

# Anexo 4:

## INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

Proyecto de humanización en calle Camilo José Cela en Vigo



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 19/12/2017 10:15

Páxina 1 de 17

Aprobado en Xunta de Goberno do 11/10/2017

CSV: 23EE4-3C585-8A4D3-BBAB3

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

# Índice

<b>4</b>	<b>INTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO .....</b>	<b>1</b>
4.1	Antecedentes .....	1
4.2	Normativa .....	1
4.3	Clasificación de la instalación.....	1
4.4	Suministro.....	2
4.4.1	Clase .....	2
4.4.2	Tensión nominal .....	2
4.4.3	Empresa suministradora .....	2
4.5	Previsión de cargas .....	2
4.6	Descripción de la instalación eléctrica.....	2
4.6.1	Instalación eléctrica de alumbrado exterior .....	3
4.6.1.1	Conductores.....	3
4.6.1.2	Luminarias .....	5
4.6.1.3	Columnas soporte.....	6
4.6.1.4	Canalizaciones subterráneas.....	6
4.6.1.5	Arquetas.....	9
4.6.1.6	Puesta a tierra .....	9
4.6.2	Cálculos eléctricos.....	11
4.6.2.1	Cálculo de secciones .....	11
4.6.2.2	Sección de las canalizaciones.....	12
4.6.2.3	Resistencia de tierra .....	12
4.6.2.4	Resumen de los cálculos.....	13
4.7	Clasificación energética .....	15
4.8	Cálculo de iluminación.....	15



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 19/12/2017 10:15

Páxina 2 de 17

Aprobado en Xunta de Goberno do 11/10/2017

CSV: 23EE4-3C585-8A4D3-BBAB3

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

## 4 INTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

### 4.1 Antecedentes

El presente anexo tiene por objeto definir la instalación eléctrica en baja tensión del alumbrado exterior de la calle "Camilo José Cela", en Vigo, y que servirá para solicitar de las autoridades competentes la autorización previa y posterior puesta en servicio de la mencionada instalación eléctrica.

Se incluirá en el presente proyecto la información, la descripción, los documentos y los planos de las instalaciones pertinentes.

En todo momento se respeta lo dispuesto en los vigentes reglamentos y ordenanzas que competen a una instalación de sus características.

Asimismo, servirá como base técnica para el desarrollo y ejecución práctica de dicha instalación.

La actuación a realizar consiste en la renovación del alumbrado actual, basado en lámpara de halogenuros metálicos por lámparas con tecnología LED. Se renovará el cableado y las canalizaciones.

### 4.2 Normativa

Para la realización del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ordenanza Municipal de Regulación de las Instalaciones de Iluminación Exterior en el Término Municipal de Vigo (B.O.P. 12-02-2013)
- 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.
- Normas UNE aplicables a elementos de la instalación.

### 4.3 Clasificación de la instalación

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, al ser una instalación de alumbrado público exterior, para el diseño y dimensionamiento de la instalación se prestará especial atención a la ITC-BT-09 y la ICT-BT-30.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo	Data impresión: 19/12/2017 10:15	Páxina 3 de 17
Aprobado en Xunta de Goberno do 11/10/2017	CSV: 23EE4-3C585-8A4D3-BBAB3	
Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <a href="http://www.vigo.org/csv">http://www.vigo.org/csv</a>		

## 4.4 Suministro

### 4.4.1 Clase

Las líneas de la red se explotarán, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica o monofásica a 50 Hz de frecuencia.

### 4.4.2 Tensión nominal

La tensión nominal será de 230/400 V para instalaciones de tres fases y neutro, y de 230 V para las monofásicas.

### 4.4.3 Empresa suministradora

La compañía eléctrica que suministra la energía es Unión Fenosa, quien garantiza el suministro y el material de la red.

## 4.5 Previsión de cargas

La potencia total instalada es la suma aritmética de la potencia prevista para cada uno de los receptores de la calle.

Las potencias instaladas quedan como siguen:

PREVISIÓN DE CARGAS ALUMBRADO PÚBLICO					
LOCALIZACIÓN	RECEPTOR	UDS.	POT. UNITARIA	FACT. CORREC.	POT. CALCULO
C/ Camilo José Cela	Luminaria ATP "EVOLUCION P" LED - 100 W	6	100	1	600
Coeficiente de simultaneidad					1
TOTAL POTENCIA (W)					600

## 4.6 Descripción de la instalación eléctrica

El alumbrado público de la calle Camilo José Cela se conectará al centro de mando existente en la zona, situado en la calle Coruña Nº 70.



#### 4.6.1 Instalación eléctrica de alumbrado exterior

##### 4.6.1.1 Conductores

##### 4.6.1.1.1 Conductores de las líneas subterráneas

Son las líneas que unen el centro de mando con cada una de cajas de derivación a pie de la columna de soporte.

Las líneas estarán constituidas por conductores aislados, bajo tubo, en instalación subterránea y cumplirán lo indicado en la ICT-BT-07. Los tubos y su instalación cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo, siendo su tensión de aislamiento 0,6/1kV y su designación es RV-K según la norma UNE 21123-2, estando debidamente señalizados:

- Protección  $\Rightarrow$  amarillo- verde
- Neutro  $\Rightarrow$  azul
- Fases  $\Rightarrow$  negro, gris, marrón

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por el usuario y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades máximas admisibles se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-07 (Tabla 5).
- La caída de tensión máxima admisible será del 3 % según la ITC-BT-09, para el alumbrado.
- La sección mínima de las líneas de alumbrado será de 6 mm<sup>2</sup> según la ICT-BT-09.
- La sección máxima de las líneas de alumbrado será de 25 mm<sup>2</sup>.
- Se aplicará un factor de corrección de 0,8 al ser una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo en instalación subterránea, según la ITC-BT-07.

Su dimensionado se justificará en el apartado de los cálculos.

En este caso se instalará una línea eléctrica subterránea 4(1x10) mm<sup>2</sup> RV-K 0,6/1kV.

Los cambios de sección de los conductores se harán en el interior de los soportes.

Deberán conectarse todos los conductores (fases, neutro y toma de tierra) en todas y cada una de las cajas de derivación de las columnas soporte y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo.

Cuando existan cambios de secciones de los conductores, deberán utilizarse las protecciones adecuadas para proteger las líneas.

Los conductores de cada línea que parte del armario del centro de mando, no se utilizará para ningún otro circuito que no pertenezca al propio alumbrado público, salvo el destinado a iluminación de muebles urbanos para la presentación de información, cabinas telefónicas o similares.

La alimentación de sistemas de riego, iluminación ornamental, wifi, fuentes, pilones y otros servicios públicos se realizarán con líneas eléctricas independientes, llevadas desde el



centro de mando de alumbrado, con las protecciones correspondientes y previa autorización del Servicio Técnico Municipal.

Los distintos conductores de cada circuito se señalarán de tal forma, a lo largo de todo el circuito en las zonas de acceso a los mismos (arquetas, cajas de derivación, centros de mando), para que sea posible identificar las diferentes fases y el neutro de la instalación. Las conexiones a lo largo de la red se harán de manera que sea respetada la identificación en todo su recorrido.

#### 4.6.1.1.2 Conductores en el interior de las columnas soporte

Son los conductores que unen la caja de derivación a pie de la columna con la luminaria.

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores a utilizar serán de cobre, multipolar (manguera), con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo, siendo su tensión de aislamiento 0,6/1kV y su designación es RV-K según la norma UNE 21123-2, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>.
- No existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.
- Los conductores deberán ser soportados mecánicamente en la parte superior del apoyo o en la luminaria, no se admitirá que se cuelguen directamente del portalámparas.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por el usuario y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades máximas admisibles se tendrá en cuenta lo dispuesto en la tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523, que sustituye la tabla 1 de ICT-BT-019.
- La caída de tensión máxima admisible será del 3 % según la ITC-BT-09, para el alumbrado.

Su dimensionado se justificará en el apartado de los cálculos.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo	Data impresión: 19/12/2017 10:15	Páxina 6 de 17
Aprobado en Xunta de Goberno do 11/10/2017	CSV: 23EE4-3C585-8A4D3-BBAB3	
Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <a href="http://www.vigo.org/csv">http://www.vigo.org/csv</a>		

#### 4.6.1.1.3 Cajas de derivación y protección

Serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio, material aislante, auto extingible, con cuatro bornes para la conexión de cables con una sección de hasta 25 mm<sup>2</sup>, protegidas con cartucho fusible de cápsula cilíndrica tamaño UTE 10x38 mm para una intensidad hasta 20 A y grado de estanqueidad IP-44, según la norma DIN 40.050.

Estarán dotadas de un fusible de 6 A que permite el corte de la fase y desconecta automáticamente el punto de luz, los fusibles serán de alto poder de ruptura (APR). Además, estarán dotadas de un fusible de cartucho cilíndrico de cobre para el neutro

La conexión será por la parte inferior y la salida de alimentación de la luminaria por la parte superior, con lo que se evita el forzado de los conductores en la salida.

La tapa deberá ser practicable y estará preparada para poder ser precintada mediante un tornillo de cierre.

Los empalmes y derivaciones se deberán realizar siempre en estas cajas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, a una altura mínima de 0,3 m sobre la rasante del suelo, debe quedar garantizada la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

En ningún caso se podrá hacer empalmes dentro de las canalizaciones, arquetas y soportes.

#### 4.6.1.2 Luminarias

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior. Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior deben tener como mínimo el grado de protección IP65 y ser antivandálicas IK10.

Las luminarias serán de Clase I o de Clase II. Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

Los equipos irán alojados en el interior de las luminarias y serán de alto factor de potencia, con un valor nunca inferior a 0,95.

Se colocarán 6 luminarias marca ATP modelo "Evolución P", o similar, con las siguientes características:

- Temperatura de color 3500 K, IRC>70
- Clase II, IP66, IK10
- 220-240 V 50-60 Hz
- Lámpara de 48 LEDs
- Óptica A5
- Dimensiones: 560x620 mm (ancho x largo)
- Flujo luminoso (módulo LED): 14026 Lm
- Flujo luminoso (lámpara): 13541 Lm
- Potencia luminaria: 100 W
- Corriente nominal: 700 mA



- Factor de potencia > 0,95
- Protección contra sobretensiones 10 kV

#### 4.6.1.3 Columnas soporte

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (UNE-EN 40-5:2003 y EN 40-5: 2002). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Para la instalación de la luminaria Evolución P, se instalarán 6 columnas de la marca ATP modelo "Matrix Duo", o similar, de 10 m altura, la luminaria está instalada a 9 m de altura. Cada columna estará formada por dos tramos:

- Base formada por un tubo de acero galvanizado de 4,8 m de largo, diámetro 205 mm y de 4 mm de espesor, recubierto exteriormente con 2,5 mm de un polímero técnico de ingeniería, en este caso el color es gris oscuro.
- Fuste formado tubos de acero galvanizado de 5,2 m de largo, diámetro 70 mm y pared de 4 mm de espesor, recubierto exteriormente con 2,5 mm de un polímero técnico de ingeniería, en este caso el color es gris claro.

Todas las columnas incluyen base de pernos y la tornillería para amarre, también se incluye registro IP44 para alojamiento de conexiones y fusibles, accesible mediante puerta con el escudo del Ayuntamiento de Vigo.

#### 4.6.1.4 Canalizaciones subterráneas

Tanto en zonas pavimentadas, de suelo de tierra o de césped, las zanjas tendrán una profundidad adecuada de manera que la parte superior de los tubos se encuentren a una distancia mayor o igual a 40 cm y siempre menor que 60 cm, por debajo de la rasante del pavimento, suelo de tierra o césped, y tendrá una anchura mínima de 40 cm.

Las canalizaciones discurrirán a la profundidad necesaria para cumplir los requisitos indicados en los apartados 4.6.5.1.4.1, 4.6.5.1.4.2, 4.6.5.1.4.3, 4.6.5.1.4.4.

Los tubos serán de doble pared con la capa exterior corrugada y al interior lisa fabricadas en polietileno de alta densidad o con la capa exterior corrugada fabricada en polietileno de alta densidad y la capa interior de polietileno de baja densidad, siendo este curvable, según la norma UNE-EN 50086-2-4. Contarán con una resistencia a la compresión de tipo 450 N y una resistencia al impacto normal.

Se utilizarán los tubos rojos de 110 mm de diámetro para pasar las líneas de iluminación pública, los tubos rojos de 63 mm de diámetro para pasar las líneas de iluminación festiva de Navidad y los tubos verdes de 110 mm se utilizarán para otros servicios municipales.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo	Data impresión: 19/12/2017 10:15	Páxina 8 de 17
Aprobado en Xunta de Goberno do 11/10/2017	CSV: 23EE4-3C585-8A4D3-BBAB3	
Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <a href="http://www.vigo.org/csv">http://www.vigo.org/csv</a>		



Toda la canalización estará mandrilada y con guía de paso para los conductores.

A la entrada de las canalizaciones al centro de mando se deberá hacer con accesorios adecuados que garanticen el curvado de los mismos. Además, tanto la canalización roja de 100 mm como la de 63 mm entrarán en los soportes de las luminarias, empleando para esto un accesorio en "Y", tal como se indica en los planos de detalles adjuntos.

#### **4.6.1.4.1 En parque y jardines**

Llevaran un tubo de polietileno corrugado de doble capa rojo de 110 mm de diámetro

Una vez hecha la zanja, esta quedará limpia de piedras y escombros. Posteriormente se hará el relleno con zahorra o tierra seleccionada, compactando mecánicamente por capas no superiores a 20 cm, con una densidad de compactación del 95% de proctor modificado, en el medio de este relleno se colocará el tubo, quedando a 10 cm del fondo de la zanja y por lo menos 10 cm de la parte superior de la misma.

A continuación, se colocará una capa de 10 cm de espesor de hormigón HM-20, el resto de zanja se llenará con zahorra o tierra seleccionada, compactando mecánicamente por capas no superiores a 20 cm, con una densidad de compactación del 95% de proctor modificado, con el objetivo de evitar posibles asentamientos. A 10 cm de la parte superior del relleno se colocará una cinta de señalización de 30 cm de ancho que advierta la existencia del tubo.

La terminación de la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento, suelo de tierra o césped existente inicialmente o proyectado.

Para evitar la posible rotura de las canalizaciones por las raíces de los árboles, los tubos irán hormigonados.

#### **4.6.1.4.2 En aceras**

Llevarán tres tubos de polietileno corrugado de doble capa, uno rojo de 110 mm de diámetro, un verde de 110 mm de diámetro y un último tubo rojo de 63 mm de diámetro, los cuales irán embridados cada 10 m aproximadamente

Una vez hecha la zanja, esta quedará limpia de piedras y escombros. Posteriormente se hará el relleno con zahorra o tierra seleccionada, compactando mecánicamente por capas no superiores a 20 cm, con una densidad de compactación del 95% de proctor modificado, en el medio de este relleno se colocarán los tubos, quedando a 10 cm del fondo de la zanja y por lo menos 30 cm de la parte superior de la misma.

La terminación de la zanja se realizará reponiendo el pavimento procediendo anteriormente al hormigonado base del mismo. A 10 cm de la parte superior del relleno se colocará una cinta de señalización de 30 cm de ancho que advierta la existencia del tubo

#### **4.6.1.4.3 En cruzamiento de calles**

Las zanjas situadas en los cruzamientos de las calles tendrán una profundidad adecuada de manera que la superficie superior de los tubos más próximos a la calzada se



encuentre a una distancia mayor o igual de 80 cm y nunca superior a 100 cm, por debajo del pavimento de la misma.

Llevarán cuatro tubos de polietileno corrugado de doble capa, tres tubos rojos de 110 mm de diámetro, un verde de 110 mm de diámetro y un último tubo rojo de 63 mm de diámetro, los cuales irán embridados cada 10 m aproximadamente.

Una vez hecha la zanja, esta quedará limpia de piedras y escombros. Posteriormente se preparará un relleno de hormigón HM-20 que quedará por lo menos a 70 cm de la superficie, no medio de este relleno se colocarán los tubos, quedando a 10 cm del fondo de la zanja y por lo menos 10 cm de la capa superior de hormigón.

A continuación, se procederá al relleno con zahorra o tierra seleccionada, compactando mecánicamente por capas no superiores a 20 cm, con una densidad de compactación del 95% de proctor modificado, hasta unos 32 cm de la superficie.

Para el remate de la zanja se pondrá una capa de betún asfáltico de 25 cm y posteriormente se terminará según la pavimentación proyectada o existente.

#### 4.6.1.4.4 Cruzamiento con otras canalizaciones

En los cruzamientos con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, redes de saneamiento, gas, teléfono, ...) los tubos irán macizados con una capa de hormigón de resistencia HM-25 de 10 cm de espesor. La longitud del tubo hormigonado será como mínimo de 50 cm a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre esta y la pared exterior del tubo de 15 cm.

La canalización de iluminación pública irá, prioritariamente, por encima de cualquier otra canalización.

En la siguiente tabla se recogen la distancia en cm a conservar entre los diferentes servicios, tanto dispuestos paralelamente, como en sus posibles cruces, disponiendo de los elementos de protección específicos. En el caso de que por insuficiencia de espacio no se pudiesen mantener estas distancias, se colocarán los elementos de especial protección que la reglamentación establezca para esos casos o los justificados técnicamente.

		S	AB	RS	BT	AT	TF	COM	GAP	GBP
Disposición en paralelo	IP	50	25	20	25	25	25	25	40	20
Disposición en cruce		25	25	25	25	25	20	20	20	20

Siendo:

- IP instalación de iluminación pública
- S instalación de saneamiento
- AB instalación de abastecimiento de agua
- RS instalación de red semafórica
- BT líneas eléctricas de baja tensión
- MT líneas eléctricas de media tensión
- AT líneas eléctricas de alta tensión



TF	instalación de telecomunicaciones
COM	instalación de comunicación por cable
GAP	instalación de gas de alta presión
GBP	instalación de gas de baja presión

#### 4.6.1.5 Arquetas

Estarán construídas con ladrillo a media asta o de hormigón de espesor equivalente. Cuando las arquetas se construyan de fábrica de ladrillo se enfoscará las paredes laterales interiores.

Deberán existir arquetas en los cambios de dirección pronunciados, en los cruzamientos de calles, a pie de los centros de mando y en los finales de línea.

Tendrán las siguientes dimensiones interiores:

- Arqueta intermedia (largo x ancho x profundidad):  
40 x 40 x 60 cm
- Arqueta para cambios de dirección (largo x ancho x profundidad):  
50 x 50 x 60 cm
- Arqueta para cruzamiento de calles (largo x ancho x profundidad):  
60 x 60 x 100 cm

Las tapas y marcos serán de fundición gris y estarán rotuladas con el rótulo "CONCELLO DE VIGO ILUMINACIÓN PÚBLICA".

Deberán estar capacitadas para soportar una carga mínima de 12 tm en aceras y 20 tm en calles.

En el fondo de la arqueta, formado por el propio terreno y libre de cualquier resto de hormigón, se dejará un lecho de grava gruesa (tamaño de grava 25 aprox) de 10 cm de espesor para facilitar el drenaje. La terminación de la arqueta en su parte superior se enrasará con el pavimento existente o proyectado, dándole una pendiente del 2% para evitar la entrada de agua. La reposición del suelo en el contorno de la arqueta se efectuará reponiendo el pavimento, suelo de tierra o jardín, existente o proyectado.

La distancia máxima entre arquetas consecutivas será de 30 m, salvo que existan puntos intermedios de iluminación.

#### 4.6.1.6 Puesta a tierra

El alumbrado dispondrá de una instalación de puesta a tierra que cumplirá la ITC-BT-18 y se dividirá en las siguientes partes:

- Toma de tierra:



La toma de tierra estará formada por picas de cobre-acero  $\varnothing \geq 14,2$  mm y 2 m de longitud situadas según el plano. Estas picas estarán unidas entre sí y al borne de puesta a tierra mediante un conductor de cobre aislado de 16 mm<sup>2</sup>. Su cálculo se justifica en el apartado de cálculos.

- Borne de puesta a tierra:

En las proximidades de la ubicación de los cuadros de distribución y protección se preverá un borne principal de tierra al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.

En el borne de puesta a tierra se dispondrá de un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

- Conductores de protección:

Mediante los conductores de protección se conectarán el borne de puesta a tierra y las masas de la instalación el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección dependerá de la sección del conductor de fase del elemento que protejan.

Sección conductor de fase S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima conductor de protección S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_p = S$
$16 \text{ mm}^2 \leq S \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_p = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S_p = S / 2$

Para el alumbrado exterior, el valor de la resistencia a tierra será como máximo de 20  $\Omega$ , tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 6 V. Además de cumplir todo lo indicado anteriormente cumplirá lo siguiente:

- La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.
- El conductor de la red de tierra será unipolar, con aislamiento de policloruro de vinilo, siendo su tensión de aislamiento 450/750V y su designación es H07V-K según la norma UNE 21031-3, color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.
- El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será unipolar, con aislamiento de policloruro de vinilo, siendo su tensión de aislamiento 450/750V y su designación es H07V-K según la norma UNE 21031-3, color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.



- Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.
- Se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Las picas se instalarán dentro de las arquetas de alumbrado próximas a los soportes.
- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra.
- Las luminarias son de Clase I y deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.
- El conductor de protección no podrá ser utilizado por ningún circuito que no pertenezca a la instalación propia de la iluminación pública.
- Las partes metálicas del mobiliario urbano (quioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, jardineras, papeleras metálicas, ...) que estén 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 también.
- En caso de que no sea posible la instalación de picas, se emplearán placas de toma de tierra que garanticen las mismas condiciones de seguridad de la instalación.

#### 4.6.2 Cálculos eléctricos

##### 4.6.2.1 Cálculo de secciones

Para el cálculo de las secciones y caídas de tensión se seguirán tanto las prescripciones del REBT como las Normas Particulares de la Compañía Suministradora. Las secciones elegidas atenderán a las distintas tablas que en ellas aparecen, dependiendo del sistema de instalación empleado y del tipo de conductor empleado.

Para los cálculos de intensidades y de caídas de tensión se utilizarán una serie de fórmulas que ahora se pasa a analizar.

Para hallar las intensidades que circulan por cada una de las líneas que se analiza se utiliza:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}, \text{ para corriente monofásica}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}, \text{ para corriente trifásica}$$

Siendo:

$I$  = Intensidad nominal (A)



$P$  = Potencia (W)

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

$U$  = Tensión de servicio (V)

Con estas intensidades se procederá a la elección de las secciones correspondientes en cada caso y con ello al cálculo de las caídas de tensión, que no deberán superar unos determinados valores, y para lo que se utilizará:

$$e = \frac{2PL}{\gamma s U}, \text{ para corriente monofásica}$$

$$e = \frac{PL}{\gamma s U}, \text{ para corriente trifásica}$$

Siendo:

$e$  = Caída de tensión (V)

$P$  = Potencia (W)

$L$  = Longitud de la línea (m)

$\gamma$  = Coeficiente de conductibilidad del conductor

$U$  = Tensión de servicio (V)

$s$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

Todos los cálculos de líneas, tanto de las secciones como de las caídas de tensión se llevarán a cabo en una tabla adjunta, en el apartado 4.6.2.4, en la que se dispondrán todos los datos necesarios para la correcta interpretación de los resultados.

#### 4.6.2.2 Sección de las canalizaciones

El cálculo de la sección de las canalizaciones depende del número y de la sección de los conductores que contenga.

La sección de las canalizaciones de los circuitos se calcula según las tablas de la ITC-BT-21. Los resultados obtenidos se representarán en la tabla resumen de los cálculos en el apartado 4.6.2.4.

#### 4.6.2.3 Resistencia de tierra

Se cumplirá todo lo indicado en la ICT-BT-18, el valor teórico aproximado de la resistencia de la puesta a tierra viene determinada por la siguiente fórmula:

$$R = \rho / (n \cdot L)$$

Donde



$\rho$  = Resistividad del terreno en Ohm  $\cdot$  m

L = Longitud de la pica en m

n = N° de picas

R = Resistencia de tierra en Ohm de las picas

$\rho = 100 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$

L = 2 m

n = 5

**R = 18  $\Omega$**

Una vez instalada la toma de tierra, se recomienda medir la resistencia de tierra mediante un equipo de medida, esta no debe ser superior a 20  $\Omega$ .

En caso de no cumplir lo indicado anteriormente, se realizarán las acciones necesarias para mejorar la toma de tierra.

#### 4.6.2.4 Resumen de los cálculos

A continuación, se incluye una hoja de cálculo de toda la instalación con todos los resultados hallados según los métodos explicados anteriormente.

##### 4.6.2.4.1 Cálculo eléctrico línea de alumbrado principal

RESUMEN DE CÁLCULOS																
CIRCUITO	Nº	POTENCIA DE CÁLCULO (W)	TENSIÓN (V)	cos φ	INTENSIDAD (A)	TIPO DE INSTALACIÓN	Nº CONDUCTORES Y AISLAMIENTO	DESIGNACION CONDUCTOR Y TENSION DE AISLAMIENTO	FACTOR CORRECCION	SECCIÓN (mm²)	I MÁXIMA ADMISIBLE	% CAIDA DE TENSION	P.I.A. INSTALADO (A)	DIFERENCIAL INSTALADO (A)	DIAMETRO CANALIZACION MINIMA (mm)	ESTADO
Línea alumbrado	L1	2.500,0	400	0,9	4,0	SUBT	3X-XLPE ó EPR	RV-K 0,6/1kV	0,8	10	75,2	0,84	25	4x40A 300 mA	110	OK

##### 4.6.2.4.2 Cálculo eléctrico línea eléctrica de las columnas de alumbrado

RESUMEN DE CÁLCULOS																		
CIRCUITO	Nº	POTENCIA DE CÁLCULO (W)	TENSIÓN (V)	LONGITUD (m)	cos φ	INTENSIDAD (A)	TIPO DE INSTALACIÓN	Nº CONDUCTORES Y AISLAMIENTO	DESIGNACIÓN CONDUCTOR Y TENSIÓN DE AISLAMIENTO	CONDUCTIVIDAD	FACTOR CORRECCION	SECCIÓN (mm²)	I MÁXIMA ADMISIBLE	CAIDA DE TENSIÓN (V)	% CAIDA DE TENSIÓN	Σ% CAIDA DE TENSIÓN	FUSIBLE (A)	ESTADO
LÍNEAS ELÉCTRICAS COLUMNAS SOPORTE																		
LUMINARIA ATP "EVOLUCION P" LED	L1	100,0	230	9	0,9	0,5	B2	2X-XLPE ó EPR	RV-K 0,6/1kV	44	1	2.5	23,0	0,07	0,03	0,03	6	OK



#### 4.6.2.4.3 Cálculo caído de tensión línea eléctrica de alumbrado principal

CÁLCULO CAIDA DE TENSIÓN											
CIRCUITO	Nº	POTENCIA DE CÁLCULO (W)	TENSIÓN (V)	LONGITUD (m)	CONDUCTIVIDAD	SECCIÓN (mm²)	CAIDA DE TENSIÓN (V)	% CAIDA DE TENSIÓN	Σ CAIDA DE TENSIÓN (V)	Σ% CAIDA DE TENSIÓN	
Tramo L16	L16	750,0	400	27	45	10	0,113	0,028	0,11	0,028	
Tramo L17	L17	300,0	400	27	45	10	0,045	0,011	0,05	0,011	
Tramo L18	L18	100,0	230	3	45	10	0,006	0,003	0,01	0,003	
Tramo L20-L19	L20-L19	400,0	400	24	45	10	0,053	0,013	0,05	0,013	
Tramo L15	L15	1.550,0	400	21	45	10	0,181	0,045	0,40	0,100	
Tramo L14	L14	100,0	230	5	45	10	0,010	0,004	0,01	0,004	
Tramo L13	L13	1.650,0	400	19	45	10	0,174	0,044	0,41	0,105	
Tramo L12	L12	1.750,0	400	28	45	10	0,272	0,068	0,68	0,173	
Tramo L11	L11	100,0	230	5	45	10	0,010	0,004	0,01	0,004	
Tramo L10	L10	1.850,0	400	19	45	10	0,195	0,049	0,88	0,226	
Tramo L9-L8-L7	L9-L8-L7	450,0	400	26	45	10	0,065	0,016	0,07	0,016	
Tramo L6	L6	2.300,0	400	14	45	10	0,179	0,045	1,13	0,287	
Tramo L5	L5	2.400,0	400	28	45	10	0,373	0,093	1,50	0,380	
Tramo L4-L1-CM	L4-L1-CM	2.500,0	230	22	45	10	1,063	0,462	2,56	0,842	





## 4.7 Clasificación energética

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR SEGÚN R.D. 1890/2008**

**Tipo de Aluminado:**  
☒ Vial Funcional  
☐ Vial Ambiental y Otros

**ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL**

Superficie Iluminada (m<sup>2</sup>):   
 Iluminancia Media - E<sub>m</sub> (lux):   
 Potencia activa instalada (W):

Calcular

Eficiencia energética de la instalación:  $\epsilon$  76,56  
 Eficiencia energética mínima:  $\epsilon_{min}$  19,50  
 Eficiencia energética de referencia:  $\epsilon_r$  28,40  
 Índice de Consumo Energético: (ICE) 0,37  
 Índice de Eficiencia Energética: ( $I_{\epsilon}$ ) 2,70

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

Calificación Energética: **A**

## 4.8 Cálculo de iluminación

Se adjunta al final de este anexo 4 el cálculo de iluminación.

Vigo, diciembre de 2016

Autor de proyecto:

Firmado:

Daniel Prieto Renda  
Colegiado nº 1.682  
I.C.O. Ingenieros Industriales de Galicia  
Delegación de Vigo

Firmado:

Manuel Cameáns Rodríguez  
Ingeniero Caminos, Canales y Puertos

