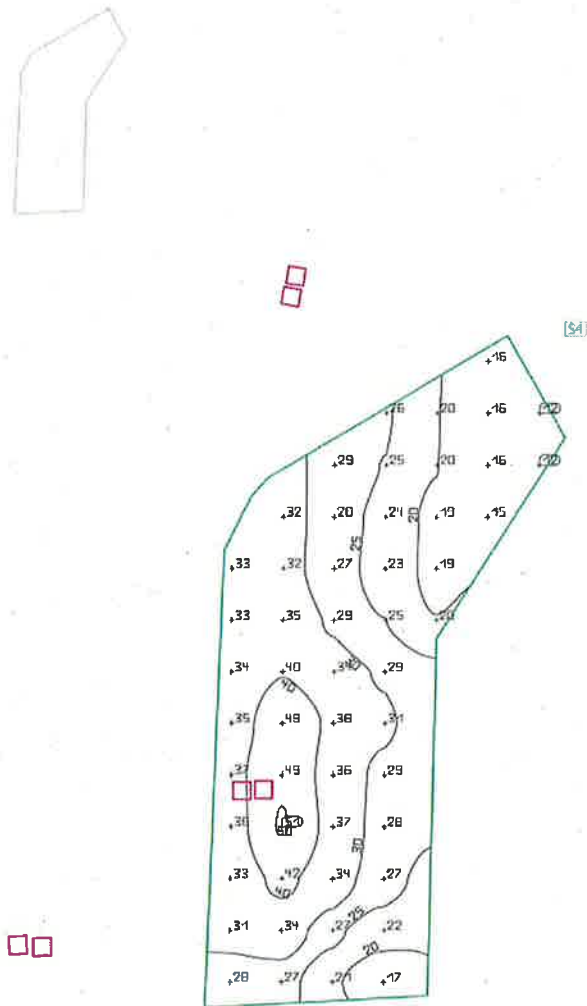
Acera 1
Acera2



Propiedades	E	E _{mín}	E _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Acera2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	28.2 lx	11.2 lx	51.2 lx	0.40	0.22	S3

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

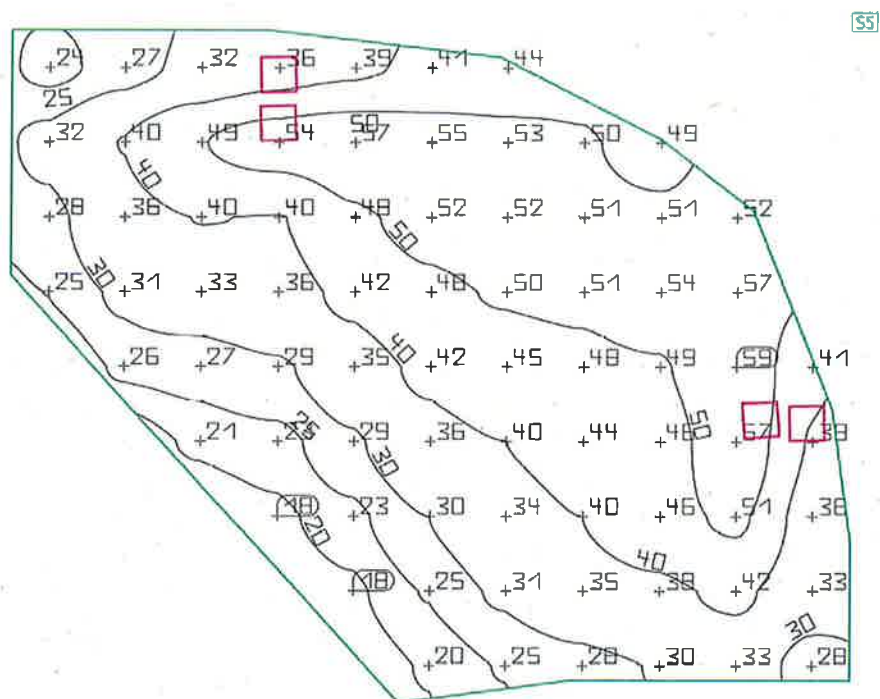
Acera 1
Acera3



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	g_1	g_2	Índice
Acera3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	28.6 lx	11.9 lx	50.6 lx	0.42	0.24	S4

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

Acera 1

Acera4

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	g_1	g_2	Índice
Acera4	39.0 lx	18.0 lx	59.4 lx	0.46	0.30	S5
Iluminancia perpendicular						
Altura: 0.000 m						

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

ANEJO 2
CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEJO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Comprende este anexo la justificación, el cálculo y las dimensiones de los circuitos de alumbrado público establecidos en los cuadros de medida y maniobra, red de tierras y especificaciones del Centro de Mando y Medida con el cálculo y dimensiones.

El cálculo y dimensiones de las redes eléctricas para la alimentación de los puntos de luz tienen que cumplir lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En el caso de la utilización de luminarias de ledes, la carga a tener en cuenta será el consumo total del sistema de la luminaria ledes, es decir, la potencia nominal del módulo completo de ledes, de acuerdo con la potencia nominal individual de cada uno de los led que componen el conjunto del módulo, más el consumo del equipo auxiliar electrónico o driver, debiendo aportar el fabricante el correspondiente certificado. En los cálculos aportados en el presente proyecto, se ha tenido en cuenta un coeficiente de mayoración de 1,4 para la intensidad nominal de las luminarias de ledes.

El cálculo de las secciones de las redes eléctricas se contemplará lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-09 y 19, considerando que la máxima caída de tensión admisible será de un 3% de la tensión nominal de la red.

La red eléctrica de suministro a los puntos de luz desde cada uno de los cuadros de medida y maniobra se realizará proyectando circuitos abiertos, procurando reducir la longitud de los mismos y equilibrar las cargas de los ramales al objeto de unificar secciones.

La fórmula a utilizar para el cálculo de la caída de tensión, es la siguiente:

$$d = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos j) / K \cdot S$$

Siendo:

d	= Caída de tensión en voltios.
L	= Longitud del circuito en metros.
I	= Intensidad en amperios.
cos j	= Factor de potencia
K	= Factor de conductividad.
S	= Sección del conductor en mm ² .

La anterior expresión puede simplificarse al multiplicar el numerador y denominador del segundo miembro de la misma por la tensión V, y considerando que la potencia viene definida por la fórmula $W = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos j$, se obtiene finalmente:

$$S \cdot d = W \cdot L / K \cdot V$$

De conformidad con las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-07, 09 y 44, los conductores de alimentación, deberán estar constituidos por tres conductores o fases iguales y uno también independiente y de idéntica sección para el conductor neutro, siendo la sección mínima del conductor en red subterránea de 6 mm² y en tendido aéreo de 4 mm². La sección que discurrirá por el interior de los soportes será de 2,5 mm².

No se permitirá la existencia de empalmes en el interior de los soportes.

En instalaciones subterráneas, cuando pueda preverse el ataque de roedores u otros agentes se utilizarán conductores de tipo RVFV 1000 o con protección mecánica similar, también podrán utilizarse conductores del tipo DN-0,6/1KV, que serán de cobre flexibles con aislamiento de goma y cubierta de bupreno antiroedores.

Las instalaciones eléctricas se realizarán siempre en sistemas trifásicos con tres hilos (III) para una tensión de 230 V o cuatro hilos (III+N) para 400 V.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

El conductor de alimentación a las luminarias que proviene de la caja de derivación situada en la arqueta, deberá ser soportado mecánicamente, no admitiéndose que cuelgue directamente del balasto o fichas de entrada de la luminaria.

Los circuitos de alimentación de los puntos de luz, en instalación subterránea bajo tubo, estará constituida por conductores de cobre unipolares de cobre tipo RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 KV, clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), reacción al fuego clase Eca, según la norma UNE 21123-4 de (3F+N) y para las redes aéreas por conductor de cobre unipolar trenzado a derechas RZ (grapadas en fachada o sobre fiador), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, clase 2 según UNE-EN 60228, con aislamiento de polietileno reticulado (R), según UNE 21030-2 de (3F+N+TT).

Igualmente se realizarán los cálculos eléctricos por densidad de corriente después de haber obtenido los mismos por caída de tensión, comprobándose como mínimo en la acometida, en la derivación individual (DI) y en aquellos circuitos que se prevean sobrecargados.

La intensidad de corriente vendrá dada por la formula siguiente:

$$I = W / [\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos j \cdot (1 - S)]$$

Se adoptan valores para el desequilibrio de cargas (S) de 0,1, y factor de potencia mínimo (cos j) de 0,90.

La potencia a considerar para el cálculo por densidad de corriente para los circuitos, será la resultante de sumar la potencia de lámpara más la debida al equipo auxiliar.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores de la tabla del punto 4 (Equipos Auxiliares) de la Instrucción Técnica Complementaria EA-04 según Real Decreto 1890/2008. En caso de luminarias de leds la potencia será aportada por el fabricante, teniendo en cuenta la potencia total de la placa de leds y del drivers de alimentación.

2.2.- RED DE TIERRAS

La máxima resistencia de puesta a tierra en cada soporte será tal que en los mismos no se podrá producir tensiones de contacto superiores a 24 V, ni en las partes metálicas accesibles de la instalación a lo largo de la vida de la misma.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles de la instalación, incluso los brazos murales en fachadas y el armario metálico.

La puesta a tierra de los soportes de los puntos de luz, aun cuando existe la alternativa de instalar una pica de tierra por columna, se considera más idóneo prever una red de tierras, instalando una o más picas de tierra hincadas en las arquetas cada tres soportes metálicos, no obstante se colocarán las necesarias hasta obtener la resistencia adecuada y siempre en el primero y en el último soporte de cada circuito, teniendo especial precaución en los primeros junto a los cuadros, especialmente si están próximos a los centros de transformación, debiendo cumplimentar el punto 11 de la ITC BT-18.

Esta red de tierras estará formada por conductor de cobre unipolar ES07V-K de tensión asignada 450/750V, clase 5 (K) de sección mínima de 16 mm², con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC) y discurrirá siempre por el interior de los tubos que forman la canalización y que contienen los conductores eléctricos.

Para el caso de instalaciones aéreas, tanto grapadas por fachada como sobre fiador, la sección del conductor de será como mínimo de 6 mm² e igual a la de los conductores activos, colocando una puesta a tierra cada 5 brazos murales y siempre en el primero y en el último.

La conexión del soporte metálico con la línea de enlace con tierra, se realizará con conductor de cobre unipolar ES07V-K de tensión asignada 450/750V, clase 5 (K), de sección mínima de 16 mm², con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), clase de reacción al fuego Eca, sujeto a la pletina de toma de tierra del soporte.

Las picas utilizadas, de la longitud y diámetro indicado en el presupuesto, serán de núcleo de acero al carbono con una capa de cobre de espesor uniforme y puro, aleada molecularmente al núcleo. La unión entre ambas será tal que si se pasa una herramienta cortante no exista separación alguna entre el cobre y el acero en la viruta resultante.

Las picas se hincarán cuidadosamente en el fondo de las arquetas, de manera que la parte posterior de la pica sobresalga 20cms de la superficie del lecho de grava. La línea de tierra y el conductor de tierra del soporte, formarán un bucle y se sujetarán al extremo superior de la pica, mediante grapa de doble paso de latón estampado.

Cuando se acabe la bobina, en la arqueta correspondiente, se ejecutará mediante terminales, grapas, soldadura, o sistema adecuado que garantice plenamente la continuidad eléctrica y mecánica de las líneas de tierra y protegido contra la corrosión, sin que en ningún caso el conductor se vea sometido a tensiones mecánicas.

La toma de tierra de pasos inferiores o puentes, se realizará mediante circuito de tierra colocando en sus extremos picas o placas de toma de tierra.

En cualquier caso, la resistencia de paso no será superior a 10 Ω .

Las secciones de la red de tierras serán función de los conductores de los circuitos de alimentación de los puntos de luz, de acuerdo con la siguiente relación:

Línea de alimentación	Línea de enlace con tierra
$16 < S \leq 35$	16 mm^2
$S > 35$	$S / 2$

En la instalación de luminarias Clase I, se conectarán al punto de puesta a tierra del soporte, mediante conductor de cobre con aislamiento reglamentario V-750 de color amarillo - verde de $2,5 \text{ mm}^2$ de sección en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria ITC BT-09 y 44, o bien el conductor multipolar que alimenta la luminaria desde la caja de derivación será de $3\text{G}2,5 \text{ mm}^2$ de sección tipo RV-K 0,6/1 kV (F+N+TT).

Los kioscos, buzones, bancos o cualquier tipo de mobiliario urbano construido con estructura metálica que estén situados a una distancia inferior a 2 m. de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra, según en la ITC-BT-09 en su apartado 9 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.3- CÁLCULOS

No se han realizado cálculos eléctricos del actual circuito que proviene del cuadro de medida y maniobra de propiedad municipal con denominación **Z1-234** situado en la Calle Miguel Servet ya que la potencia de los puntos actuales que serán objeto de sustitución por led (mediante retrofit) ascenderá a 3,6 kW., que corresponden a 12 puntos dobles de 300 W cada uno. Dicha potencia es mayor que la potencia de los puntos proyectados y cuya suma es de 1,66 kW. En dicha suma se han tenido en cuenta los puntos de luz sustituidos por retrofit y los nuevos puntos de luz a lo largo de la Calle Matadero.

La sección del cable será la misma que la actual, mediante cables unipoleas de cobre RV-k 0,6/1 kV de $4 \times 1 \times 6 \text{ mm}^2$., tal y como viene reflejado en el plano correspondiente de circuito.

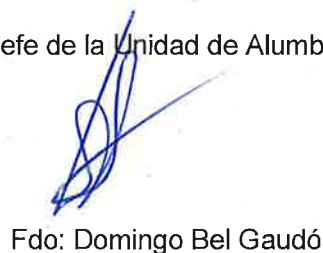
I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.



Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado



Fdo: Domingo Bel Gaudó

ANEJO 3**CÁLCULOS COSTES DE CONSERVACIÓN**

ANEJO 3

CALCULO DE COSTES DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.1.- COSTE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para fijar los costes del consumo anual de energía eléctrica de una instalación de alumbrado público, habrá que aplicar la tarifa eléctrica que en el momento se encuentre en vigor.

Para lo cual habrá que tener en cuenta la Circular 3/2020 de 15 de enero y su corrección de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad, además de tener en consideración los siguientes documentos legislativos publicados en el B.O.E.:

- Circular 3/2021 de 17 de marzo de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que modifica la Circular 3/2020 de 15 de enero.

- Real Decreto 148/2021 de 9 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de las cargas del sistema eléctrico.

- Resolución de 18 de marzo de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de junio de 2021.

- Orden TED/371/2021 de 19 de abril, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico y de los cargos por capacidad que resultan de aplicación a partir del 1 de junio de 2021.

Los segmentos tarifarios de cargos de aplicación a los consumidores, coincidirán con los peajes de transporte y distribución definido en el artículo 6.2 de la Circular 3/2020 de 15 de enero de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad de acuerdo a la siguiente correspondencia:

Segmento tarifario	1	2	3	4	5	6
Peaje de transporte y distribución Circular 3/2020	2.0 TD	3.0 TD	6.1 TD	6.2 TD	6.3 TD	6.4 TD

Debido a la complejidad del cálculo del consumo energético por la multitud de variables establecidas, así como a las fluctuaciones del precio de la energía, hemos obviado el mismo.

No obstante, vamos a realizar los cálculos del consumo anual de los puntos de luz proyectados así como de los que van a ser desmontados como consecuencia de la entrada en funcionamiento de la nueva instalación.

Según el Observatorio Astronómico de Madrid y partiendo de las horas oficiales de orto y ocaso configuradas en el reloj astronómico digital, se puede estimar aproximadamente que el alumbrado está funcionando anualmente en el entorno de las **4.302,92H**.

Los datos aportados por el fabricante, respecto a las luminarias ledes que se proyectan, como son la potencia del conjunto de n.º de ledes y driver, corriente de alimentación, temperatura de color 2700K (blanco cálido), flujo nominal de las placas de ledes y potencia total de consumo, son los siguientes:

Luminaria Nº de led / corriente alim. / Temp. color	Potencia (W)	Flujo ledes (lm)	Eficiencia del sistema (lm/w)
PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE			
- 48 LEDs / 500 mA / AMA1 / 2700K	73,1	8.500	116,3
- 32 LEDs / 500 mA / AMM1 / 2700K	49,1	5.729	116,8
- 16 LEDs / 350 mA / AMM1 / 2700K	16,2	1.874	115,9
- 32 LEDs / 500 mA / AMA1 / 2700K	49,1	5.561	113,4
- 16 LEDs / 400 mA / AMM1 / 2700K	21	2.414	115,2

El encendido del Alumbrado Público se realiza mediante reloj astronómico digital instalado en el cuadro de maniobra.

Al establecerse 4 tramos horarios para las luminarias de LEDs, se estima que para el primer tramo comprendido entre el ocaso del día y las 23,00H corresponden **1.183,10H (27,495%)**, para el segundo entre las 23,00H y las 01,00H corresponden **730H (16,965%)**, para el tercer tramo comprendido entre las 01,00H y las 06,00H corresponden **1.825H (42,413%)** y para el cuarto tramo comprendido entre las 06,00H y el alba corresponden **564,82H (13,126%)**.

Se ha previsto que la instalación proyectada se conecte a las existentes del entorno de la zona de actuación que serán desde el cuadro **Z1-234** que lleva incorporado un regulador estabilizador en cabecera de línea.

Con las premisas marcadas, el resultado del consumo anual de la potencia, tanto de la consumida por los puntos de luz con la de los puntos actuales que son objeto de desmontaje por la entrada en funcionamiento de la nueva instalación, es el siguiente:

- La potencia anual consumida por los puntos de luz proyectados que se prevén conectar a la instalación que proviene del CMM-Existente en la C/ MIGUEL SERVET marcado como **Z1-234** asciende a:

- $100\% \times (8P \times 0,0731 \text{ kW} + 10P \times 0,0491 \text{ kW} + 11P \times 0,0162 \text{ kW}) \times 1.183,10 \text{ h} = 1.483,61 \text{ kWh/año.}$

- $75\% \times (8P \times 0,0731 \text{ kW} + 10P \times 0,0491 \text{ kW} + 11P \times 0,0162 \text{ kW}) \times 730 \text{ h} = 686,93 \text{ kWh/año.}$

- $60\% \times (8P \times 0,0731 \text{ kW} + 10P \times 0,0491 \text{ kW} + 11P \times 0,0162 \text{ kW}) \times 1.825 \text{ h} = 1.372,40 \text{ kWh/año.}$

- $75\% \times (8P \times 0,0731 \text{ kW} + 10P \times 0,0491 \text{ kW} + 11P \times 0,0162 \text{ kW}) \times 564,82 \text{ h} = 531,49 \text{ kWh/año.}$

La potencia TOTAL Anual consumida por los puntos del alumbrado público proyectados conectados al Cuadro de Medida y Maniobra Z1-234 asciende a **4.074,43 kWh/año.**

- En cuanto a los puntos de luz del alumbrado público actuales que son objeto de desmontaje y que están conectados al CMM-Existente **Z1-046, Z1-116 y Z1-234**, la potencia anual no consumida por el mismo asciende a:

$$- 100\% \times (33P \times 0,150 \text{ kW}) \times 1.183,27 \text{ h} = 5.857,19 \text{ kWh/año.}$$

$$- 75\% \times (33P \times 0,150 \text{ kW}) \times 730 \text{ h} = 2.710,12 \text{ kWh/año.}$$

$$- 60\% \times (33P \times 0,150 \text{ kW}) \times 1.825 \text{ h} = 5.420,25 \text{ kWh/año.}$$

$$- 75\% \times (33P \times 0,150 \text{ kW}) \times 564,82 \text{ h} = 2.096,89 \text{ kWh/año.}$$

El resultado de la potencia TOTAL Anual no consumida de los puntos del alumbrado público desmontados que se conectaban a los Cuadros de Medida y Maniobra **Z1-046, Z1-116 y Z1-234** asciende a **16.084,45 kWh/año**.

3.2.- FACTOR DE MANTENIMIENTO.

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

$$f_m = E_{servicio} / E_{inicial} = E_s / E_i$$

El factor de mantenimiento será siempre inferior a la unidad, pero será lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación del 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.

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

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

Siendo:

FDFL : Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL : Factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU : Factor de depreciación de la luminaria.

Para instalaciones de alumbrado exterior con luminarias de led, se considera como factor de mantenimiento el valor **0,85**.

En caso de adoptar cualquier valor superior a 0,85, deberá justificarse adecuadamente.

3.3.- COSTES DE MANTENIMIENTO.

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado público, se modifican y sufren degradación con el paso del tiempo, debido a condiciones externas por lo que son necesarias efectuar las operaciones necesarias y suficientes para conservar en buen uso y calidad del alumbrado y asegurar el mejor funcionamiento posibles y por supuesto una idónea eficiencia energética del mismo.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradan con el paso del tiempo debido a diferentes causas, entre las que se encuentran las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los distintos componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos vandálicos, etc.
- Deficiente implantación de la instalación de alumbrado exterior, como es el caso de la plantación de arbolado inadecuado junto a los soportes (distancias mínimas aconsejables 5 mts), además de efectuar la correspondiente poda de los mismos, etc.

En el curso de su funcionamiento, el flujo emitido por la lámpara disminuye con el transcurso del tiempo, además de modificar a la baja las prestaciones del bloque óptico de la luminaria debido al ensuciamiento provocado por las condiciones atmosféricas a las que se ve sometido. Resultando una depreciación progresiva en el conjunto del rendimiento de la luminaria.

Por todo ello, para mejorar los resultados en mayor o menor medida el rendimiento de una instalación de alumbrado exterior, se deberá realizar una buena programación de mantenimiento para reducir la influencia del ensuciamiento del sistema óptico así como efectuar la reposición de las lámparas con la periodicidad adecuada, aunque existe una pérdida inevitable que deberá evaluarse mediante un factor de mantenimiento, que será siempre inferior a la unidad ($f_m < 1$).

En los costes de mantenimiento influye de manera esencial, la programación del mantenimiento preventivo y su periodicidad, es decir, las operaciones preventivas irán encaminadas a lograr las prestaciones más idóneas de funcionamiento y niveles establecidos en la instalación de alumbrado, por lo que habrá de tenerse en cuenta, la vida media y depreciación luminosa de las lámparas, en ensuciamiento de las luminarias en función de su hermeticidad según el grado de contaminación atmosférica en que se encuentran, pintado de soportes, etc.

En el correspondiente cálculo luminotécnico de los viales proyectados se ha adoptado el factor de mantenimiento para la instalación de alumbrado exterior de acuerdo con lo establecido en la ITC-EA-06.

Para evitar en lo posible la degradación que sufren las instalaciones de alumbrado exterior, se establecen las siguientes operaciones a realizar:

- Mantenimiento preventivo, correspondiente con los siguientes tipos de trabajos:

- Reposición masiva de lámparas.
- Operaciones de limpieza de luminarias.
- Pintura de soportes.
- Rondas de inspección.
- Mediciones eléctricas y luminotécnicas

- Mantenimiento correctivo, correspondiente con los siguientes tipos de trabajos:

- Localización y reparación de averías.
- Adecuación de las instalaciones.
- Sustitución puntual de lámparas.
- Reemplazamiento de elementos de la instalación fuera de uso.

Hay que evitar en lo posible el encendido diurno con el objeto de ahorrar consumo de energía.

A ser posible deberá establecerse las visitas o rondas nocturnas de inspección periódica, para detectar las lámparas que fallan o las anomalías de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior, pasando a repararse a la mayor celeridad posible.

En cuanto a los costes de mantenimiento del alumbrado público proyectado con puntos de luz con luminarias de ledes, para evitar en la mayor manera posible la degradación de la instalación, la valoración realizada ha sido la siguiente:

$$M_T = N \cdot (M_{LUMIN DE LEDS} + M_{LIMP} + M_{SOPORT})$$

3.3.1.- COSTES DE REPOSICIÓN DE LUMINARIAS DE LED Y DRIVER: M^{LUMINARIAS}

La valoración de la operación de reposición de las luminarias PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE de 48, 32 y 16 ledes y los Retrofit de las luminarias existentes PECHINA y MEDEA de 32 y 16 ledes, instaladas en columnas de 7 m. a una altura de 6,5 m y 4,5 m, prevista realizarla cada 100.000 horas, es la siguiente:

Mano de obra de Oficial 1 ^a	: 0,60 H x 27,74 Euros/H = 16,64 €
Camión grúa	: 0,60 H x 67,34 Euros/H = 40,40 €
PECHINA de 48 ledes	: 915 €/Ud
PECHINA de 32 ledes	: 890 €/Ud
PECHINA de 16 ledes	: 595 €/Ud
Retrofit PECHINA de 32 ledes	: 450 €/Ud
Retrofit PECHINA de 16 ledes	: 376 €/Ud

Por lo que resulta que el coste anual por la reposición de luminarias de ledes y driver electrónicos incluidos de la instalación, es el siguiente:

Luminaria / N° LEDS /Potencia Corriente alimentación / Altura	Número Luminarias	Fm 0,85	Horas Funcionam	Coste Unitario	Coste Anual
PECHINA de 48 ledes (73,1W) / 6,5m	8	100.000 H	4.302,92 H	972,04 €	1.944,08 €
PECHINA de 32 ledes (49,1W) / 6,5m	4	100.000 H	4.302,92 H	947,04 €	947,04 €
PECHINA de 16 ledes (16,2W) / 4,5m	5	100.000 H	4.302,92 H	652,04 €	815,05 €
Retrofit PCN de 32 ledes (49,1W) / 6,5m	12	100.000 H	4.302,92 H	507,04 €	1.521,12 €
Retrofit MDA de 16 ledes (21W) / 4,5m	12	100.000 H	4.302,92 H	433,04 €	1.299,12 €
IMPORTE ANUAL DE REPOSICIÓN LUMINARIAS DE LED Y DRIVER.....					6.526,41 €

3.3.2.- COSTE DE LIMPIEZA DE LUMINARIAS: M_{LIMPIEZA}.

Teniendo en cuenta que el medio ambiente en el que se encuentra el viario proyectado donde se prevén instalar las luminarias de led, ha sido considerado como grado de contaminación tipo Medio y dado que sus bloques ópticos son IP66, se ha considerado una limpieza cada **4 años**.

La realización de las operaciones de limpieza de las luminarias proyectadas previstas (PECHINA AMBIENTAL LUMINAIRE de 48, 32 y 16 ledes y los Retrofit de las luminarias existentes PECHINA y MEDEA de 32 y 16 ledes) para el alumbrado vial funcional, instaladas en columnas a 7 m. a una altura de 6,5 m y 4,5 m,, supone el consiguiente costo unitario:

Mano de obra de Ayudante : 0,30 H x 19,37 Euros/H = **5,81 €**

Camión grúa : 0,30 H x 67,34 Euros/H = **20,20 €**

Por lo que resulta que el coste anual por la limpieza de las luminarias de la instalación es el siguiente:

Luminaria / Nº Led / Altura	Número Luminarias	Coste Unitario	Periodo Limpieza	Coste Total Anual
PECHINA de 48 ledes (73,1W) / 6,5m	8	26,01 €/Ud	4 AÑOS	52,02 €
PECHINA de 32 ledes (49,1W) / 6,5m	4	26,01 €/Ud	4 AÑOS	26,01 €
PECHINA de 16 ledes (16,2W) / 4,5m	5	26,01 €/Ud	4 AÑOS	32,51 €
Retrofit PCN de 32 ledes (49,1W) / 6,5m	12	26,01 €/Ud	4 AÑOS	78,03 €
Retrofit MDA de 16 ledes (21W) / 4,5m	12	26,01 €/Ud	4 AÑOS	78,03 €
IMPORTE TOTAL ANUAL POR LIMPIEZA DE LUMINARIAS.....				266,60 €

3.3.3.- COSTE DE LIMPIEZA DE SOPORTES: M_{SOPORT}

Para conservar en buen estado los soportes de luminarias: postes, columnas, báculos, brazos, palomillas y cualquier otro tipo de soporte, con una periodicidad cuatrienal (cada cuatro años), se realizarán como mínimo las siguientes operaciones:

- Comprobación del estado físico de los soportes (brazos, postes, así como de sus anclajes, columnas o báculos), aplomado y enderezado de columnas, báculos y soportes, etc.
- Comprobación de las cimentaciones y vierteaguas.
- Comprobación de la numeración de los soportes al objeto de que éstos se encuentren siempre perfectamente identificados.
- Limpieza de los soportes, incluye el despegue de los carteles y pegatinas de todos tipo que pueden haberse colocado sobre el soporte, así como el frotamiento suave, mediante cepillo, de las superficies metálicas con agua jabonosa, reponiendo las identificaciones adhesivas para la numeración del punto de luz.
- La publicidad fijada en los soportes de forma mecánica a cualquier altura, excepto la institucional autorizada, será desmontada y retirada a donde disponga la UA.
- Se retirarán guirnaldas, pegatinas, carteles u otros objetos no autorizados de los soportes. Igualmente se limpiarán posibles adherencias, barro o cualquier tipo de suciedad.
- El fuste de acero inoxidable se limpiará con un ligero pulido realizado con pulidora manual.

Para los mantenimientos posteriores, que podrán ser selectivos por desperfectos ocasionados en los soportes, por ralladuras, golpes, etc., por lo general el repintado, previa limpieza de elementos extraños (pegatinas, celos, restos de pegamento, etc.) que pueda haber en el soporte, se realizará sistemáticamente la última operación cada 4 años, por lo que el coste anual será de:

- Para las columnas de acero inoxidable de 7 m. de altura: **43,51 euros.**

Por lo que resulta un coste anual de repintado de los soportes proyectados de:

Soporte / Altura	Número Soportes	Coste Unitario	Periodo (años)	Coste Total Anual
Columna Acero Inoxidable / 7 mts	24	43,51 €/Ud	4	261,06 €
IMPORTE TOTAL ANUAL POR MANTENIMIENTO DE SOPORTES.....				261,06 €

3.3.4.- COSTES DE CONSERVACIÓN Y AVERÍAS.

Los costes de mantenimiento comprenden las operaciones necesarias para la detección y reparación de las averías tanto eléctricas como mecánicas de las instalaciones de alumbrado público.

Los costes de conservación son los siguientes:

$$C_t = C_{cm} + RA + V$$

Siendo:

C_t = Costes anuales de conservación.

C_{cm} = Costes anuales de conservación de los centros de mando y medida.

RA = Costes anuales de reparación de averías mecánicas y eléctricas.

V = Costes anuales de verificaciones, comprobaciones y mediciones.

En este apartado, se incluyen los costes de conservación y vigilancia de la instalación. Estos costes vienen generados por las reparaciones de averías, o en su caso, la reposición de conductores, de cortacircuitos, de reparación de averías mecánicas y eléctricas, de verificación, comprobación y mediciones eléctricas y luminotécnicas, etc.

El cálculo de éste tipo de costes es muy difícil de determinar; ya que, prever el número de soportes que van a resultar dañados o los desperfectos que se van a causar en las luminarias como consecuencia de actos vandálicos, es casi imposible.

No obstante, debido a la zona en que se van a ubicar, se puede estimar el coste de conservación y mantenimiento de la instalación proyectada en la cantidad de **MIL NOVECIENTOS EUROS (1.900 EUROS)**, entendiendo que dicha cantidad puede sufrir alteraciones, tanto en uno como en otro sentido.

3.4.- RESUMEN DEL COSTE DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN ANUAL

Costes de Reposición de Luminarias y driver	6.526,41 €
Costes de Limpieza de Luminarias	266,60 €
Costes de Mantenimiento de Soportes	261,06 €
Costes de Conservación y Averías	1.900,00 €
IMPORTE TOTAL ANUAL	8.954,07 €

El abono de los trabajos por el concepto de conservación se realizará previa justificación de los trabajos y reparaciones durante el periodo de garantía, tanto por el concepto de limpieza como de reposición de lámparas y reposición de averías no imputables a defectos de fabricación o de mano de obra de montaje.

I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.



Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado



Fdo: Domingo Bel Gaudó



ANEJO 4

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEJO 4

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.1.- Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la ITC-EA-02 del Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre.

El criterio para realizar la clasificación de las vías, es la velocidad de circulación, según se establece en la siguiente Tabla:

Clasificación	Tipo de Vía	Velocidad del tráfico rodado (Km/h)
A	De alta velocidad	$V > 60$
B	De velocidad moderada	$30 < V \leq 60$
C	Carriles Bici	---
D	De baja velocidad	$5 < V \leq 30$
E	Vías Peatonales	$V \leq 5$

Mediante otros criterios, como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen los siguientes subgrupos:

CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO A

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO (*)
A1	* Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). - Intensidad de tráfico Alta (IMD) ≥ 25.000 Media (IMD) ≥ 15.000 y < 25.000 Baja (IMD) < 15.000	ME1 ME2 ME3a
	* Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). - Intensidad de tráfico Alta (IMD) > 15.000 Media y baja (IMD) < 15.000 *****	
A2	* Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. * Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. - Intensidad de tráfico IMD ≥ 7000 IMD < 7000	ME1/ME2 ME3a/ME4a

A3	* Vías colectoras y rondas de circunvalación. *Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. * Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. *Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. - Intensidad de tráfico IMD < 25.000..... IMD ≥ 15.000 y < 25.000..... IMD ≥ 7.000 y < 15.000..... IMD < 7.000.....	ME1 ME2 ME3b ME4a/ME4b
----	---	--

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

CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO B

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO (*)
B1	* Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. * Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. - Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME2/ME3c ME4b/ME5/ME6
B2	* Carreteras locales en áreas rurales. - Intensidad de tráfico IMD > 7.000 IMD < 7.000	ME2/ME3b ME4b/ME5

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

CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO C Y D

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO (*)
C1	* Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas. - Flujo de tráfico de ciclistas: Alto..... Normal.....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	* Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. * Aparcamientos en general. * Estación de autobuses: - Flujo de tráfico de peatones: Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	* Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada. * Zonas de velocidad muy limitada: - Flujo de tráfico de peatones y ciclistas: Alto..... Normal.....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

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

CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO E

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO (*)
E1	* Espacios peatonales de conexión, calles peatonales y aceras a lo largo de la calzada. * Paradas de autobús con zonas de espera. * Áreas comerciales peatonales. - Flujo de tráfico de peatones: Alto..... Normal.....	CE1A/CE2/S1 S2 / S3 / S4
E2	* Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. - Flujo de tráfico de peatones: Alto..... Normal.....	CE1A/CE2/S1 S2 / S3 / S4

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

4.2.- Niveles de iluminación de los viales.

En las siguientes tablas quedan reflejados los requisitos fotométricos correspondientes a las distintas clases de alumbrado.

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

Clase de alumbrado		Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento o perturbador	Iluminación de alrededores
		Luminancia Media L_m ⁽⁴⁾ (cd/m ²) ¹	Uniformidad Global (U _o) [<i>mínima</i>]	Uniformidad Longitudinal (U _l) [<i>mínima</i>]	Incremento Umbral TI(%) ⁽²⁾ [<i>máximo</i>]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [<i>mínima</i>]
ME1		2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2		1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3	a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
	b			0,60		
	c			0,50		
ME4	a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
	b			0,50		
ME5		0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6		0,30	0,35	0,40	15	—

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

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

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

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

La siguiente tabla MEW será de aplicación para zonas geográficas con una intensidad y persistencia de lluvia cuya calzada permanezca mojada un número considerable de horas nocturnas a lo largo del año, aproximadamente 120 días anuales, incluyendo para ello el requisito de uniformidad global con calzada húmeda en los cálculos.

Series MEW de clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas y húmedas				Deslumbramiento perturbador	Iluminación de alrededores
	Calzada seca		Húmeda			
	Luminancia ⁽⁵⁾ Media Lm (cd/m ²) ¹	Uniformidad Global (Uo) [mínima]	Uniformidad Longitudinal I U1 ⁽²⁾ [mínima]	Uniformidad global Uo [mínima]	Incremento umbral TI(%) ⁽³⁾ [máximo]	Relación entorno SR ⁽⁴⁾ [mínima]
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	—	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	—	0,15	15	0,50

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

(2) Este criterio es voluntario pero puede utilizarse, por ejemplo, en autopistas, autovías y carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados.

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

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

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

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

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Luminancia de la superficie de la calzada	
	Iluminancia Media Em (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia Mínima Emín (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

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

Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

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

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

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

Clases G de intensidad luminosa de las luminarias

Clase de intensidad	Intensidad Máxima (cd/klm) ⁽¹⁾			Otros requerimientos
	$70^\circ \leq y < 80^\circ$	$80^\circ \leq y < 90^\circ$	$y \geq 90^\circ$	
G1	—	200	50	Ninguno
G2	—	150	30	Ninguno
G3	—	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Ninguno

Todas las intensidades son proporcionales al flujo de la lámpara para 1000 lúmenes.
 NOTA: Las clases de intensidad G1, G2 y G3 corresponden a distribuciones fotométricas "semi cut-off" y "cut-off", de uso tradicional. Las clases de intensidad G4, G5 y G6 se asignan a luminarias con distribución "cut-off" total, como las luminarias de cierre de vidrio plano en la posición horizontal.

4.3.- Niveles de iluminación de zonas especiales.

Se consideran zonas especiales, las que debido a problemas relativos a la visión y a maniobras que puedan realizar los vehículos que circulan por ellas, tales como enlaces, intersecciones, glorieta, rotondas, curvas, disminución de la anchura de la calzada, viales sinuosos en pendiente, zonas de incorporación de nuevos carriles o pasos inferiores.

Para las vías tipo C y E, no se considera que existan zonas especiales.

Para dichas zonas se tendrá en cuenta, los siguientes criterios:

- Criterio de Luminancia:** En las intersecciones, glorieta o rotonda, la clase de alumbrado que deberá tenerse en cuenta será la del vial que tenga la clase de alumbrado más elevada.
- Criterio de Iluminancia:** Cuando sea una vía tipo D o no pueda aplicarse el criterio de luminancia, se aplicará el criterio de iluminancia, con unos niveles de iluminación correspondientes a la serie CE. En las clases de alumbrado CE1 y CE0 podrá adoptarse un nivel de iluminancia intermedio.

Aplicando el criterio de iluminancia, la clase de alumbrado que se establezca será un grado superior a la vía de tráfico donde se sitúa dicha zona. Si la confluyen varias vías, se adoptará un grado superior a la vía que tenga la clase de alumbrado más elevada.

En el alumbrado de las glorieta hay que resaltar el carácter circular de este tipo de intersección, por lo que se consideran recomendables tres soluciones o sistemas diferentes de iluminación de las mismas que a continuación se exponen:

Iluminación Periférica.

Se trata de una disposición de los soportes, mediante la implantación de los puntos de luz en la periferia de la glorieta, situados 0,7 m detrás del bordillo y orientadas las luminarias perpendicularmente a la vía de tráfico, es decir, radialmente.

Se utilizarán luminarias funcionales de alumbrados públicos o convencionales para carreteras, con una distribución luminosa "cut-off" o desenfilada, implantada entre los 9 y 12 metros de altura para permitir una cierta separación entre puntos de luz y poder obtener los niveles adecuados.

Los puntos de luz implantados en la glorieta tendrán la misma altura e idéntica estética.

Iluminación Central con Proyectoras Convencionales.

Se trata de la implantación de un soporte de gran altura en el centro de la glorieta, dotado de proyectores convencionales con distribución fotométrica "non cut-off" o no desenfiladas.

Con la finalidad de limitar el deslumbramiento, la altura del soporte a implantar en el centro de la glorieta será:

$$h \geq 0,75 r$$

Donde:

h = altura del soporte

r = radio medio de la glorieta o distancia entre el centro y la línea central de la calzada.

Iluminación Central con Proyectoras Asimétricas.

Se instala un soporte de mediana o gran altura en el centro de la glorieta, dotado de proyectores asimétricos.

Con la finalidad de limitar el deslumbramiento, la altura del soporte a implantar en el centro de la glorieta será:

$$h \geq 0,5 r$$

Siendo:

h = altura del soporte

r = radio medio de la glorieta o distancia entre el centro y la línea central de la calzada.

En la iluminación de la glorieta el alumbrado debe extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada que permita a los conductores el tiempo suficiente para identificar la glorieta y, en sentido contrario, facilitar a los automovilistas que se alejan de la misma acostumbrarse a la oscuridad.

Teniendo en cuenta la distancia de seguridad o parada que requiere un vehículo que circula a la velocidad máxima autorizada en una vía de tráfico, y considerando el estado de la calzada (seco o mojado), los accesos a la glorieta deberán iluminarse en una longitud, al menos, de 200 m en ambos sentidos.

4.4.- Eficiencia Energética de las instalaciones de alumbrado.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado público o exterior es la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\epsilon = S \cdot E_m / P$$

Siendo:

ϵ : 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:

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

f_m : Factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)

f_u : Factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u$$

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 y el equipo auxiliar.

Factor de mantenimiento (f_m): Es la relación entre los valores de la iluminancia que se pretende 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 llegan 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 de las dimensiones de la superficie como a la disposición de las luminarias.

Para aumentar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado, se podrá actuar incrementando los factores anteriores, de tal forma que una instalación será más eficiente cuanto mayor sea la eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares, los factores de mantenimiento y el de utilización.

4.5.- Requisitos mínimos de Eficiencia Energética.

Se establecen dos tipos de alumbrado, el alumbrado vial funcional y el alumbrado vial ambiental.

4.5.1- Instalaciones de Alumbrado Vial Funcional.

El alumbrado vial funcional es el establecido en las autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 y se corresponde a situaciones de proyecto A y B.

Las instalaciones de alumbrado vial del tipo funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y geometría de la instalación, deberán cumplimentar los requisitos mínimos de eficiencia energética, según la siguiente tabla:

REQUISITOS MINIMOS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

Iluminancia Media en Servicio Em (lux)	EFICIENCIA ENERGETICA MÍNIMA (m ² . lux / W)
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5
Nota – Para valores de iluminancia media proyectada comprendida entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.	

En instalaciones de alumbrado en zonas especiales de viales, se aplicarán los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en el apartado 4.5.3.

4.5.2- Instalaciones de Alumbrado Vial Ambiental.

El alumbrado vial ambiental, es el que se ejecuta por lo general con soportes de baja altura (entre los 3 y los 5m) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc., según la Instrucción Técnica Complementarias ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D y E.

Las instalaciones de alumbrado vial del tipo ambiental, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y geometría de la instalación, deberán cumplimentar los requisitos mínimos de eficiencia energética, según la siguiente tabla:

REQUISITOS MINIMOS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL

Iluminancia Media en Servicio Em (lux)	EFICIENCIA ENERGETICA MÍNIMA (m ² . lux / W)
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

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

4.5.3- Otras instalaciones de Alumbrado.

En el alumbrado específico, el alumbrado ornamental, el alumbrado de vigilancia y seguridad nocturna y el de señales de anuncios luminosos, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en el capítulo 1 de la ITC-EA-04.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04.
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, cumplimentándose los valores fijados 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 utilización de la instalación será el mayor posible, según la ITC-EA-06.

4.5.4- Instalaciones de Alumbrado Festivo y Navideño.

La potencia asignada de las lámparas de incandescencia utilizadas será igual o inferior a 15 w y la potencia máxima instalada por unidad de superficie (W / m²) será la indicada en la ITC-EA-02

4.6.- Calificación Energética de las instalaciones de alumbrado.

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto la de los alumbrados mencionados en los puntos 4.5.3 y 4.5.4, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_e) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de la eficiencia energética de referencia (ε_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, según la tabla:

$$I_e = \epsilon / \epsilon_R$$

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL		ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL	
Iluminación Media En servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia ϵ_R ($m^2 \cdot lux / W$)	Iluminación Media En servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia ϵ_R ($m^2 \cdot lux / W$)
≥ 30	32	-	-
25	29	-	-
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
-	-	≤ 5	5

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

Al objeto de interpretar la calificación energética de una instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otros reglamentos, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la 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:

$$ICE = 1 / I_e$$

Los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética, viene determinado en la siguiente tabla:

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

4.7.- Estudio de la Eficiencia Energética de las instalaciones de alumbrado exterior.

Para efectuar el Estudio de Eficiencia Energética de la instalación de alumbrado público, tomamos en consideración las premisas anteriormente señaladas, además de establecer los siguientes criterios:

Para las luminarias de LEDs, la programación establecida en los driver programables, se ha previsto que sea de 4 tramos, adecuado cada uno de ellos a la disminución, tanto energética como de parámetros luminotécnicos (exceptuando las uniformidades que deberán mantenerse), siendo susceptibles de ser modificados a conveniencia.

A continuación se procede a establecer el periodo de influencia de cada uno de los tramos y el ahorro energético o disminución de la potencia adoptada:

- **TRAMO 1** – Periodo horario comprendido entre el ocaso del día (encendido del A.P.) según el reloj astronómico digital horario de encendido y hasta las 23,00 horas, con una previsión de potencia de la luminaria del **100%**. El número aproximado de horas de funcionamiento en éste primer tramo es de **1.183,10 horas (27,495%)**.

- **TRAMO 2** – Periodo horario comprendido entre las 23,00 horas y la 01,00 horas, con una previsión de potencia de la luminaria del **75%**. El número aproximado de horas de funcionamiento en éste segundo tramo es de **730 horas (16,965%)**.

- **TRAMO 3** – Periodo horario comprendido entre las 01,00 horas y la 06,00 horas, con una previsión de potencia de la luminaria del **60%**. El número aproximado de horas de funcionamiento en éste tercer tramo es de **1.825 horas (42,413%)**.

- **TRAMO 4** – Periodo horario comprendido entre las 06,00 horas hasta el alba (apagado del A.P.), con una previsión de potencia de la luminaria del **75%**. El número aproximado de horas de funcionamiento en éste cuarto tramo es de **564,82 horas (13,126%)**.

C) La equivalencia del **KWH** eléctrico se corresponde con **0,36 Kgs de CO₂**.

Se procede a efectuar el Estudio de Eficiencia Energética para el presente proyecto de alumbrado exterior, en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria EA-01 del Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre:

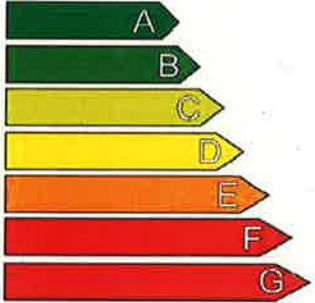
CLASIFICACIÓN DE LAS VIAS

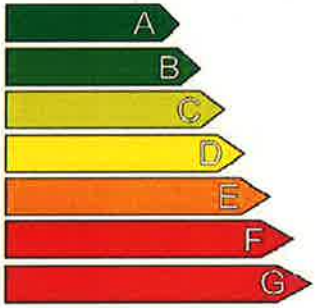
Calle	Clasif.	Tipo de Vía Velocidad de tráfico Km/h	Situación de Proyecto	Clase de Alumbrado
Acera C/ Matadero y entorno Plaza Alumbrado Vial Ambiental	E	$v < 5$	E1	S1
Banda de Circulación Vehicular Alumbrado Vial Funcional	D	De baja velocidad $5 < v < 30$	D3	CE2

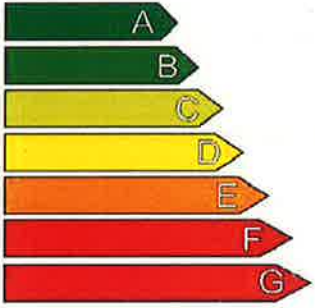
VALORES DE ILUMINANCIA – LUMINANCIA – UNIFORMIDADES

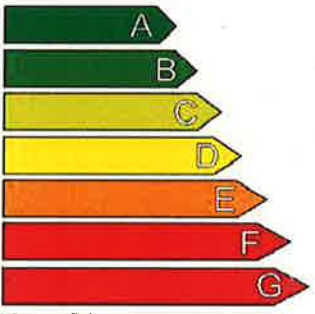
CALLE	E _{med}	E _{mín}	E _{máx}	U _o	g1	g2
Calzada Tramo 1 Calle Matadero	21,76 lux			0,60		
Acera 1 Tramo 1 Calle Matadero	17,87 lux			0,77		
Acera 2 Tramo 1 Calle Matadero	17,87 lux			0,77		
Calzada Tramo 2 entorno Plaza	34,0 lux	17,8 lux	46,0 lux		0,52	0,39
Acera 1 Tramo 2 entorno Plaza	25,6 lux	10,5 lux	51,8 lux		0,41	0,20
Acera 2 Tramo 2 entorno Plaza	28,2 lux	11,2 lux	51,2 lux		0,40	0,22
Acera 3 Tramo 2 entorno Plaza	28,6 lux	11,9 lux	50,6 lux		0,42	0,24
Acera 4 Tramo 2 entorno Plaza	39,0 lux	18,0 lux	59,4 lux		0,46	0,30
Calzada Tramo 3 Calle Matadero	20,57 lux			0,72		
Acera 1 Tramo 3 Calle Matadero	16,05 lux			0,48		
Acera 2 Tramo 3 Calle Matadero	16,05 lux			0,48		

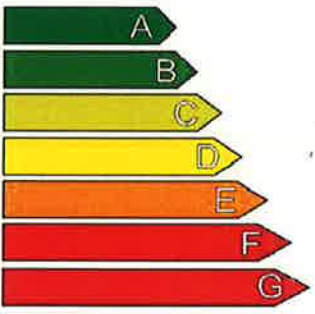
TRAMO CALLE	Superficie Total (m ²)	E _m (lux)	Potencia Malla Viario (w)	Eficiencia Energética ϵ (m ² . lux / w)	Eficiencia Energética Mínima		Eficiencia Energética Referencia ϵ_R		Calificac. Energética $I_e = \epsilon / \epsilon_R$	Indice Consumo Energético ICE = 1/I _e	Calificac. Energética
					Alumb. Vial Funcional	Alumb. Vial Ambiental	Alumb. Vial Funcional	Alumb. Vial Ambiental			
Calzada Tramo 1 Calle Matadero	140	21,76	73,1	41,67	18,38	-	27,06	-	1,54	0,65	A
Acera 1 Tramo 1 Calle Matadero	120	17,87	32,4	66,19	-	8,36	-	12,15	5,45	0,18	A
Acera 2 Tramo 1 Calle Matadero	120	17,87	32,4	66,19	-	8,36	-	12,15	5,45	0,18	A
Calzada Tramo 2 entorno Plaza	363	34,00	293,5	42,02	22	-	32	-	1,31	0,76	A
Acera 1 Tramo 2 entorno Plaza	248	25,60	42,0	151,08	-	9	-	13	11,62	0,09	A
Acera 2 Tramo 2 entorno Plaza	62	28,20	37,2	47,30	-	9	-	13	3,64	0,27	A
Acera 3 Tramo 2 entorno Plaza	172	28,60	32,4	151,89	-	9	-	13	11,68	0,09	A
Acera 4 Tramo 2 entorno Plaza	148	39,00	32,4	177,57	-	9	-	13	13,66	0,07	A
Calzada Tramo 3 Calle Matadero	158	20,57	98,2	32,99	17,79	-	23,34	-	1,41	0,71	A
Acera 1 Tramo 3 Calle Matadero	90	16,05	32,4	44,58	-	7,82	-	11,42	3,90	0,26	A
Acera 2 Tramo 3 Calle Matadero	198	16,24	32,4	99,24	-	7,87	-	11,5	8,63	0,12	A

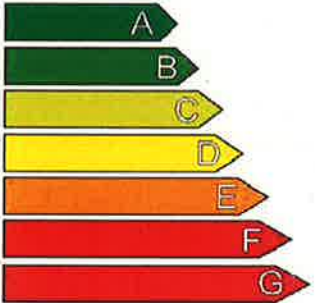
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Funcional
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Calzada C/ Matadero (Tramo 1)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	867,91
Emissiones CO2 anual (KgCO2/año):....	312,45
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	1,54
Iluminancia media en servicio Em (lux):	21,76
Uniformidad (%):.....	60,00

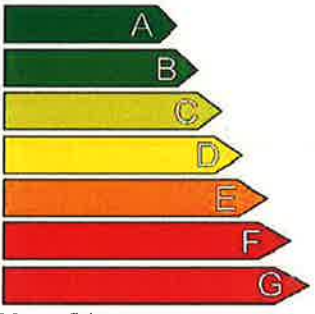
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 1 C/. Matadero (Tramo 1)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):...	384,68
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	138,49
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	5,45
Iluminancia media en servicio Em (lux):	17,87
Uniformidad (%):.....	77,00

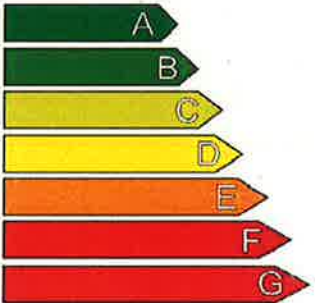
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 2 Cl, Matadero (Tramo 1)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	384,68
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	138,49
Índice de Eficiencia Energética (Ie):....	5,45
Iluminancia media en servicio Em (lux):	17,87
Uniformidad (%):.....	77,00

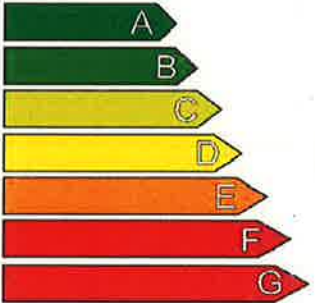
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Funcional
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Calzada Entorno plaza (Tramo 2)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	743,08
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	267,51
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	1,31
Iluminancia media en servicio Em (lux):	34,00
Uniformidad (%):.....	52,00

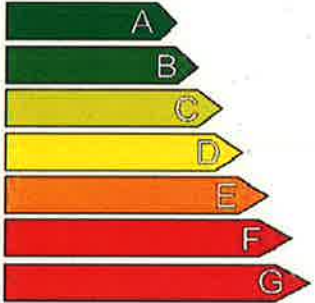
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle.....	Zaragoza / Acera 1 Entorno plaza (Tramo 2)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):...	106,34
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	38,28
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	11,62
Iluminancia media en servicio Em (lux):	25,60
Uniformidad (%):.....	41,00

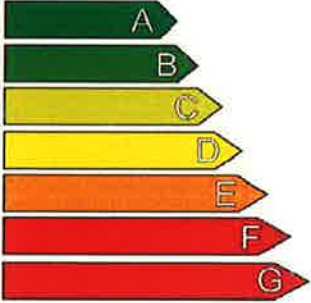
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle.....	Zaragoza / Acera 2 Entorno plaza (Tramo 2)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	94,18
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	33,91
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	3,64
Iluminancia media en servicio Em (lux):	28,20
Uniformidad (%):.....	40,00

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 3 Entorno plaza (Tramo 2)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	82,03
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	29,53
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	11,68
Iluminancia media en servicio Em (lux):	28,60
Uniformidad (%):.....	42,00

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 4 Entorno plaza (Tramo 2)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	82,03
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	29,53
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	13,66
Iluminancia media en servicio Em (lux):	39,00
Uniformidad (%):.....	46,00

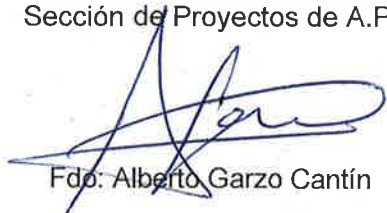
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Funcional
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Calzada C/ Matadero (Tramo 3)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	351,76
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	126,63
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	1,41
Iluminancia media en servicio Em (lux):	20,57
Uniformidad (%):.....	72,00

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 1 C/, Matadero (Tramo 3)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	116,06
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	41,78
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	3,90
Iluminancia media en servicio Em (lux):	16,05
Uniformidad (%):.....	48,00

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente  Menos eficiente	X
Instalación:.....	Alumbrado Vial Ambiental
Localidad/calle:.....	Zaragoza / Acera 2 C/. Matadero (Tramo 3)
Horario de funcionamiento:.....	Según Horario Reloj Astronómico Digital
Consumo de energía anual (Kwh/año):..	116,06
Emisiones CO2 anual (KgCO2/año):....	41,78
Índice de Eficiencia Energética (Ie):.....	8,63
Iluminancia media en servicio Em (lux):	16,24
Uniformidad (%):.....	46,00

I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.


Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado


Fdo: Domingo Bel Gaudó

ANEJO 5

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO 5

ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

5.1.- TITULAR Y EMPLAZAMIENTO.

Peticionario: : **Ayuntamiento de Zaragoza.**

Proyecto : **Alumbrado Público en la Remodelación de la C/ Matadero**

Emplazamiento: **Barrio de San José en Zaragoza**

5.2.- OBJETO Y FIN DEL ANEJO.

El objeto del presente anejo, según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, es fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

5.3.- REGLAMENTOS Y NORMAS QUE AFECTAN AL ESTUDIO.

- Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Decreto 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Decreto 2/2006, de 10 de enero, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos industriales no peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos industriales no peligrosos no susceptibles de valorización en la Comunidad Autónoma de Aragón, estableciendo las actividades que integran el servicio público y delimitando el alcance de las prestaciones a favor de los usuarios del servicio.
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de valorización y eliminación de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos.
- Decisión del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por el que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CE.
- Orden AAA/2013 de 18 de abril, por el que se modifican los anexos I, II y III del real decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito a vertedero.
- Directiva 2011/97/UE de 5 de diciembre de 2011 por el que respecta a los criterios específicos para el almacenamiento de mercurio metálico considerado residual.
- Orden de 10 de Noviembre de 2015, de los Consejeros de Hacienda y Administración Pública y de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, por el que se actualizan las tarifas de los distintos servicios públicos de gestión de residuos en la Comunidad Autónoma de Aragón (B.O.A. nº 12 de 20 de enero de 2015).

5.4.- CANTIDADES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

5.4.1.- MATERIALES INERTES (Según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero)

LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES	
		Tn	m³
170101	Hormigón	118,80	54,00
	Demolición de pavimento rígido en aceras	118,80	54,00
170302	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	24,53	8,76
	Demolición pavimento flexible calzada	24,53	8,76
170504	Tierra y piedras distintas de las Especificadas en el código 17 05 03	303,49	168,61
	Canalización en tierra o acera de 30x71cm	18,14	4,20
	Canalización en tierra o acera de 40x71cm	202,61	112,56
	Canalización en calzada de 40x105cms	55,19	30,66
	Arquetas de derivación de paredes de hormigón de 60x60x81 cm	6,74	3,74
	Arquetas de cruce de calzada de paredes de hormigón de 60x60x130 cm	7,58	4,21
	Cimentación columna de 7m de 70x70x100 cm	13,23	7,35
TOTALES		446,82	231,37

5.4.2.- MATERIALES NO PELIGROSOS (Según Orden AAA/661/2013, de 18 de abril)

LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES	
		Tn	m ³
170605	Materiales de construcción que contienen amianto	-	-
	TOTALES.....	-	-

5.4.3.- MATERIALES PELIGROSOS (Según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero)

LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES	
		Tn	m ³
150605	Materiales de construcción que contienen amianto	-	-
	TOTALES.....	-	-

Cuando no cumplan el apartado anterior.

5.5.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.

La generación de residuos durante la realización del presente Proyecto de Alumbrado Público en la Urbanización se puede producir a través de dos actividades claramente diferenciadas y que van a describir a continuación:

* Demolición de pavimentos u obras de fábrica existentes:

Se ha previsto realizar varios cruces de calzada a lo largo de la C/ Matadero. También se ha previsto uno en la C/ Monasterio de Samos junto a la C/ Matadero para conectar canalizaciones existentes y otro junto a la Avda. San José para dejar prevista una futura canalización subterránea en dicha avenida. Ambos cruces, con dos arquetas de cruce de calzada cada uno.

Para prevenir los residuos, se realizará la demolición con corte por disco y lo estrictamente necesario para la correcta ejecución de la obra.

Respecto al interior del ámbito proyectado para la calle, se ha considerado una profundidad de 30cm para los residuos generados en el proyecto general.

* Excavación en explanación y zanjas:

Se refiere a la extracción de tierra y piedras necesarias para la ejecución de la correspondiente obra civil de alumbrado público contemplada en el proyecto.

De acuerdo con el punto anterior, únicamente se producirán residuos, los provenientes de la excavación en zanjas (canalizaciones, arquetas y cimentaciones) en las obras de alumbrado público a ejecutar dentro del ámbito de delimitación del proyecto, en lo que se refiere a la extracción de tierra y piedras necesarias para la construcción de la obra civil de alumbrado público y cuya medición se obtiene de cada una de las unidades de obra previstas ejecutar, quedando lo suficientemente contemplada en las secciones tipo incluidas en los planos correspondientes.

5.6.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN.

Las cantidades de residuos de construcción y demolición enumeradas en el punto 5.4.1 (residuos inertes), no será aprovechado y serán gestionados por una empresa homologada y se trasladarán a un vertedero autorizado por el Gobierno de Aragón de acuerdo con lo definido en la normativa vigente.

En lo relativo a las cantidades de residuos enumeradas en el punto 5.4.2 (residuos peligrosos), serán igualmente gestionados por una empresa homologada y se trasladarán a un vertedero autorizado por el Gobierno de Aragón de acuerdo con lo definido en la normativa vigente.

5.7.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los residuos procedentes de la demolición de las aceras, de la calzada y de los aparcamientos se irán acopiando de forma separada y en ningún caso ocupando parte del espacio destinado a viarios. Estos acopios se irán evacuando progresivamente a través del gestor autorizado, no superando nunca la cantidad acopiada las fracciones establecidas en el apartado 5 del artículo 5 del Real Decreto 105/2008.

- Hormigón.....	80 Tm.
- Ladrillos, tejas y cerámicos.....	40 Tm.
- Metal.....	2 Tm
- Madera.....	1 Tm.
- Vidrio.....	1 Tm.
- Plástico.....	0,5 Tm
- Papel y cartón.....	0,5 Tm

En el caso de placas de fibrocemento de cubiertas, tuberías, etc., compuestas por amianto, serán desmontadas de forma completa y sin fracturar, para posteriormente ser evacuadas por el gestor. La cantidad y el tiempo del acopio serán de dos días, manteniéndolo en este tiempo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, no pudiendo procederse a la continuación de la demolición del resto de la edificación hasta que se hayan trasladado.

La gran cantidad de volumen de tierra generado con la explanación del terreno y con la excavación de zanjas, no hace recomendable que el material sea acopiado en obra antes de su evacuación, no obstante el procedimiento a desarrollar será determinado por el contratista de las obras en el Plan de Gestión de Residuos.

El contratista adjudicatario de las obras estará obligado, tal y como se indica en el Pliego de Condiciones del Proyecto, a presentar un Plan de Gestión de Residuos, en el que se establezca entre otros el procedimiento de separación, acopio y transporte de los residuos generados, así como los puntos de acopio en el interior de la obra, y sus dimensiones y cantidades máximas. Dicho Plan deberá ser aprobado por la Dirección Técnica de las Obras así como por la propiedad.

5.8.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA LAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

No se contempla ninguna instalación para las operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Dichas operaciones las realizará el gestor de los residuos generados de acuerdo con el Plan de Gestión de Residuos a presentar por el contratista de las obras, el cual deberá proporcionar documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en nombre del poseedor de los residuos, con la obligación que marca la Normativa.

5.9.- PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE CONDICIONES EN RELACIÓN CON LAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vaya a producir de acuerdo con las indicaciones descritas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen por parte del poseedor a un gestor se hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación el poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o en metros cúbicos codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los residuos estarán en todo momento en adecuadas condiciones de higiene y seguridad y se evitará en todo momento la mezcla de fracciones ya seleccionadas.

5.10.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

La cantidad de tierras, junto con el resto de los demás residuos de construcción y demolición se trasladarán a vertedero autorizado por medio de gestor de residuos, serán las indicadas anteriormente en el punto 5.4. Estas cantidades resultantes resultan ser las siguientes:

5.10.1.- MATERIALES INERTES. (Según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero).

LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES	
		Tn	m ³
170101	Hormigón	118,80	54,00
170302	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 170301	24,53	8,76
170504	Tierra y piedras distintas de las Especificadas en el código 170503	303,49	168,61
TOTALES		446,82	231,37

Para la realización del cálculo del coste que conlleve toda la gestión de los residuos peligrosos procedentes de la obra se ha considerado el canon establecido oficialmente por parte de los Departamentos de Hacienda y Administración Pública y de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón como Tarifa del servicio público de eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero en la Comunidad Autónoma (ANEXO IV), según la Orden de 10 de noviembre de 2015 – B.O.A. Nº 12 del 20/01/2016), por la que se establece una tarifa de **115,43 €/Tm** (IVA excluido), para la eliminación de **residuos peligrosos** mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0,7 Tm/m³.

Como coste de referencia del canon de la gestión de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria, tanto para su depósito en vertedero, como para una posible reutilización o valorización por parte del gestor de los mismos, se ha tomado como referencia la tarifa oficial marcada en el ANEXO I de la Orden de noviembre de 2015 – B.O.A. Nº 12 del 20/01/2016 de los Departamentos de Hacienda y Administración Pública y de Desarrollo Rural y Sostenibilidad.

Epígrafe	Tarifa (IVA excluido)
1. Gestión de escombros limpio	3,72 €/Tm
2. Gestión de escombros mixto	5,69 €/Tm
3. Gestión de escombros sucio	8,53 €/Tm
4. Caracterización inicial y emisión de documento de aceptación	45,10 €/Ud
5. Gestión administrativa de los documentos de control y seguimiento de los residuos gestionados y documentación complementaria necesaria	6,02 €/Ud

En el capítulo de Obra Civil de Alumbrado Público del proyecto, se han considerado los costes correspondientes al transporte de estos residuos como parte integrante de cada precio de las diferentes demoliciones así como de las excavaciones. Por ello en el presente anejo se considera tan sólo el coste correspondiente a la gestión de estos residuos, tanto como depósito en vertedero, como para su posible reutilización (caso de haberla) o valorización por parte del gestor de los residuos. Como resultado se obtienen las siguientes cantidades totales que supondrán el coste total derivado de la gestión de residuos en el presente proyecto, y que figura en el presupuesto del mismo como capítulo independiente:

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	COSTE (€)
Gestión de escombros limpio	446,82 Tm	3,72 €/Tm	1.662,17 €
Caracterización inicial y emisión de documento de aceptación	1	45,10 €/Ud	45,10 €
Gestión administrativa (escombros) de los documentos de control y seguimiento de los residuos gestionados y documentación complementaria necesaria	1	6,02 €/Ud	6,02 €
TOTAL (ANEJO 5): GESTIÓN DE RESIDUOS			1.713,29 €

5.11.- CONCLUSIÓN.

Con el presente anejo incluido en el **Proyecto de Alumbrado Público en el de Remodelación de la C/ Matadero de Zaragoza**, se entiende se da cumplimiento a lo establecido en el R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como del resto de la normativa vigente en esta materia.

I. C. de Zaragoza, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial de la
Sección de Proyectos de A.P.



Fdo: Alberto Garzo Cantín

El Jefe de la Unidad de Alumbrado



Fdo: Domingo Bel Gaudó

ANEJO 6
FICHAS TÉCNICAS

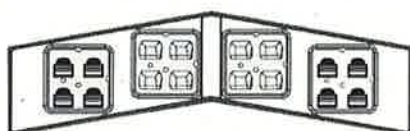
SERIE PECHINA

FICHA TÉCNICA

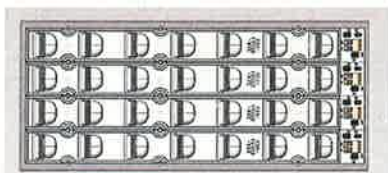


La Serie **Pechina** es una familia de luminarias con tecnología LED diseñadas por Carandini que resuelve diferentes aplicaciones de alumbrado urbano.

Gracias a su diseño estético y a las diferentes distribuciones ópticas, se integran perfectamente en alumbrados para calles peatonales, centros históricos, zonas residenciales, plazas, jardines y paseos.



Módulo Chevrón



Módulo HLM: ópticas A y DS.



Características

- Estética integradora con cualquier mobiliario urbano.
- Tecnología LED de última generación.
- Alto rendimiento lumínico con un consumo reducido.
- Flexibilidad en el montaje.
- Robustez: IP66 + IK10

Aplicaciones

- Zonas residenciales
- Plazas
- Paseos
- Jardines
- Vías peatonales
- Vías de circulación media de vehículos
- Parques
- Centros históricos

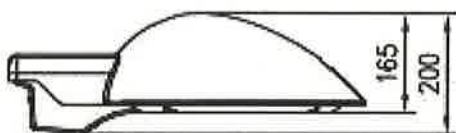
Características técnicas

Materiales	• Armadura y tapa de fundición inyectada de aluminio LM6 (EN AC-44100 AISI12) bajo contenido en cobre <0,1%. • Cierre: "GC" Vidrio lenticular/ "CC" Vidrio plano templado • Ópticas: Lentes acrílicas diseñadas especialmente para leds (2x2) de PMMA - Plexiglass sobre un molde de PMMA VM100 formando un único componente.
Mantenimiento	Acceso al módulo Led y al equipo por la parte superior.
Distribución óptica	Módulo Chevrón: .X2L2 => Asimétrica frontal intensiva .X2L3 => Asimétrica frontal intensiva .L3Q1 => Asimétrica longitudinal intensiva .F4L2 => Asimétrica frontal intensiva .L2L3 => Asimétrica longitudinal intensiva .D4D4 => Asimétrica frontal intensiva. Módulo HLM: .A => Asimétrica frontal .DS => Simétrica
Fijación	Una sola pieza basculante para montaje lateral (L) y vertical (V): PCN: Tipo "L" Lateral se acopla a terminal de diámetro de 60 mm x 170mm. Tipo "V" Vertical se acopla a terminal de diámetro de 60 o 76 mm x 150 mm. PCM: Tipo "L" Lateral se acopla a terminal de diámetro de 48 mm x 150mm. Tipo "V" Vertical se acopla a terminal de diámetro de 60 mm x 110 mm.
Acabado	Pintura color gris claro RAL 9007 Martelé. Otros colores con incremento de precio, consultar opciones.
Especificaciones eléctricas	CI => Clase Eléctrica I. Opcionalmente se puede configurar con protección eléctrica Clase II (.CII). Voltaje entrada => (220V-240V) (50Hz - 60Hz) Factor de potencia > 0,9 Distorsión armónica total < 20% (Otras tensiones a consultar).
Protección eléctrica. Eprotec	Tensión de descarga combinada (1,2/50) 10 kV Corriente máxima de descarga (8/20) 10 kA Tensión máxima de servicio (L-N) 320 V Tensión máxima de servicio (L/N-GND) 400 V Opcional 20 kV, 20 kV
Estanqueidad general	Según EN 60529, grado de estanqueidad de la luminaria IP66.
Grado de protección contra impactos	Según EN 62262, grado de protección contra impactos PCM.CC /PCM.GC:IK10.
Temperatura de funcionamiento	-20°C a 35°C
Peso	PCM: 15 Kg (Depende del módulo). PCN: 22 Kg.
Superf. Viento	PCM: 0,075 m2
F.H.S.	PCM: 0,10%

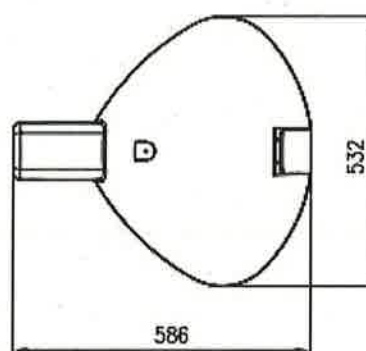
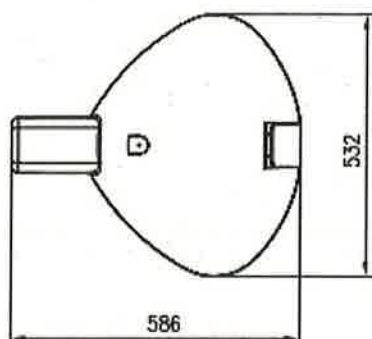
Dimensiones

Pechina Mini:

PCM.CC

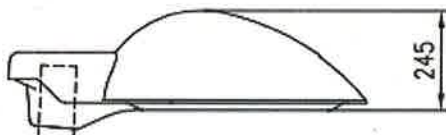


PCM.GC



Pechina:

PCN.CC



PCN.GC

