

PROGRAMA DE ACTUACIÓN INTEGRADA DE LA
UNIDAD DE EJECUCIÓN EN SUELO URBANO
RESIDENCIAL ENSANCHE. C/ CASTELL DE
MONTESA DE CANALS (VALENCIA)

PROYECTO DE URBANIZACIÓN
ANEJO 5: ALUMBRADO PÚBLICO



PROMOTOR:

MEDCAP VALUE ADD DEVELOPMENT, S.L.

ENCARNA BOSCH FERRER

Arquitecta urbanista
Especialista Universitaria en Regeneración Urbana

JOSÉ ANDRÉS SANCHIS BLAY

Licenciado en Ciencias Ambientales (nº col. 342)
Ingeniero Técnico Agrícola

Enero, 2023

1.- Memoria

- 1.1.- Objeto del Proyecto
- 1.2.- Antecedentes
- 1.3.- Titular
- 1.4.- Descripción de la instalación
- 1.5.- Potencia instalada
- 1.6.- Características de los materiales
- 1.7.- Normas
- 1.8.- Conclusión

2.- Cálculos

- 2.1.- Cálculos luminotécnicos
- 2.2.- Cálculos eléctricos
- 2.3.- Cálculo de sistemas de protección

1.- MEMORIA

1.1.- Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto será el de establecer y justificar todos los datos técnicos necesarios para acometer la instalación de alumbrado público, la cual viene definida en los planos adjuntos.

1.2.- Antecedentes

Ante el proyecto de Alumbrado Público de la C/ Castillo De Montesa, emplazada en el término municipal de Canals (Valencia), se encarga al Técnico que suscribe, que desarrolle el oportuno proyecto que servirá de base para la realización y legalización de las instalaciones.

1.3.- Titular de la Instalación

Titular: EXC. AJUNTAMENT DE CANALS
C.I.F. P-46/08.300-B
PLAZA DE LA VILA, 9
CANALS (VALENCIA)

Promotor: MEDCAP VALUE ADD DEVELOPMENT, S.L.
C.I.F.: B98855349
C/ ALMIRANTE CADARSO, 15-3ª
46005 VALENCIA (VALENCIA)

Domicilio de la Instalación: C/ CASTILLO DE MONTESA

CANALS (VALENCIA)

1.4.- Descripción de la instalación

La instalación objeto de este proyecto consistirá en llevar a cabo la Instalación de Alumbrado Público de la C/ Castillo De Montesa, situado el término municipal de Canals (Valencia), la cual constará de treinta y cuatro (34) puntos de luz en tendido subterráneo, y estará realizado mediante luminarias de los modelos:

- 34 luminarias marcan Inelcom modelo ILUZCLAS LED o equivalente, con 40 leds y potencia de 80W, regulable por tramo horario con mínimo 10 niveles y

programación inalámbrica del regulador horario, óptica asimétrica, temperatura de color 3.000 °K, factor de potencia $\geq 0,98$, eficiencia lumínica de la luminaria ≥ 124 lm/W para temperatura de 4000°K y $T_j=25^\circ\text{C}$ y nivel de protección de la luminaria IP66. Eficiencia lumínica del Led utilizado a 350 mA con $T_j=85^\circ\text{C}$ acreditada por las curvas LED del fabricante ≥ 164 lm para 4000K. Rango de tensión de entrada del driver: 90-300VAC y tensión de salida del driver $<60\text{V}$ (seguridad eléctrica).

Los trabajos a realizar para la instalación del alumbrado consistirán en la instalación de nuevos elementos de estas características:

- Los soportes, cimentaciones y canalizaciones complementarias se realizarán con materiales adecuados a las normativas vigentes.
- La instalación de las luminarias se realizará con aparatos de alto grado de transmitancia, así como el empleo de fuentes luminosas de alto rendimiento.
- La instalación de los conductores en las instalaciones subterráneas se realizará con conductores monopolares de 1000 V., especificación VV 0.6/1KV., para tensión de prueba de 4000 V., según norma UNE 21029, realizándose todas las conexiones en el interior de las columnas, a una altura mínima sobre el suelo de 0'30 m., como recomienda el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- La toma de tierra estará constituida por una piqueta formada por una barra cilíndrica de acero de 14 mm. de diámetro y 2 m. de longitud, recubierta por una capa uniforme de cobre de 470 a 570 micras de espesor, clavadas en el fondo de la poceta más próxima. Las conexiones a los báculos o armarios metálicos se efectuará por medio de cable de cobre desnudo 35 mm² de sección por fuera de las canalizaciones o mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, de cobre, de sección mínima 16 mm² por el interior de las canalizaciones, todo ello de acuerdo a las especificaciones de los planos. Las uniones de los cables de tierra a las piquetas se realizarán mediante soldadura aluminotérmica tipo CADWELL. Las piquetas se colocarán en número suficiente, de tal manera que la resistencia de paso a

tierra sea reglamentaria, de acuerdo con las Instrucciones técnicas Complementarias ITC-BT- 09, 18, 19.

1.5.- Potencia instalada

La potencia total instalada será distribuida desde las líneas existentes en las proximidades de la zona objeto de este proyecto, tal y como viene grafiado en planos, está prevista en 2.720 W.

nº C.M.	Situación	Puntos	Potencia	Total
1		34	80 W	2,72 KW
TOTAL POTENCIA INSTALADA				2,72 KW

1.6.- Características de los materiales

1.6.1.- Luminarias

ILUZCLAS LED o equivalente

Luminaria vial ILUZCLAS LED (40LED 80W) de INELCOM compuesta de cuerpo, capó y fijación en fundición de aluminio inyectado a alta presión y cierre protector de la luminaria en vidrio extra claro, IP66, IK10. Leds Cree XP-G3 con regulación autónoma de hasta 10 escalones programables mediante NFC.

Potencia: 80W (40 leds)

Rango de tensión de entrada del driver: 90-305 VAC

Tensión de salida del driver <60V (seguridad eléctrica).

Factor de potencia >0,98

Carcasa en extrusión de aluminio.

Flujo luminoso del Led utilizado a 350mA y 85º C \geq 164 lm para 3000K.

Eficiencia lumínica del sistema \geq 124 lm/W para temperatura de color 3000K y certificada por estudio fotométrico del sistema por entidad acreditada ENAC que demuestra la eficiencia indicada para la temperatura de color y que además incluye la distribución angular de intensidad luminosa, flujo luminoso emitido, flujos zonales y códigos CIE 1952, Curvas isolux, consumo, eficacia y factor de potencia y diagrama de

factor de utilización.

Temperatura de color de 3000K

Grado de protección (IP): IP66 luminaria.

Grado de protección IK: IK10 con certificado emitido por entidad acreditada por ENAC.

Vida útil para la luminaria L90B10 >140.000 horas acreditado por certificado de mantenimiento de la vida del LED con las curvas TM-21 emitidas por el fabricante del LED que avalen el L90B10. Ensayo de vida útil de la luminaria.

Limitador térmico incorporado en PCB. (El módulo LED reduce su intensidad al alcanzar el umbral de temperatura. No se apaga, reduce su potencia). Acredita test de funcionamiento de la luminaria en cámara climática con una variación de temperatura desde 0°C hasta 70°C y la curva de representación de la potencia de la luminaria en función de la temperatura de la cámara climática.

Desde 0°C hasta 70°C en saltos de 5°C

2 horas en cada temperatura.

Duración total del test 30 horas.

Protección contra sobretensiones mínimo hasta 10 Kv.

Módulo led actualizable

Regulación por tramo horario programable con mínimo de diez niveles y capacidad de regulación adaptativa en función de la duración de la noche. Programación inalámbrica del regulador horario y aplicación Móvil IOS / Android para programación inalámbrica.

Disipador de aluminio

Ópticas combinables con ángulo de apertura asimétrico/simétrico. Mínimo número de posibles ópticas diferentes: 20.

Grupo de riesgo 0 del Led, según norma 62471 emitido por laboratorio acreditado por ENAC.

Certificado emitido por laboratorio acreditado por ENAC de prueba de niebla salina 1000 horas que garantiza que las luminarias están convenientemente tratadas contra la corrosión y adecuadamente pintadas para su acabado.

Las luminarias a instalar, dispondrán de los siguientes Certificados:

CERTIFICADOS EXIGIBLES AL FABRICANTE DE LAS LUMINARIAS:

- Certificado ISO 9001-2000 del fabricante emitido por entidad acreditada por ENAC.
- Certificado UNE_EN_ ISO 14001 del fabricante emitido por entidad acreditada por ENAC.
- Certificado OHSAS 18001 como fabricante de luminarias emitido por entidad acreditada ENAC.
- Certificado que acredite que la empresa está inscrita en un SIG (Sistema Integral de Gestión de Residuos) con anterioridad a este pliego.
- Certificado ISO 27001 de seguridad de la información emitido por entidad acreditada ENAC. (Para garantizar la confidencialidad de la información de los sistemas de gestión de luminarias asociados)

CERTIFICADOS EXIGIBLES AL FABRICANTE DE LOS EQUIPOS DE TELEGESTIÓN:

- Certificado ISO 9001-2000 del fabricante emitido por entidad acreditada por ENAC.
- Certificado UNE_EN_ ISO 14001 del fabricante emitido por entidad acreditada por ENAC.
- Certificado OHSAS 18001 como fabricante de luminarias emitido por entidad acreditada ENAC.
- Certificado ISO 27001 de seguridad de la información emitido por entidad acreditada ENAC. (Para garantizar la confidencialidad de la información de los sistemas de gestión de luminarias asociados).

CERTIFICADOS EXIGIBLES A LAS LUMINARIAS:

- Declaración de conformidad CE de las luminarias.
- Requisitos de seguridad eléctrica:
 - o NORMA UNE-EN 60598-1-2-3 de luminarias.
 - o NORMA UNE-EN 62493. Evaluación de los equipos de alumbrado en relación a la exposición humana a los campos electromagnéticos.
- Compatibilidad electromagnética:
 - o NORMA UNE-EN 55015. Supresión de radio interferencias.
 - o NORMA UNE-EN 61000-3-2. Mínimo contenido de armónicos.
 - o NORMA UNE-EN 61000-3-3. Compatibilidad electromagnética (CEM).
Parte 3-3: Límites.
 - o NORMA UNE-EN 61547. Inmunidad a interferencias.
- Componentes de las luminarias:
 - o NORMA UNE-EN 62031. Módulos LED para alumbrado general.
- Requisitos de Seguridad.
 - o NORMA UNE-EN 61347-2-3. Requisitos particulares para dispositivos electrónicos alimentados con corriente cc o ca para módulos LED.
 - o NORMA UNE-EN 62384. Dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente cc o ca para módulos LED. Requisitos de funcionamiento.
 - o NORMA UNE-EN 61347-2-13. Dispositivos de control de lámpara. Parte 2- 13: Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con cc o ca para módulos Led.
 - o UNE-EN 61347-1:2016. Dispositivos de control de lámpara. Parte 1: Requisitos generales y requisitos de seguridad.
 - o Certificado de Compatibilidad Electromagnética para lámparas y fuentes de alimentación (Drivers) y su directiva aplicada 2004/108/CE y

2006/95/CE.

- Certificado de Seguridad Fotobiológica y su directiva aplicada UNE_EN 62471/2009.
- Certificado de grupo de riesgo del Led testado en la luminaria, acreditado por ENAC.
- Resistencia a Vibración según UNE-EN 60068-2-6:2008 para los proyectores.

OTROS CERTIFICADOS EXIGIBLES

- Certificado fotométrico de la luminaria conforme a la NORMA-UNE 13032. Dicho estudio deberá proporcionar datos completos de las curvas fotométricas en formato compatible con software libre dialux de la luminaria, la eficacia lumínica del conjunto del sistema y el rendimiento del mismo, la temperatura de color, el rendimiento de color de la fuente de luz, y el porcentaje de flujo emitido al hemisferio superior, entre otros datos.
- Certificado del cumplimiento de las normas UNE_EN 20324. Grados de protección proporcionados por la envolvente (Código IP).
- Certificado del cumplimiento de las normas UNE_EN 50102. Grados de protección proporcionados por la envolvente contra impactos mecánicos externos (Código IK).
- Resistencia a la corrosión en ambiente de niebla salina, según norma ISO 9227
- Informe de ensayo de la vida útil del LED realizado sobre la luminaria.
- Certificado de reciclabilidad, en el que se justifique que se cumple la directiva RoHS y WEEE.

Nota: Todos los certificados y ensayos indicados deberán haber sido emitidos por entidad acreditada por ENAC.

1.6.2.- Soportes

- Columna de 10 m.

Para la sujeción de las luminarias tipo ILUZCLAS LED o equivalente, se emplearán columnas metálicas cilíndricas de chapa de acero electrosoldada de 4 mm de espesor (A-37 B), galvanizada interior y exteriormente en caliente, con puerta de registro, plantillas para caja de derivación, pernos de anclaje, arandelas y tuercas, de 10 m de altura.

Los candelabros cumplirán la orden de 16 de mayo de 1.989 (BOE nº 168 de 15 de SEPTIEMBRE de 1.989): Especificaciones técnicas que deberán cumplir los candelabros metálicos. (Báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).

1.6.3.- Tomas de tierra

Todos los cuadros de mando, así como las columnas y demás elementos metálicos accesibles de la instalación se conectarán a tierra mediante conductor de cobre electrolítico de 35 mm² de sección como mínimo.

La conexión del cable de toma de tierra de la columna al conductor de la piqueta, se ejecutará mediante soldadura aluminotérmica tipo CADWELD con molde modelo CYV y cartucho GSF20.

Las tomas de tierra previstas para esta instalación, estarán formadas por picas verticales de cobre de acero cobreado de 14 mm. de diámetro y 2 m. de longitud como mínimo, o placas reglamentarias de 100x500x2 mm. enterradas a 1 m. de profundidad en posición vertical en número suficiente, tal que la resistencia de paso a tierra sea la reglamentaria de acuerdo con la ITC-BT-09 del REBT.

1.6.4.- Cajas de Acometida, Empalme y Protección, Fusibles

Las cajas de empalme o derivación serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para exterior, estancas, con sujeción de la tapa mediante tornillos, de las medidas que precise la instalación.

Las cajas de conexión serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio, estancas y de cierre hermético por tornillos, estando dotadas de dos bases para cartuchos

cortacircuitos de hasta 20 A. y cuatro bornas de derivación y conexión para cable de hasta 25 mm², realizándose la entrada y salida de cables por su parte inferior y de las medidas que precise la instalación.

Los cartuchos fusibles serán de cuerpo aislante de esteatita, elemento fusible de lámina de plata diseñada y calibrada con indicador de fusión para bases de talla 0 (10'3x38).

1.6.5.- Cables

Los conductores a emplear serán cilíndricos, monopolares o tetrapolares, según el tipo de instalación, constituidos por cuerda de cobre electrolítico de 98% de conductibilidad aislado con doble cubierta de PVC y de la clase VV 0'6/1 KV. con tensión de servicio 1.000 V., tensión de prueba 4.000 V.

Sobre los diversos conductores se conectarán alternativamente las lámparas, de modo que las cargas queden equilibradas entre las tres fases. Todas las conexiones se realizarán en el interior de las columnas al ser la instalación subterránea, en el caso de no poderse hacer en el interior de las mencionadas columnas, se realizará en las arquetas de registro, siempre con empalmes tipo termorretráctil y siempre a juicio del Técnico Director de la Obra.

1.6.6.- Equipos Auxiliares

No procede en este proyecto.

1.6.7.- Lámparas

- Luminaria de LED de 80 W.
- Rendimiento lumínico: 126,6 lm/W.
- Vida media 78.000 horas.

1.6.8.- Acero para anclajes

El acero será de la clase F.111, dotados de rosca triangular.

1.6.9.- Zanjas

Para garantizar las distancias mínimas entre el suelo, la cinta de señalización y el tubo enterrado, la profundidad de enterramiento deberá ser superior a 0,4 metros.

Se recomienda que la distancia mínima entre la parte superior del tubo y el nivel

del suelo sea de 0,4 metros y para los cruzamientos de calzadas de 0,5 metros.

Los tubos empleados en las canalizaciones serán de PVC, el diámetro interior no será inferior a 60 mm y 1,8 mm. de espesor.

En aquellos lugares en que por problemas constructivos tenga que disminuirse la profundidad de las zanjas, se emplearán tubos de fundición de hierro, de sección circular y embocaduras roscadas.

1.6.10.- Arquetas de registro

Estarán construidas con paredes de hormigón de 40x40x60 cm., estando el fondo realizado con ladrillo cerámico perforado. Dispondrán de marco y tapa de hormigón armado, tapado de tubos con yeso y fibra de vidrio en evitación de entrada de roedores.

En los cruces de calzada serán de las mismas características pero de dimensiones 40x40x90.

1.6.12.- Cuadros de mando y protección

Para alojar el conjunto de elementos para la maniobra automática o manual del alumbrado proyectado así como los de protección del circuito, se prevé la instalación de un cuadro general de mando con los siguientes elementos:

- Interruptor general de protección.
- Un Interruptor diferencial, por línea.
- Un Interruptor magnetotérmico, por línea.
- Un Contactor tetrapolar, por línea, para el mando automático de los mismos.
- Un reloj o fotocélula.

1.6.13.- Hormigones

Los hormigones a emplear en las distintas unidades de obra serán del tipo H-150, empleándose en su amasado cemento P-350 y áridos de tamaño máximo 20 mm.,

con las siguientes dosificaciones por m3:

Cemento P-350.....	270 Kg.
Arena	650 Kg.
Grava	1.305 Kg.
Agua.....	170 L.

1.6.14.- Empalmes

Los empalmes se realizarán mediante manguitos de cobre, de sección adecuada a la de los cables y tubos termorretráctiles, con adhesivo color negro tipo SHR 2 o similar, aprobado por la Dirección Facultativa y de dimensiones según el cable a emplear.

1.6.15.- Soldaduras aluminotérmicas

Las conexiones de los cables y piquetas de toma de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas tipo CALDWELD, con molde modelo CY4 y cartucho GSF20.

1.7.- Normas

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas:

NORMATIVA ESTATAL

- 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.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la

protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía.

NORMATIVA AUTONOMICA

- Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Orden de 13 de marzo de 2000, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Normativa del Ayuntamiento de Canals.

1.8.- Plazo de Ejecución de las Obras

El plazo de ejecución de las obras se estima en 6 Meses.

1.9.- Conclusiones

El Técnico que suscribe estima haber aportado los datos suficientes para formar una idea clara de las características de la instalación que se pretende legalizar, y queda a disposición de las Autoridades competentes para cuantas aclaraciones estimen oportunas.

2.- CÁLCULOS

2.1.- Cálculos luminotécnicos (Cumplimiento del R.D. 1890/2008)

2.1.1.- Mediciones Luminotécnicas:

- Clasificación de la vía y selección de la clase de alumbrado:

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

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

⇒ Debido a que la instalación proyectada es para el alumbrado de una zona residencial, se calificará como *vía tipo D*.

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

⇒ Debido a que la instalación proyectada es para el alumbrado de una calle peatonal de conexión de varias calles, se calificará como *vía subtipo D3-D4*.

- Niveles de iluminación de los viales:

Los niveles máximos de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la tabla siguiente, donde se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las diferentes clases de alumbrado:

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

Clase de Alumbrado	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux)	Iluminancia mínima E_{min} (lux)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	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 (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

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

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

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 (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.
También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Si la zona especial es parte de una vía de tipo D o cuando no sea posible aplicar el criterio de luminancia, debido a que la distancia de visión resulte inferior a 60 m (valor mínimo utilizado en el cálculo de la luminancia) y cuando no se pueda situar adecuadamente al observador, dada la sinuosidad y complejidad de la zona especial de vial, se aplicará el criterio de iluminancia, con unos niveles de iluminación correspondientes a la serie CE de clases de alumbrado. Entre las clases de alumbrado CE1 y CE0, podrá adoptarse un nivel de iluminancia intermedio.

Cuando existan pasarelas peatonales, escaleras y rampas, la clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50% del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

⇒ Por tanto el nivel requerido en este caso será Por tanto el nivel requerido en este caso será CE2 para la calzada, y por tanto la iluminancia media requerida será de 20 lux, siendo la uniformidad media requerida de 0,40.

Se adjuntas cálculos luminotécnicos.

- Deslumbramientos:

La evaluación del deslumbramiento se llevará a cabo mediante la utilización de los niveles de referencia de la intensidad luminosa de las luminarias establecida en la tabla siguiente:

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima (cd/klm)			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
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 1.000 lm.

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.

- Resplandor luminoso nocturno:

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

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

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 CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

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

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

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

⇒ El flujo hemisférico superior instalado FHS_{inst} de la instalación proyectada es

de **0 %** para las luminarias utilizadas, inferior al **15 %** que se requiere debido a que se trata de una zona **E3**.

- Limitación de la luz intrusa:

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

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

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

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	E1	E2	E3	E4
E_v	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
I	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
L_m	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m²	25 cd/m ²
L_{max}	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m²	150 cd/m ²

$L_{\text{máx}}$	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m²	1.000 cd/m ²
TI	Clase de alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15 % Para adaptación a L=0,1 cd/m ²	TI = 15 % Para adaptación a L=1 cd/m ²	TI = 15 % Para adaptación a L=2 cd/m²	TI = 15 % Para adaptación a L=5 cd/m ²

2.1.2.- Eficiencia Energética:

- Eficiencia Energética de la instalación:

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

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

siendo:

ε = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m²·lux/W)

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S = superficie iluminada (m²);

E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

⇒ En el caso que nos ocupa tenemos obtenemos los siguientes valores:

$$\varepsilon_1 = \frac{S \cdot E}{P} = \frac{1.835 \cdot 23,47}{800} = 53,83 \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

- Requisitos mínimos de eficiencia energética:

La instalación proyectada se considera como **instalación de alumbrado vial ambiental**.

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la siguiente tabla:

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	Eficiencia Energética 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 comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal.	

⇒ Para la instalación proyectada con $E_{m1} = 53,83$ lux se precisará una Eficiencia Energética Mínima por interpolación lineal de $10,56 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$, por lo que el valor obtenido de $53,83 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ es suficiente.

- Calificación Energética de la instalación:

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

Alumbrado Vial Ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$)
≥ 20	13
15	11
10	9
7,5	7
≤ 5	5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal.	

$$I_{\epsilon_1} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R} = \frac{53,83}{15,26} = 3,53 \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

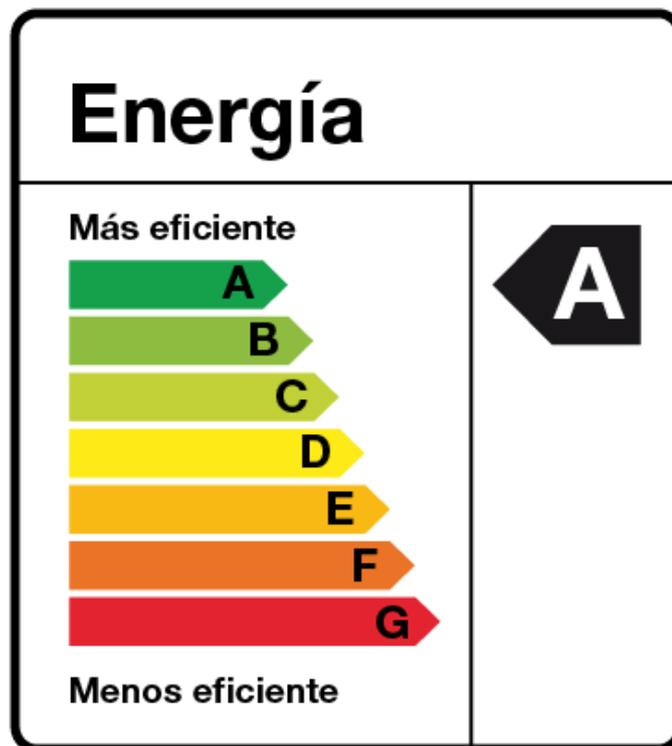
El índice de consumo energético (ICE) es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE_1 = \frac{1}{I_\epsilon} = \frac{1}{3,53} = 0,283$$

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

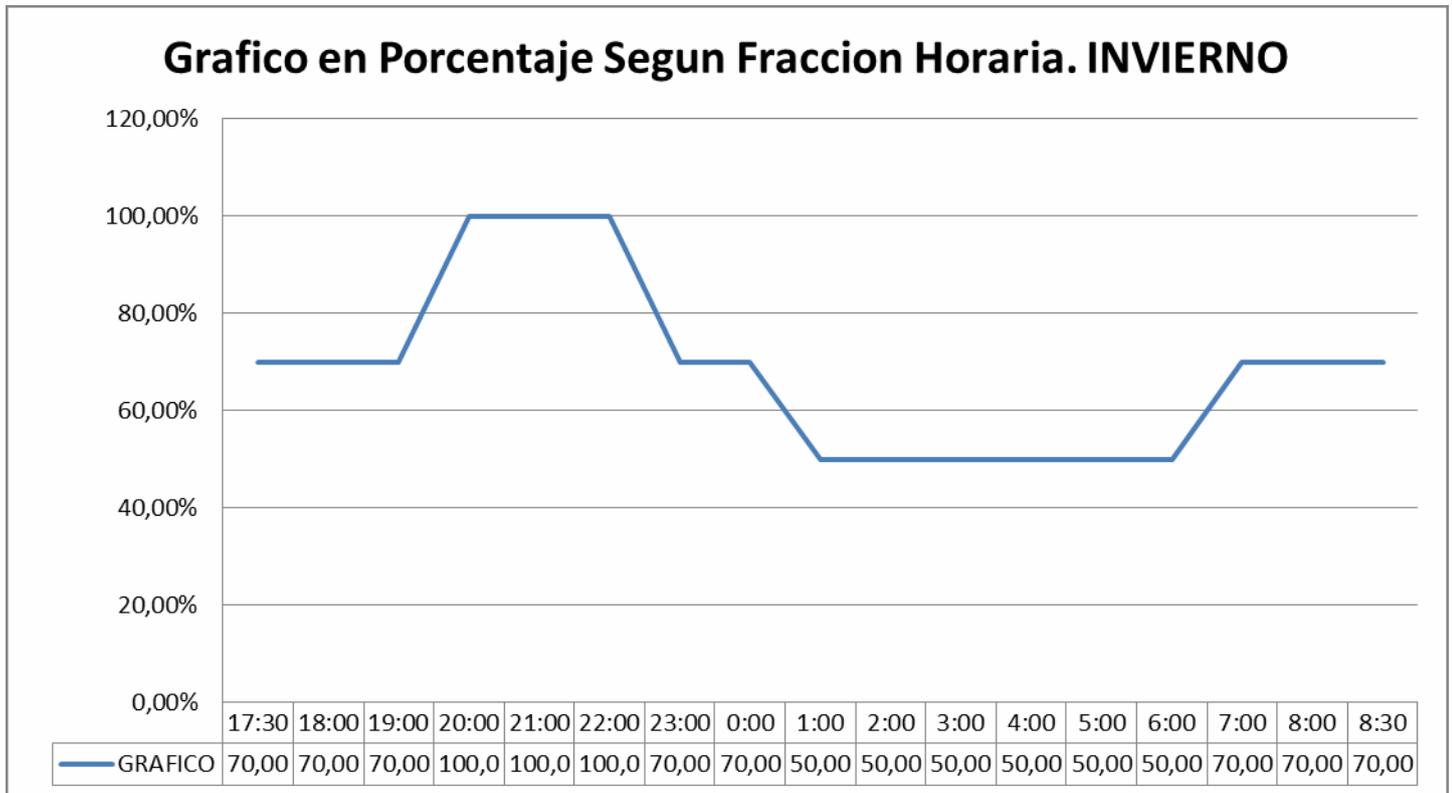
Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I\epsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I\epsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I\epsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I\epsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$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

⇒ Por tanto la calificación energética de la instalación proyectada es del **tipo A**.



2.2.- Curva de Funcionamiento Alumbrado Vial público con luminaria LED

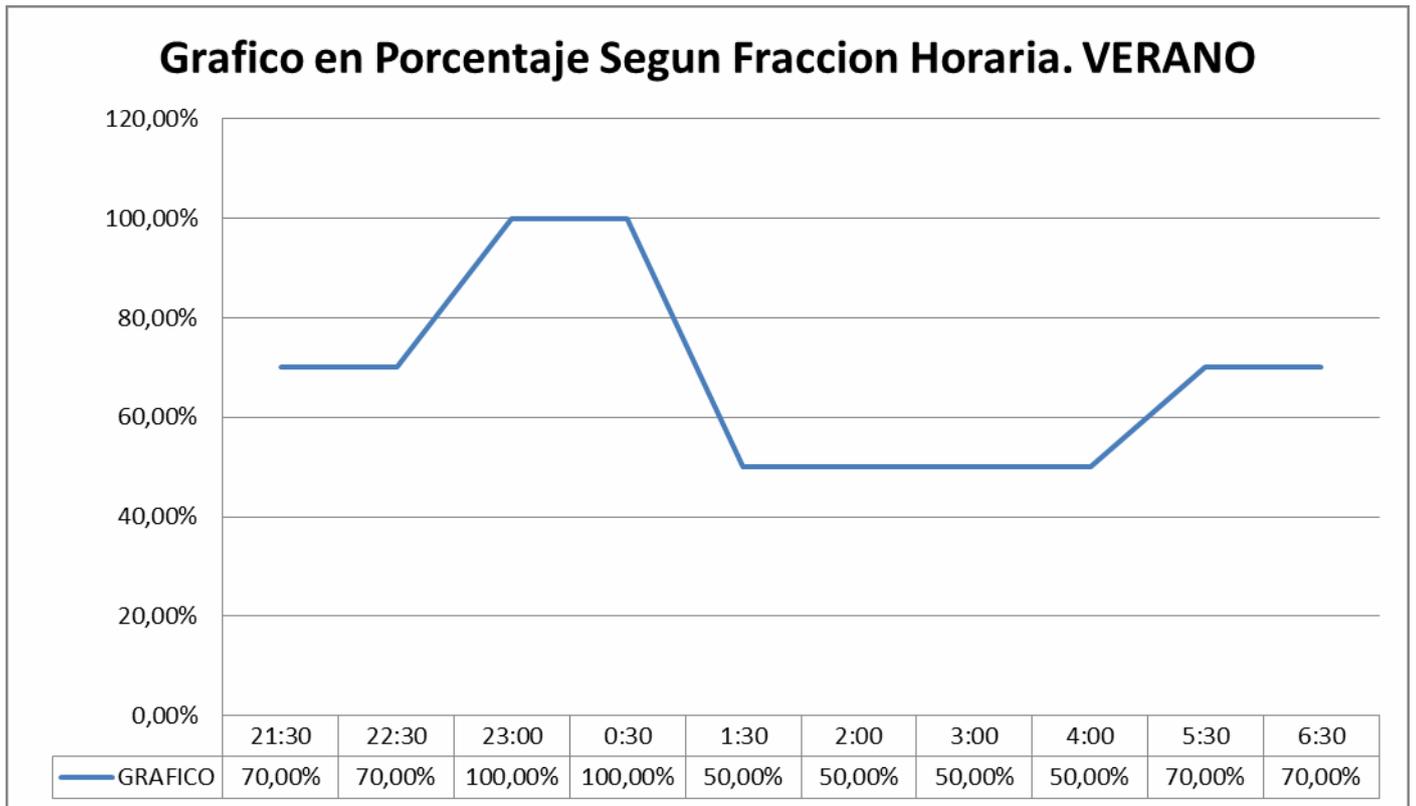
1.- Curva en relación horaria en el periodo de Invierno.



Horario	Horas Funcionamiento	Porcentaje	Horas tras la actuación
17:30 a 19:00	1:30	70,00%	1:03
19:00 a 22:00	3:00	100,00%	3:00
22:00 a 0:00	2:00	70,00%	1:24
0:00 a 6:00	6:00	50,00%	3:00
6:00 a 8:30	2:30	70,00%	1:45
TOTAL	15:00		10:12

Tras realizar esta curva de funcionamiento el ahorro medio que se produce es del 32 %.

2.- Curva en relación horaria en el periodo de Verano.



Horario	Horas Funcionamiento	Porcentaje	Horas tras la actuación
21:30 a 22:30	1:00	70,00%	0:42
22:30 a 24:30	2:00	100,00%	2:00
24:30 a 1:30	1:00	70,00%	0:42
1:30 a 5:30	4:00	50,00%	2:00
5:30 a 6:30	1:00	70,00%	0:42
TOTAL	9:00		6:06

Tras realizar esta curva de funcionamiento el ahorro medio que se produce es del 32,22 %.

A efectos de cálculo se puede estimar un ahorro medio del 32 % tras la aplicación de estas curvas de funcionamiento.

2.3.- Cálculos eléctricos

2.2.1.- Consideraciones Generales

El suministro de corriente se realizará en sistema trifásico con neutro, a la tensión de 400/230 V. desde el centro de transformación propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., situado en las proximidades. La caída de tensión no será superior, en ningún caso, al 3%.

2.2.2.- Cálculo de secciones e intensidades

La justificación técnica de las secciones adoptadas, se realiza desde los puntos de vista de las prescripciones reglamentarias.

Con estas consideraciones, se estudia la sección del conductor, bajo los aspectos de caída de tensión máxima y densidad de corriente máxima admisibles, de acuerdo con la instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La potencia total de cada punto de luz la obtendremos teniendo en cuenta la potencia nominal de la lámpara y el consumo de los accesorios necesarios para su funcionamiento, que según la instrucción ITC-BT-09, será 1.8 veces la potencia nominal de la lámpara en vatios.

Estos cálculos se han realizado con la siguiente fórmula:

$$U = \frac{100 * S (L * W)}{K * Q * V^2}$$

Siendo:

- U = Caída de tensión en %
- L = Longitud en m.
- W = Potencia en vatios.
- S = Suma de productos L * W.
- K = Conductividad del material.
- Q = Sección en mm²
- V = Tensión en voltios.

A.II.1. Previsión de cargas

Del estudio luminotécnico realizado en el Anexo I, se observa que las lámparas a utilizar serán:

nº C.M.	CIRCUITO	Nº PUNTOS DE LUZ EN W	POTÉNCIA UD. EN W.	POTÉNCIA TOTAL EN V.A.
1	1	17	80 W	1.360 VA
	2	17	80 W	1.360 VA
TOTAL POTENCIA INSTALADA				2.720 VA

Para el cálculo de las potencias en V.A. se ha tenido en cuenta la potencia nominal de las lámparas, según la Instrucción ITC-BT-44 Apartado 3.1.

Por lo que la potencia nominal total de las lámparas, con sus equipos correspondientes, es de:

C.G.D.1: 2.720 VA

Se adoptará, en previsión de las futuras líneas que se puedan instalar, un disyuntor automático magnetotérmico general apto para cargas inductivas de 32 A que admite una carga de 22.170 VA.

Teniendo en cuenta un factor de potencia de 0,9 esta potencia equivaldrá a 19.953 W.

POTÉNCIA MÁXIMA ADMISIBLE: 19.953 W

A.II.2. Caja General de Protección

Sus características serán:

- In de la caja..... 250 A
- In de los fusibles.... 100 A

A.II.3. Contadores de energía

Se utilizarán los contadores de energía activa adaptados a la potencia contratada con la compañía I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

2.2.3 Cálculos eléctricos

Tramo	Número de	Potencia Ud.	Potencia	Longitud	Intensidad	Sección	C.D.T.	C.D.T.	C.D.T.
Línea 1	Lámparas	W	Tramo	(m.)	Amperios	mm ²	parcial	Total (V)	Total en %.

CM-101	17	80	1360	10	2,18	6	0,10	0,10	0,03
101-102	16	80	1280	20	2,06	6	0,19	0,29	0,07
102-103	15	80	1200	20	1,93	6	0,18	0,47	0,12
103-104	14	80	1120	20	1,80	6	0,17	0,64	0,16
104-105	13	80	1040	20	1,67	6	0,15	0,79	0,20
105-106	12	80	960	20	1,54	6	0,14	0,93	0,23
106-107	11	80	880	20	1,41	6	0,13	1,07	0,27
107-108	10	80	800	20	1,28	6	0,12	1,18	0,30
108-109	9	80	720	20	1,16	6	0,11	1,29	0,32
109-110	8	80	640	10	1,03	6	0,05	1,34	0,33
110-111	7	80	560	25	0,90	6	0,10	1,44	0,36
111-112	6	80	480	20	0,77	6	0,07	1,51	0,38
112-113	5	80	400	20	0,64	6	0,06	1,57	0,39
113-114	4	80	320	20	0,51	6	0,05	1,62	0,41
114-115	3	80	240	20	0,39	6	0,04	1,66	0,41
115-116	2	80	160	20	0,26	6	0,02	1,68	0,42
116-117	1	80	80	20	0,13	6	0,01	1,69	0,42

Tramo	Número de	Potencia Ud.	Potencia	Longitud	Intensidad	Sección	C.D.T.	C.D.T.	C.D.T.
Línea 2	Lámparas	W	Tramo	(m.)	Amperios	mm2	parcial	Total (V)	Total en %.

CM-201	17	80	1360	15	2,18	6	0,15	0,15	0,04
201-202	16	80	1280	20	2,06	6	0,19	0,34	0,09
202-203	15	80	1200	20	1,93	6	0,18	0,52	0,13
203-204	14	80	1120	20	1,80	6	0,17	0,69	0,17
204-205	13	80	1040	20	1,67	6	0,15	0,84	0,21
205-206	10	80	800	10	1,28	6	0,06	0,90	0,23
206-207	9	80	720	20	1,16	6	0,11	1,01	0,25
207-208	8	80	640	20	1,03	6	0,10	1,10	0,28
208-209	6	80	480	20	0,77	6	0,07	1,18	0,29
209-210	5	80	400	15	0,64	6	0,04	1,22	0,31
210-211	3	80	240	15	0,39	6	0,03	1,25	0,31
211-212	2	80	160	20	0,26	6	0,02	1,27	0,32
212-213	1	80	80	20	0,13	6	0,01	1,28	0,32
205-214	2	80	160	20	0,26	6	0,02	0,87	0,22
214-215	1	80	80	20	0,13	6	0,01	0,88	0,22
208-216	1	80	80	30	0,13	6	0,02	1,12	0,28
210-217	1	80	80	25	0,13	6	0,01	1,24	0,31

2.3.- Cálculo de Sistemas de Protección

Las instalaciones de Alumbrado Público se ajustan a las estipulaciones de la ITC-BT-09, y

columnas metálicas, mediante piqueta de 2 m. y se utilizarán interruptores diferenciales de sensibilidad 0.3 A.

Cálculo de la resistencia de tierra.

De acuerdo con la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-18.

- Naturaleza del terreno : cultivable fértil
- Resistividad en ohm·m : 50

De acuerdo a la tabla 3 de dicha instrucción:

- Electrodo pica
- Longitud de la pica 2 m
- Resistencia en ohmios 25

De acuerdo a la fórmula:

$$R = \frac{r}{L}$$

Donde:

R: resistencia en ohmios.

r: resistividad del terreno en ohm.m

L: longitud de la pica en metros.

Cálculo de la sensibilidad de los diferenciales.

La sensibilidad de estos aparatos se deduce del siguiente cálculo:

$$I_s = \frac{24}{R} = 0.96 \text{ A.}$$

donde:

I_s: sensibilidad del diferencial en amperios.

24: tensión máxima de defecto a considerar.

R: resistencia de tierra, 25 Ω.

No obstante, y para mayor seguridad de los usuarios, se adoptarán interruptores automáticos diferenciales reenganchables de la sensibilidad siguiente:

$$I_s = 0.03 \text{ A.}$$