

# ANEJO Nº 2: ALUMBRADO

## 1. Introducción:

### 1.1. Antecedentes y objeto del anejo.

Se pretende implantar la iluminación correspondiente a la travesía de la N-340a, a su paso por Vinaròs. La transformación de dicha travesía en una vía urbana hace necesario dotar de iluminación a la totalidad del tramo de actuación.

Por lo tanto, el objeto del presente anejo es la descripción de las características y condiciones técnicas que reunirá la instalación para alumbrado público y su correspondiente red de distribución de energía eléctrica en Baja Tensión a 400 V, cuya instalación será ejecutada según las directrices marcadas.

Asimismo, se hace constar que se tienen en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, contenidas en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (en adelante REBT) de agosto de 2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. En cuanto a niveles, cálculos y condiciones de iluminación, se ha tenido en cuenta los Criterios a aplicar en la Iluminación de Carreteras y Túneles del Ministerio de Fomento.

En el documento “*Plano Nº 2. Alumbrado*”, se presenta gráficamente la ubicación de las luminarias y los detalles de la red eléctrica de alumbrado para un tramo representativo de la actuación. El resto de tramos se resolverían de forma afín.

### 1.2. Situación previa

La iluminación actual de la travesía no es homogénea ni continua, únicamente hay luminarias cerca de los polígonos industriales, zonas residenciales y en los principales enlaces. Además, las estaciones de servicio y naves industriales más terciarizadas a ambos lados de la travesía, disponen de su propia iluminación.

## 2. Descripción general del alumbrado

La solución a adoptar en la travesía debe iluminar la sección completa formada por la calzada, las franjas de estacionamiento, los carriles bici, las aceras y el bulevar central. No deben existir áreas con sombras ni un exceso de luz que provoque deslumbramientos o molestias a los usuarios de la vía y residentes del entorno.

Se instalaran lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión, por su elevada eficiencia energética, agudeza visual y visión de contraste apropiadas para el alumbrado de viales, donde no penaliza excesivamente una baja reproducción cromática (luz amarilla).

En los tramos ordinarios del vial, **las luminarias se disponen cada 35 m** mediante una **implantación bilateral pareada en ambos márgenes de la travesía y al tresbolillo de las anteriores en el exterior del bulevar central**. En las glorietas, las luminarias se colocarán uniformemente con disposición perimetral, priorizando en ellas el nivel de iluminación de la calzada anular frente al del islote central.

Además, para llevar a cabo las instalaciones eléctricas de alumbrado en la zona más representativa de la actuación se instala un cuadro de protección y mando situado en la esquina sur de la travesía con la avenida Juan XXIII . Para los sucesivos tramos de la travesía, en los que se mantiene la sección transversal y otras condiciones del entorno, se operará de forma análoga, ejecutando las necesarias acometidas y cuadros de mando.

### 2.1. Características lumínicas.

Para la realización de la iluminación proyectada, se adoptan lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión. Su elevado rendimiento de lúmenes por vatio es de 76 a 103 Lm/W, con lo que se obtienen los niveles de iluminación determinados con un menor consumo de energía y por lo tanto una explotación más económica.

Características de las lámparas de vapor de sodio alta presión empleadas:

Clave	Potencia	Voltios	Flujo lámpara (tubular)	Eficiencia luminosa
VSAP	150W	230V	17500lm	76 Lm/W
VSAP	250W	230V	33200lm	95 Lm/W
VSAP	400W	230V	56500lm	103 Lm/W

A esto hay que añadir la elevada vida media de este tipo de lámparas, de 24000 horas.

## 2.2. Nivel de iluminación.

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, clasifica las vías de comunicación en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías.

Los tramos ordinarios de **viales** se diseñan según el criterio de luminancia de la superficie de la calzada, para una luminancia media de  $L_m=0,75 \text{ cd/m}^2$  (equivalente a una **iluminancia media de 10 lux**). Ésta se corresponde a una clase de alumbrado ME4a, según la Instrucción Técnica EA-02 -Nivel de iluminación- del Reglamento citado.

En las franjas peatonales y carriles bici, al tratarse de distancias de visión corta, se aplicará el criterio de iluminancia, para un nivel de iluminación medio de 10lux, correspondiente a una clase de alumbrado CE4 y S2.

En los puntos singulares como son las **glorietas** se proyecta la instalación para conseguir un nivel de iluminación aún mayor. Para éstas se establece una **iluminancia media de 30 lux** con una uniformidad de 0,4 siguiendo los Criterios para la Iluminación de Carreteras y Túneles del Ministerio de Fomento, entendiendo uniformidad como el valor entre la iluminancia mínima ( $E_{\min}$ ) y la iluminancia media ( $E_{\text{med}}$ ). Estos valores se corresponden con una clase de alumbrado CE1, apropiada para zonas especiales de viales como las glorietas y los cruces. Adicionalmente, los valores de deslumbramiento no se sobrepasarán.

Para cumplir todos estos requisitos fotométricos, debido a la importante anchura de la sección transversal y tal y como detalla el *“Plano Nº2. Alumbrado”*, ha sido necesario disponer las luminarias sobre columnas de **12 metros de altura** y con una **separación de 35m** entre ellas enfocándolas hacia las calzadas principales. Para lograr la uniformidad lumínica mínima en toda la sección transversal de la travesía, se dispondrán en disposición bilateral pareada en ambos márgenes de la travesía y al tresbolillo de las anteriores mediante brazos dobles en el exterior del bulevar central.

Las luminarias a disponer en las glorietas, se colocarán uniformemente con disposición perimetral entorno a su radio exterior, priorizando en estas el nivel de iluminación de la calzada anular frente al del islote central. De este modo se favorece así la visión apropiada de contraste positivo de los vehículos y obstáculos frente a un fondo más oscuro.

## 3. Descripción de las instalaciones y de la red de distribución.

Se trata de una red de alumbrado público con alimentación subterránea, por lo tanto le son de aplicación las prescripciones de la Instrucción ITC-BT-09 del REBT.

### 3.1. Sistema de instalación elegido.

La red de distribución estará formada por conductores de cobre con nivel de aislamiento 0,6/1 KV del tipo RZ1, siendo las secciones mínimas a utilizar de 6 mm<sup>2</sup> en instalación subterránea (según Instrucción ITC-BT-09).

La distribución será trifásica con neutro a las tensiones de 400/230 V, para equilibrar las fases se conectarán correlativamente a cada fase y al neutro cada uno de los puntos de luz, repartiéndose la secuencia cada tres puntos de luz.

### 3.2. Número y disposición de los circuitos.

Para cada sub-tramo de la actuación, la instalación de las luminarias se ha previsto mediante 4 circuitos: 3 en los tramos ordinarios de travesía, de forma lineal en mediana (Línea 2) y en ambos márgenes (Líneas 1 y 3); y otro circuito de forma uniforme perimetral para cada glorieta proyectada (Línea 4).

Las líneas de alumbrado diseñadas en el presente anejo recibirán el suministro eléctrico de un cuadro de mando de nueva construcción, localizado junto a la glorieta 5, en la esquina sur con la Av. Zaragoza (N-232), por cercanía con la actual acometida del alumbrado público.

### 3.3. Descripción de las instalaciones de suministro.

#### 3.3.1. Condiciones generales del suministro.

La tensión nominal suministrada por Iberdrola será de 400 V entre fases y de 230 V entre fases y neutro. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la misma sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación (de acuerdo con ITC-BT-19-2.2.2) considerando los aparatos de la instalación susceptibles de funcionar simultáneamente.

#### 3.3.2. Acometida.

Es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución y la Caja General de Protección. El tendido de la acometida es competencia de la empresa suministradora de la energía eléctrica, quien podrá delegar en otra entidad, pero siempre bajo su control y responsabilidad. Esta terminará en una Caja General de Protección en esquema Tipo 10-250/400 (fusibles de 250 A) homologado por Iberdrola.

#### 3.3.3. Línea General de Alimentación.

Es la que une la Caja General de Protección con el equipo de medida, que a su vez, será el que alimente el Cuadro de Mando y Protección.

El suministro que nos ocupa será trifásico, por lo que la línea de alimentación estará formada por tres conductores de fase y un conductor de neutro (3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup>).

Dicha línea estará constituida por tres conductores unipolares de cobre con aislamiento para la tensión nominal de 0,6/1 kV del tipo RZ1, no propagadores de la llama según lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-15.

#### 3.3.4. Contadores.

El equipo de medida lo conformará una unidad normalizada por la Empresa Distribuidora y contendrá lectura indirecta, las protecciones precisas, reloj de conmutación y contadores tanto en activa como en reactiva, interruptor horario y transformadores de intensidad.

### 4. Condiciones técnicas de los materiales.

En síntesis, las luminarias se dotarán de un dispositivo de protección contra cortocircuitos y de un equipo auxiliar para el encendido, formado por reactancia y condensador, para corregir el factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90. La red estará compuesta por circuitos tetra-polares trifásicos a 400V/230V conectándose las lámparas alternativamente entre fase y neutro para equilibrar las fases de cada circuito.

Los conductores irán alojados en el interior de un tubo PVC de 90mm de diámetro. Al pie de cada columna se instalará una arqueta de registro de la que partirán los conductores, que ascenderán por el interior de las columnas hasta las luminarias y lámparas.

Las canalizaciones serán rectilíneas y se colocarán las correspondientes arquetas en los cambios de dirección y cruces de calzada.

Las hornacinas dispondrán de un punto de luz, cuya alimentación se efectuará desde los respectivos circuitos de cada cuadro de mando, que a su vez estarán dotados de un programador astronómico.

#### 4.1. Lámparas y luminarias.

Las lámparas se han elegido dependiendo de las características fotométricas con sus correspondientes grados de uniformidad y deslumbramiento, con el fin de cumplir las exigencias impuestas por el nivel de iluminancia junto a las características constructivas.

El alumbrado se realizará a base de **lámparas de vapor de sodio de alta presión (VSAP)**, de **potencias 150, 250 y 400 W**. Como ya se ha introducido, estas lámparas destacan por su elevada eficiencia energética, agudeza visual y visión de contraste apropiadas para el alumbrado de viales.

Se instalarán **luminarias de tipo vial** modelo ILND20 DUNA SENIOR, empleando para los tramos generales de travesía el modelo de 125 W en los márgenes y el de 250W en mediana, ambas de marca Benito o similares. Para las glorietas se instalarán también luminarias modelo ILND20 DUNA SENIOR pero de 400W. Todas ellas se dispondrán uniformemente distribuidas, tal y como puede apreciarse en los planos de alumbrado en el documento correspondiente.

Sus características comunes son: grado de protección eléctrica Clase I, armadura y tapa superior de aluminio inyectado y pintada, conjunto reflector de aluminio anodizado-cubeta de cierre de vidrio termorresistente sellado

con silicona, acceso al equipo y a la lámpara por la parte superior, grado protección grupo óptico IP-66, con equipo incorporado, de doble flujo, para lámpara vapor sodio alta presión montado en placa extraíble de chapa acero galvanizada, montaje vertical regulable.

#### 4.2. Brazos, columnas y cimentaciones.

Se utilizará un único tipo de columnas homologada por el Ministerio de Industria:

**Columna troncocónica de 14 m de altura** normalizada modelo AM-10 de la marca Jovir o similar, realizadas en acero al carbono S 235 JR galvanizado, con 12 mm de conicidad por metro, para soporte de luminarias con fijación de 60cm.

Esta incluye portezuela de registro con marco en su parte inferior a 0,45 m del suelo, provista de cerradura mediante llave especial. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provisto de alojamiento para fusibles y de fichas de conexión para cables.

La base de apoyo se conforma mediante placa plana, anillo y cartelas de refuerzo. Su anclaje al suelo se realizará mediante 4 pernos M22x700 mm (IA08).

Las cimentaciones de las columnas estarán formadas por macizos de hormigón en masa HM-20 en los que se embeberán los pernos de anclaje. Para columnas de 14m de altura sus dimensiones deberán ser de 70x70 cm con una profundidad mínima de 120 cm.

#### 4.3. Tomas de tierra.

Siguiendo las directrices de las ITC-BT-18 y BT-09 del REBT, se proyecta la instalación de una red de tierra común para todas las líneas que parten del cuadro de mando y de tantas tomas de tierra (o electrodos de puesta de tierra) independientes como envolventes metálicas de cuadros de mando se instalen. La instalación de una toma de tierra por columna de alumbrado también será necesaria ya que estas son de un material conductor.

Las tomas de tierra estarán constituidas por picas. Se situarán en las arquetas y se unirán a los elementos a proteger mediante las correspondientes grapas, terminales y conductores de protección reglamentarios de forma que la resistencia de paso a tierra de cualquier parte metálica accesible no sometida a tensión sea inferior a 8 Ohmios.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de 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.

#### 4.4. Cajas de empalme y protección.

La derivación de los cables se efectuará mediante cajas de conexión de policarbonato inyectado de cierre hermético por tornillos, grado de protección IP-437 de la norma UNE 20.324, de adecuadas dimensiones en función de la sección de los conductores. En la entrada y salida de los cables se conectarán conos y prensaestopas para una perfecta estanqueidad. En las cajas, los empalmes se efectuarán con manguitos de cobre de sección adecuada a la de los cables, y tubos termorretráctiles.

#### 4.5. Conductores.

Para instalación subterránea se utilizarán conductores unipolares de **sección mínima 6 mm<sup>2</sup>**, según ITC-BT-09, serán de clase 1.000 V según norma UNE, especificación VV 0,6/1 kV o bien RV constituidos por cuerda de Cu electrolítico de 98% de conductividad, con aislamiento de PVC, identificación de fases mediante impresión vinílica coloreada, estabilizado a humedad e intemperie de color negro. Se exigirá protocolo de ensayo para cada bobina.

Las lámparas se conectarán alternativamente de modo que las cargas queden equilibradas entre las tres fases. Todas las conexiones se realizarán en cajas de plástico estancas cuando la instalación sea aérea o en el interior de las columnas cuando sea subterránea. En el caso de no poderse realizar en el interior de las columnas se realizarán en las arquetas de registro con empalmes tipo termorretráctil y siempre a juicio del Director Técnico de la obra.

#### 4.6. Equipos auxiliares.

Los equipos auxiliares de encendido estarán compuestos de reactancia y condensador. El encendido de las lámparas y la corrección del factor de potencia hasta 0,90 como mínimo (según ITC-BT-09) serán del tipo interior e irán alojados dentro de la propia luminaria.

#### 4.7. Tubos.

Los tubos para la instalación subterránea serán de polietileno de alta densidad, flexibles de doble pared, corrugados exteriormente y con un interior liso, serán de 90 mm de diámetro, color rojo, grado de protección al choque " 7 ", siendo completamente estancos al agua y la humedad.

#### 4.8. Zanjas.

La canalización de acera será simple, esto es, con un tubo de 90 mm de diámetro, y será una zanja de 30 cm de ancho y 55 cm de profundidad, con lo que el tubo alojará los conductores eléctricos, quedando éstos a una

profundidad mínima de 40 cm según ITC-BT-09. Los tubos asentarán sobre lecho de hormigón en masa HM-20 de 5cm de espesor, relleno de hormigón en masa HM-20 hasta al menos 1 cm por encima de la generatriz de los tubos. Sobre el hormigón se colocará relleno de suelo adecuado de la excavación o prestado, que se compactará para la colocación posterior de una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor, sobre la que se repondrá el pavimento hidráulico en acera.

La canalización en cruce de calzada será doble, es decir, con dos tubos de 90 mm de diámetro y estará formada por zanja de 40 cm de ancho por 70 cm de profundidad, con lo que los tubos que alojarán los conductores eléctricos quedarán a una profundidad mínima de 55 cm según ITC-BT-09.

#### 4.9. Arquetas de registro.

En los cruces de calzada (en ambos extremos del cruce), en los cambios de dirección y al pie de cada columna se instalarán arquetas de registro de 40 x 40 cm. y de una profundidad de 60 cm. con paredes de hormigón o fábrica de ladrillo de 1/2 pie.

La arqueta se completará con tapa y marco de poliéster reforzado con fibra de vidrio normalizados, con tapa de color gris, sujeta con 4 tornillos Allen, con la inscripción 'ALUMBRADO PUBLICO' y el escudo del municipio.

Una vez finalizada la instalación, se deberán taponar todas las bocas de los tubos en las arquetas de registro, para evitar la entrada de animales que puedan dañar los conductores, y empalmes.

#### 4.10. Soldaduras aluminotérmicas

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

#### 4.11. Cuadro de mando y protección.

Como se ha introducido, se prevé la instalación de un Cuadro de Mando para la alimentación y protección de los circuitos de alumbrado, localizado junto a la glorieta 4, en la esquina sur del cruce con la Avenida Juan XXIII

De dicho cuadro partirán las líneas de alimentación a los puntos de luz, las cuales estarán protegidas individualmente con corte omnipolar tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) como contra corrientes de defecto a tierra.

Los interruptores magnetotérmicos a instalar en el cuadro general serán de un poder de corte igual o superior a 10 kA. Los interruptores diferenciales serán de reenganche automático y de sensibilidad regulable de 0,3 a 1 A (siguiendo directrices de las ITC-BT-22 y BT-24)

El sistema de accionamiento del alumbrado se realizará automáticamente con interruptores horarios o fotoeléctricos, pero se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.



La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 (IK10 según UNE-EN 50.102) y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m. los elementos de medida estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas accesibles del cuadro irán conectadas a tierra.

#### 4.12. Reducción de flujo.

Con objeto de reducir en lo posible el consumo de energía eléctrica de la instalación, se dota al cuadro de mando de un equipo de regulación de tensión en origen con el que en las horas de madrugada se reduce al 60% la intensidad de la iluminación y el consumo, siendo esta reducción de la iluminación compatible con la disminución de la circulación a dichas horas.

Este sistema de reducción del flujo eléctrico está compuesto por un armario, de idénticas características al de mando, y por el reductor propiamente dicho, y se accionará con un reloj que conectará la reducción de luminosidad a partir de media noche con el consiguiente ahorro energético.

#### 4.13. Sistemas de protección.

##### 4.13.1. Protecciones contra sobrecargas.

En el cuadro general de mando, existe un Interruptor Automático magnetotérmico que protegerá cada línea frente a sobrecargas eventuales. Se instalarán IA de 25 A, adecuados para proteger conductores de sección 6mm<sup>2</sup> o mayor.

También se instalarán cajas estancas con fusibles en los cambios de sección de las líneas, cuando éstas no queden protegidas con el interruptor automático de cabecera. Además en cada punto de luz se instalará una caja estanca de fusibles de protección calibrados para proteger a la lámpara en caso de sobrecarga eventual.

##### 4.13.2. Protecciones contra cortocircuitos.

Se utilizará el mismo interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica. Según cálculo de las corrientes de cortocircuito, como dicho interruptor no protege diversos tramos de la red eléctrica, se ha tenido que colocar protección por fusibles en el inicio de estos itinerarios no protegidos, la reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles, de 4 A en las lámparas de 150 y 250 W, y de 8 A en las de 400W, existentes en cada caja estanca (siguiendo directrices de ITC-BT-22).

##### 4.13.3. Protección contra contactos directos.

Para evitar que las personas se puedan poner en contacto con las partes en tensión de los equipos eléctricos, se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por las aceras.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de mando y portezuelas de registro en columnas).
- Aislamiento de todos los conductores con PVC (RV 0'6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

##### 4.13.4. Protección contra contactos indirectos.

En el cuadro general de mando y protección, se instalarán interruptores automáticos diferenciales tetrapolares con una sensibilidad regulable mínima de 300 mA, que protegerá a las personas frente a contactos indirectos accidentales, según ITC-BT-24.

### 5. Bibliografía y normativa específica aplicada.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Agosto 2002), en concreto las siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias :
  - ITC-BT-06: Redes de Distribución en Baja Tensión.
  - ITC-BT-07: Redes Subterráneas para Distribución en Baja Tensión.
  - ITC-BT-09: Instalaciones de Alumbrado Exterior.
  - ITC-BT-18: Instalación de Puesta a Tierra.
  - ITC-BT-19: Instalaciones Interiores o Receptoras. Prescripciones generales.
  - ITC-BT-21: Instalaciones Interiores o Receptoras. Tubos y Canales Protectores.
  - ITC-BT-22: Instalaciones Interiores o Receptoras. Protección contra Sobreintensidades.
  - ITC-BT-23: Instalaciones Interiores o Receptoras. Protección contra Sobretensiones.
  - ITC-BT-24: Instalaciones Interiores o Receptoras. Protección contra contactos Directos e Indirectos.
- Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Ministerio de Fomento, 2015.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (Noviembre 2008) y en especial sus Instrucciones Técnicas Complementarias:
  - ITC EA-02: Niveles de iluminación.
  - ITC EA-07: Mediciones Luminotécnicas en las instalaciones de alumbrado.