

## **FICHA 10.3**

### **Acondicionamientos: iluminación**

#### 1. Funciones y tipos

La iluminación de la vía pública en el entorno urbano puede cumplir dos tipos de funciones:

Sustituir a la luz solar para permitir la realización normal de las actividades urbanas en condiciones de seguridad (circulatoria y ciudadana).

Conseguir efectos específicos, como resaltar puntos singulares (intersecciones, pasos de peatones, edificios, espacios, monumentos, árboles) o crear y diferenciar ambientes.

De acuerdo a su período de funcionamiento se distinguen dos tipos de iluminación:

- Nocturna, cuyo objetivo es suplir la iluminación natural durante las horas de la noche.
- Permanente, cuyo objetivo es sustituir a la luz solar durante el día, allí donde ésta no llega.

De acuerdo a las características de las luminarias, podrían distinguirse los siguientes tipos:

*De gran altura*, colocadas sobre mástiles, de 19 o más metros de altura que, en general, soportan varias luminarias. Proporcionan luz cenital homogénea en áreas amplias.

*De altura*, constituidas por aquellas luminarias situadas sobre soportes de 8 a 18 metros de altura, que tratan de proporcionar luz cenital dirigida a iluminar el nivel del suelo. Es la que se utiliza para la iluminación de carreteras y autopistas, secciones completas de calles, plazas, áreas de estacionamiento, etc.

*De altura media o pequeña*, constituidas por luminarias colocadas sobre soportes de altura entre 3 y 7 metros, diseñadas para proporcionar una iluminación con un importante componente lateral. Es la que se emplea en áreas peatonales, parques, etc.

*Especiales*, localizadas a baja altura, incluso a nivel del suelo (como los focos, por ejemplo) y que pueden tener muy diversos objetivos: crear ambientes, iluminar monumentos, entradas a tuneles, etc.

## 2. Criterios generales de iluminación

### 2.1. Vías y espacios a iluminar

Toda las vías públicas en suelo urbano deberá contar con iluminación artificial nocturna.

En suelo no urbanizable o urbanizable sin desarrollar:

- Contarán con iluminación artificial nocturna todas las vías con IMD superior a 50.000 vehículos.
- Asimismo, contarán con iluminación los pasos de peatones situados sobre tramos de carreteras.
- Se recomienda la iluminación de todos los enlaces y glorietas.

Contarán con iluminación artificial permanente:

- Los tuneles y pasos subterráneos para circulación rodada de más de 25 metros de longitud.
- Los pasos subterráneos para peatones, que no cuenten con iluminación natural.

### 2.2. Criterios generales de iluminación en áreas urbanas

En áreas urbanas, la iluminación debe procurar:

*Destacar los puntos singulares y, en particular: las intersecciones, la directriz de la calle, los cambios de alineación y curvas pronunciadas, los tuneles y puentes, los bordes físicos y, en general, todo aquello que pueda resultar de interés para que el conductor perciba con claridad la geometría de la vía y la configuración física y de actividad de sus bordes.*

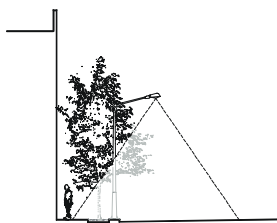
*Abarcar toda la sección de la calle, incluyendo las aceras, las bandas de estacionamiento, la calzada y sus alrededores.*

*Proporcionar una luz adecuada a cada tipo de espacio, utilizando y disponiendo las luminarias de forma que creen el ambiente idóneo para cada uno: iluminación homogénea y antideslumbrante, para las calzadas, iluminación de ambiente y lateral, para las áreas peatonales, etc.*

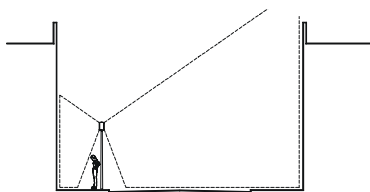
*Evitar que el arbolado obstruya su difusión, que se formen áreas de sombra o que la luz incida directamente sobre ventanas o espacios privados.*

*Reducir al mínimo la contaminación lumínica, en los espacios privados (hemisferio superior, fachadas, jardines, etc.).*

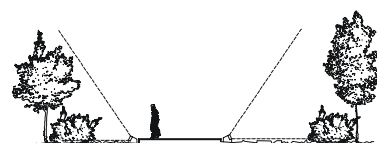
*Minimizar el consumo de energía, aprovechando al máximo los flujos emitidos por las luminarias.*



Iluminación de gran altura o de altura



Iluminación de media o pequeña altura



Iluminación especial

Figura10.3-1. TIPOS DE ILUMINACIÓN

### 3. Criterios de disposición en planta

En general, para decidir la disposición en planta de los puntos de luz, debe procederse ubicando primero los correspondientes a intersecciones, curvas pronunciadas y otros puntos singulares de la vía, para, posteriormente, hacerlo en los tramos rectos o asimilables.

#### 3.1. Disposición en tramos rectos

Las luminarias instaladas sobre báculos o columnas se sitúan normalmente sobre las aceras o medianas, en la proximidad de la calzada. Admiten básicamente los siguientes disposiciones en planta:

##### Vías sin mediana

- *Unilateral*, cuando los puntos de luz se disponen a un mismo lado de la calle.
- *Al tresbolillo*, cuando se disponen alternados a ambos lados de la calle.
- *Pareada*, cuando se disponen por pares enfrentados a uno y otro lado de la calle.

Solamente se duplicarán los puntos de luz, especialmente en aceras, cuando la instalación proyectada para el alumbrado de las calzadas no permita alcanzar los niveles de iluminación definidos en el apartado 1.2, Parámetros de iluminación, de la presente ficha.

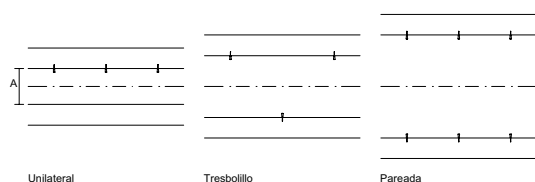


Figura 10.3-2. DISPOSICIONES DE LUMINARIAS (FUENTE: NTE, 1976)

##### Vías con mediana.

En vías con mediana, puede optarse por localizar las luminarias sobre la mediana o sobre las aceras o arcenes, tratándose cada calzada como una calle, aunque normalmente se disponen pareadas situándose cada par, bien sobre aceras opuestas, bien ambas sobre la mediana, enfocadas cada una hacia cada calzada.

No obstante, dada la peligrosidad que pueden suponer, tanto para la circulación rodada, como para los encargados del mantenimiento, no se autorizará la localización de luminarias sobre la mediana, salvo en vías con medianas que permitan mantener las separaciones de los postes al bordillo similares a las establecidas con carácter general en el apartado 3.4 de esta ficha y que dispongan de fácil acceso para los servicios de mantenimiento.

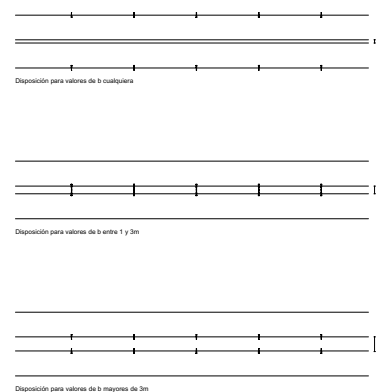


Figura 10.3-3. DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS EN VÍAS CON MEDIANA (FUENTE: NTE, 1976)

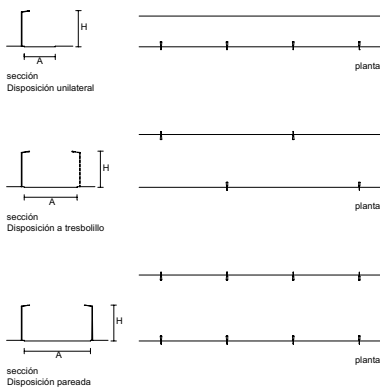


Figura 10.3-4. RELACIÓN ALTURA/ANCHURA SEGÚN DISPOSICIÓN (FUENTE: NTE, 1976)

Cuando se utilizan tipos convencionales de luminaria sobre soporte, la parte de la sección de la calle que recibe la suficiente iluminación depende de la altura del soporte. De ahí que, las recomendaciones sobre la disposición en planta de los puntos de luz suelen hacerse en función de la relación entre la altura de la luminaria y la anchura de la calle.

En este sentido, y sin perjuicio de las indicaciones que se hagan para calles con importante presencia peatonal, se recomienda utilizar:

- Disposición unilateral, en calles donde la relación anchura/altura sea inferior a 1.
- Disposición al tresbolillo, en calles donde la relación anchura/altura sea de 1,0 a 1,5.
- Disposición pareada, en calles donde la relación anchura/altura sea superior a 1,5.

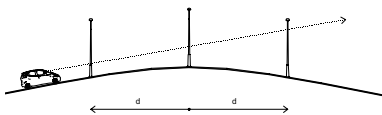


Figura 10.3-5. DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS EN CRESTAS

En las proximidades a cambios de rasante, deberá cuidarse especialmente el deslumbramiento que puedan producir las luminarias sobre la aproximación opuesta a la cresta, por lo que puede ser necesario proceder a disposiciones especiales.

Se recomienda considerar la disposición de las luminarias en perspectiva, para evaluar si definen o deforman el trazado de las vías, de cara a su percepción por los conductores.

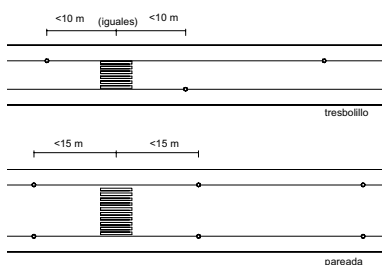


Figura 10.3-6. LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS Y PASOS DE PEATONES (Fuente: BS, 1992)

### 3.2. Separación entre luminarias

Una vez elegida la disposición en planta de las luminarias, en función del ancho y sección de la calle, la separación longitudinal entre luminarias depende básicamente de la potencia de la lámpara, de su altura de colocación y del nivel de iluminación que se desea conseguir.

Para el cálculo de la separación de las luminarias podrá utilizarse cualquiera de los métodos existentes, recomendándose el establecido por la "Comisión Internacional de L' Eclairage" (CIE, en su documento nº 12, de 1975), cuyas principales tablas se reproducen en el anexo 1.

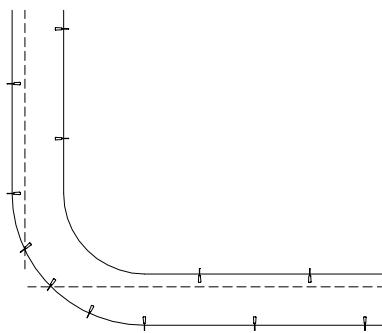


Figura 10.3-7. DISPOSICIÓN EN TRAMOS CURVOS (FUENTE: NTE, 1976)

### 3.3. Disposición en curvas

La iluminación en tramos de curvatura pronunciada (con radio inferior a 300 metros) debe subrayar el trazado curvo de la vía, de cara a advertir a los conductores de su proximidad y forma concreta. Ello exige modificar los criterios de disposición en planta recomendados para tramos rectos.

En principio, en tramos de curvatura pronunciada, no se recomienda utilizar la disposición al tresbolillo, ya que no indica bien la directriz del trazado de la vía y puede dar lugar a confusión.

Cuando se utilice disposición unilateral, los puntos de luz deben localizarse en la parte exterior de la calzada, situando uno de ellos en la prolongación de los ejes de circulación, para alertar al conductor de la imposibilidad de continuar una trayectoria rectilínea (vd. esquema adjunto).

En general, se recomienda reducir la separación entre luminarias calculada para los tramos rectos, de forma a permitir la percepción de varias luminarias, o pares de luminarias, en todo momento, y con ellas la forma curva de la vía. Se recomiendan reducir la distancia a valores comprendidos entre  $3/4$  y  $1/2$  de la correspondiente a los tramos rectos, tanto más cuanto menor sea el radio de curvatura.

### 3.4. Localización de columnas y báculos

Con objeto de reducir la peligrosidad que implica la colocación de los báculos o columnas en el borde de las aceras o medianas, se recomienda mantener siempre las siguientes separaciones al bordillo:

CUADRO 10.3 - 3.4 SEPARACIONES DEL BORDILLO DE COLUMNAS Y BÁCULOS		
Velocidad de referencia (Km/h)	Recomendada (m)	Mínima (m)
80	1,5	1,0
50 y menos	0,8	0,8

En caso de vías existentes, con anchuras de aceras de 3 metros o inferiores, la ubicación de las columnas puede obstaculizar el paso de los peatones, por lo que se recomienda localizarlas al final de la acera, pegadas al límite del espacio privado o colgadas y adosadas a las fachadas. En esos casos, deberá comprobarse que el ruido que puedan generar no afecte a espacios o edificios sensibles al mismo.

### 3.5. Tipos de columnas y luminarias

Para el diseño concreto de los tipos de columnas, luminarias, candelabros, palomillas, faroles, etc, así como para todas sus especificaciones técnicas, se estará a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales (en adelante PCTG) y en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización (en adelante NEC), del Ayuntamiento de Madrid.

Con carácter general se emplearán lámparas de vapor de sodio de

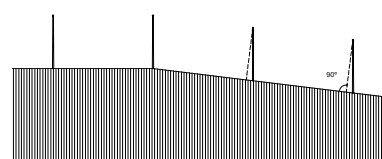
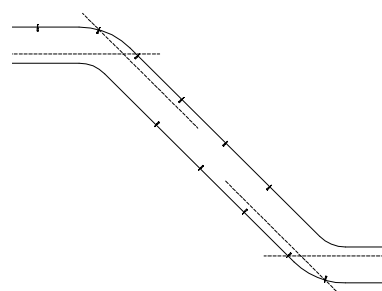


Figura 10.3-8. DISPOSICIÓN EN TRAMOS CURVOS INCLINADOS (FUENTE: NTE, 1976)

alta presión. En las instalaciones que requieran mayores exigencias cromáticas que las que se consiguen con las lámparas de sodio de alta presión, como áreas estanciales, vías en áreas centrales o comerciales, calles residenciales, áreas monumentales, etc., podrán emplearse otras lámparas, siempre que estén homologadas conforme a los correspondientes artículos del PCTG del Ayuntamiento de Madrid.

No obstante, en los programas de actuación urbanística, planes parciales, especiales y proyectos de urbanización, podrán proponerse otros modelos formales de elementos de iluminación para determinadas áreas del municipio, siempre que: estén perfectamente definidos en los mismos, constituyan un conjunto coherente y cumplan las especificaciones técnicas del PCTG. Estos nuevos modelos se referirán exclusivamente a calles locales de acceso y áreas estanciales, debiendo mantenerse, en todo caso, los tipos de elementos de iluminación previstos en la NEC en vías locales colectoras y en las de la red principal.

### 3.6. Consumo energético

Todas las instalaciones de alumbrado exterior se proyectarán de tal forma que la potencia instalada de las mismas sea inferior a un vatio por metros cuadrado en calzadas y aceras ( $1 \text{ w/m}^2$ ). No obstante, en casos excepcionales y debidamente justificados, podrá llegarse a potencias instaladas de uno coma cinco vatios por metro cuadrado ( $1,5 \text{ w/m}^2$ ).

En todos los proyectos se incluirá inexcusablemente el cálculo del anterior coeficiente de potencia instalada. No podrá aprobarse ningún proyecto que carezca del mismo y del correspondiente estudio justificativo cuando se supere un vatio por metro cuadrado.

### 3.7. Otros elementos

La disposición de centros de mando, canalizaciones e instalaciones singulares se tendrá en cuenta en el diseño en planta y sección de la red, ajustándose las características de estos elementos a las especificaciones del PCTG del Ayuntamiento de Madrid.

## 4. Vías urbanas y distritales

### 4.1. Objetivos principales de la iluminación

El objetivo principal de la iluminación en vías urbanas y distritales es orientar a los conductores, haciendo plenamente visible el trazado y el pavimento de la vía, de forma que pueda ser perceptible cualquier obstáculo presente en la calzada y en sus alrededores.

En general, la iluminación de las aceras podrá confiarse a las mismas luminarias que aseguran la iluminación de la calzada. No obstante, a partir de 5 metros de anchura de acera o con importante frecuentación peatonal, debe considerarse la conveniencia de disponer una iluminación especial de las aceras, que cumpla las especificaciones de iluminación de éstas y que puede integrarse o no en los soportes de las luminarias previstas para la calzada.

### 4.2. Criterios de iluminación

En general, la forma más idónea de iluminar vías de tráfico intenso es mediante luz cenital, que evite el deslumbramiento de los conductores.

Se utilizarán los tipos de disposición indicados en el apartado 3 de esta ficha, en función de la relación entre la altura y la anchura de la calle. En intersecciones, las luminarias se dispondrán de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 9 de esta ficha.

En los casos o tramos, en que una vía principal coincida o atraviese un área central, comercial o de fuerte presencia peatonal, deberá atenderse a lo dispuesto en el apartado 5 de esta ficha.

En áreas urbanas, no se recomienda disponer luminarias sobre las medianas en este tipo de vías.

### 4.3. Especificaciones

#### 4.3.1. Parámetros de iluminación y altura de luminarias

Se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha.

#### 4.3.2. Disposición y localización de las luminarias

En lo referente a su disposición en planta, se estará a lo dispuestos en el apartado 3 de esta ficha.

Las luminarias se colocarán siempre con su plano de simetría normal al plano de la calzada en ese punto, lo que implica girarlas sobre la vertical en el caso de tramos en pendiente.

En vías urbanas o distritales, se mantendrán las separaciones a bordillo indicadas en el cuadro 10.2 - 3.4.

En caso de vías existentes, con anchuras de aceras de 3 metros o inferiores, la ubicación de las columnas puede obstaculizar el paso de los peatones, por lo que se recomienda localizarlas al final de la acera, pegadas o integradas al límite con el espacio privado.

#### 4.3.3. Tipo de luminarias

En cuanto a especificaciones y modelos, se estará a lo dispuesto en el PCTG y la NEC del Ayuntamiento de Madrid.



## 5. Vías locales

### 5.1. Objetivos de la iluminación

Los objetivos principales de la iluminación en vías locales son orientar a los peatones, permitiéndoles detectar los riesgos derivados de la circulación y desincentivar la delincuencia contra personas o propiedades. Aunque la iluminación de estas vías debe permitir orientarse a los conductores, se admite que para la percepción por estos de posibles obstáculos en la calzada, deban hacer uso de las luces de su propio vehículo.

### 5.2. Criterios generales de iluminación

En la iluminación de vías locales es recomendable aplicar los siguientes criterios:

Mantener la iluminación durante toda la noche, no dejando zonas oscuras.

Aunque el objeto de iluminación prioritario es el espacio de los peatones, la extensión de este a los jardines o fachadas adyacentes puede mejorar el aspecto nocturno del área y ayudar a proteger la propiedad del vandalismo o la delincuencia.

El criterio anterior debe aplicarse siempre que no se invada la intimidad de las viviendas o áreas privadas adyacentes, evitando que la luz se proyecte en el interior de los edificios o en los jardines privados.

Disponer las luminarias de forma que iluminen los elementos verticales y, en particular, la escala humana, para que sea perceptible la actitud de las personas presentes en la calle.

### 5.3. Especificaciones

#### 5.3.1. Parámetros de iluminación y altura de luminarias

Se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha5

#### 5.3.2. Disposición de las luminarias

En general, con dos aceras, se recomienda la disposición alternada o al tresbolillo, aunque pueden disponerse en un sólo lado, siempre que cumplan las especificaciones. En cualquier caso, se estará a lo dispuestos en el apartado 2.3 de esta ficha.

Se recomienda colocar las luminarias de forma a resaltar las singularidades de la red peatonal y rodada, en particular, el

entronque de sendas peatonales o de bicicletas, la entrada a recintos o parques de uso público, la presencia de badenes o reductores de velocidad, que actúen como puerta de entrada a un recinto de velocidad controlada, etc.

En cuanto a la separación entre luminarias, se calculará de acuerdo a lo establecido en el apartado 2.3.

#### 5.3.3. Localización de columnas y báculos

En vías locales, las luminarias pueden colocarse sobre soportes en la acera o adosarse o empotrarse en las fachadas o separaciones del espacio privado.

En caso de luminarias sobre soporte localizadas sobre la acera, estos distarán siempre como mínimo 0,8 metros del borde de la acera.

La opción por uno u otro tipo de colocación se hará en función del ancho de acera y del tipo de sección resultante de aplicar la distancia mínima indicada.

#### 5.3.4. Tipo de luminarias

En cuanto a especificaciones y modelos, se estará a lo dispuesto en el PCTG y la NEC del Ayuntamiento de Madrid.

En vías locales de acceso y áreas estanciales podrán introducirse nuevos modelos de elementos de iluminación, de acuerdo a los procedimientos de homologación previstos en el capítulo 49 del PCTG.

## 6. Vías en áreas centrales y comerciales

### 6.1. Objetivos de la iluminación

El objetivo de la iluminación en áreas centrales, comerciales y, en general, las altamente frecuentadas es, básicamente, conformar una escena urbana atractiva, donde las personas y el entorno sean fáciles de identificar.

En este tipo de áreas, el efecto estético de la iluminación, durante el día, debe ser considerado cuidadosamente, ya que, su atractivo es especialmente sensible a su imagen visual. Ello exige integrar plenamente el diseño de la iluminación (localización, tamaño, color, tipo de luminarias) en el proyecto de estos espacios urbanos o adaptarlo a sus características arquitectónicas y paisajísticas.

### 6.2. Criterios generales de iluminación

Resulta extremadamente difícil establecer unas recomendaciones comunes para este tipo de áreas, dada la diversidad de morfologías existente y la conveniencia de integrar la iluminación a las peculiaridades y exigencias de cada caso concreto. Por ello es conveniente, previamente a diseñarla, realizar un estudio completo de las necesidades de los diversos usuarios, características del entorno (altura y carácter de los edificios, tráfico), fuentes complementarias de iluminación, etc.

Con carácter general, puede decirse que la iluminación debe centrarse en los espacios peatonales, y no en las calzadas, y que debe tener un importante componente horizontal, que permita dar luz a planos verticales y, en concreto, a los peatones.

Puede ser conveniente combinar varios tipos de iluminación, para promover la conformación de ambientes diversos, mejorando así el atractivo del área.

También debe considerarse la iluminación complementaria que introducen los escaparates y, en general, las instalaciones privadas, así como los focos específicos de monumentos y otros elementos (paradas de autobús, etc). A este respecto puede, incluso, considerarse, la posibilidad de dos niveles de iluminación, uno para el período en que funciona la luz privada y, otro, para el resto de la noche.

Debe prestarse especial atención a las cuestiones de seguridad de las personas (tráfico, delincuencia), evitando zonas de sombra (esquinas, etc), y de las propias luminarias (accidentes, vandalismo). A este respecto, es conveniente garantizar mediante la disposición de las luminarias que, por avería de una sola lámpara, no quede un área sin iluminación.

### 6.3. Parámetros de iluminación y altura de luminarias

Se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha.

No obstante, en tramos de vías de la red principal que atraviesen áreas centrales o comerciales con fuerte presencia peatonal, aunque manteniendo las especificaciones correspondientes a la iluminación de la calzada, debe marcarse el cambio y el carácter de la zona atravesada. Para ello puede ser conveniente:

- Reducir la altura de las luminarias.
- Introducir iluminación complementaria, específica para las aceras o áreas peatonales, que puede montarse sobre los mismo soportes (recomendado para aceras) o localizarse autónomamente.

En la elección de los tipos concretos de luminaria, prestar especial atención a su efecto estético diurno.

En vías de la red local, puede ser conveniente evitar las columnas como soportes de luminaria, prever el deslumbramiento e iluminar los monumentos.

En vías peatonales la iluminación debe tender a crear sensación de seguridad y bienestar, mediante un alto nivel de iluminación y utilizando luminarias que destaquen los colores.

En áreas peatonales o en aceras y bulevares amplios de alta frecuentación, que precisen iluminación complementaria a la de calzada, se recomienda situar las luminarias entre los 3 y los 7 metros de altura.

## 7. Autopistas y autovías

### 7.1. Objetivos

El objetivo fundamental de la iluminación en autovías y autopistas es guiar a los conductores desvelando el trazado, los bordes, las marcas viales, las salidas y entradas, la información sobre direcciones, etc.

### 7.2. Criterios generales

Se iluminarán todas las autovías y autopistas en suelo urbano y todas aquellas que superen los 50.000 vehículos de IMD.

Dada la mayor velocidad e importancia del tráfico, en estas vías deben utilizarse niveles de iluminación más elevados.

La iluminación de autovías y autopistas competencia de otras administraciones, se ajustará a las prescripciones de aquellas.

### 7.3. Especificaciones

#### 7.3.1. Disposición de luminarias

En general, se recomienda la disposición de luminarias a ambos lados de la vía.

La disposición en un sólo lado puede ser útil con calzadas muy separadas, aunque, al igual que la pareada convencional, tiene el inconveniente de desperdiciar parte del haz de luz.

Con medianas amplias, puede ser conveniente la disposición de pares de luminarias en la mediana, de forma a aprovechar todo el haz de luz. En esta disposición debe considerarse la dificultad de acceso y la peligrosidad implícita. Con calzadas muy amplias, puede ser necesario llegar a una combinación de pares centrales y pares laterales.

En casos de extremada dificultad de disposición de las luminarias o amplios espacios viarios puede ser conveniente la utilización de mástiles (enlaces, áreas de peaje).

#### 7.3.2. Parámetros de iluminación y altura de luminarias

Se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha.

## 8. Iluminación de pasos de peatones, en tramos y subterráneos

### 8.1. Pasos de peatones en tramos

Se iluminarán los pasos de peatones situados sobre tramos de la red principal o sobre vías locales colectoras que no estén integrados en una intersección de tráfico rodado. Para ello, se situará una luminaria a cada uno de los lados del paso, aunque nunca adyacentes al mismo, lo que puede requerir reducir la distancia de disposición de las luminarias en el tramo. A este respecto, se recomienda

En disposición al tresbolillo, disponer la luminaria anterior al paso, en la acera izquierda de los vehículos que se aproximan, y la luminaria posterior, en la acera derecha, para conseguir el mínimo deslumbramiento de los conductores, con la máxima iluminación lateral de los peatones. La distancia de las luminarias al eje del paso de peatones, medida paralelamente al eje de la vía, no será superior a 10 metros y será igual para ambas.

En disposición pareada, disponer dos pares simétricos respecto al eje del paso de peatones a una distancia del mismo no superior a 15 metros .

En intersecciones, donde exista un único paso de peatones, se adaptarán los criterios anteriores, para procurar disponer las luminarias de forma a resaltar lo más posible la presencia de peatones.

### 8.2. Pasos subterráneos

#### 8.2.1. Criterios generales

Se iluminarán todos los pasos subterráneos de peatones, con un nivel de iluminación superior al de su entorno, para evitar la sensación de agujero negro.

Con objeto de proporcionar sensación de seguridad, se iluminarán las superficies verticales, resaltando los colores, para mejorar la identificación de las personas.

Se recomiendan instalaciones de iluminación longitudinales, colocadas en altura y protegidas mediante recubrimientos plásticos. Pueden utilizarse tubos fluorescentes, que dan buen resultado con el color.

En pasos largos o complejos debe asegurarse luz durante las 24 horas, aunque puede reducirse la intensidad de ésta durante las horas de menor utilización nocturna.

Será obligatoria la disposición de un equipo de alumbrado de emergencia que garantice, al menos durante una hora, un nivel mínimo de iluminación.

Debe prestarse especial atención al vandalismo, por lo que las luminarias deben ir protegidas y nunca directamente al aire.

#### 8.2.2. Especificaciones

Se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.2 de esta Ficha.

## 9. Iluminación de intersecciones

En lo relativo a parámetros de iluminación y altura de luminarias, se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha.

### 9.1. Intersecciones a nivel

#### 9.1.1. Criterios generales de iluminación

La necesidad de iluminar las intersecciones a nivel depende de su situación, geometría y tráfico.

En general, las intersecciones entre vías locales de acceso, tanto en suelo urbano como en no urbanizable, no precisan iluminación específica. En este último tipo de suelo, no suelen iluminarse las intersecciones que no requieren canalización, pero se recomienda iluminar las intersecciones canalizadas con porcentajes relevantes de giros.

En intersecciones sobre vías de la red principal o entre vías locales colectoras se procurará una iluminación específica cuyos objetivos principales deben ser:

- Revelar la existencia de la intersección a los vehículos que se aproximan.
- Mostrar la posición de los bordillos, las marcas viales y las direcciones de las calles.
- Destacar la presencia de peatones y obstáculos.
- Mostrar el movimiento de cualquier vehículo en las proximidades de la intersección.

#### 9.1.2. Intersecciones convencionales a nivel

##### 9.1.2.1. Criterios generales de iluminación

En suelo urbano, la iluminación de intersecciones no debe suponer, en principio, un cambio en los criterios de iluminación de las calles confluyentes, excepto en la colocación de las luminarias, que se adecuará a los objetivos específicos mencionados en el epígrafe anterior.

El nivel de iluminación de una intersección será el establecido en el apartado correspondiente a la vía de mayor nivel de las que confluyen en ella.

El hecho de que una intersección esté semaforizada no debe influir en el diseño de su iluminación.

En el caso de intersecciones con isletas, las marcas viales correspondientes deben ser especialmente visibles desde las entradas y, salvo dimensiones excepcionalmente grandes, debe evitarse situar luminarias sobre ellas.



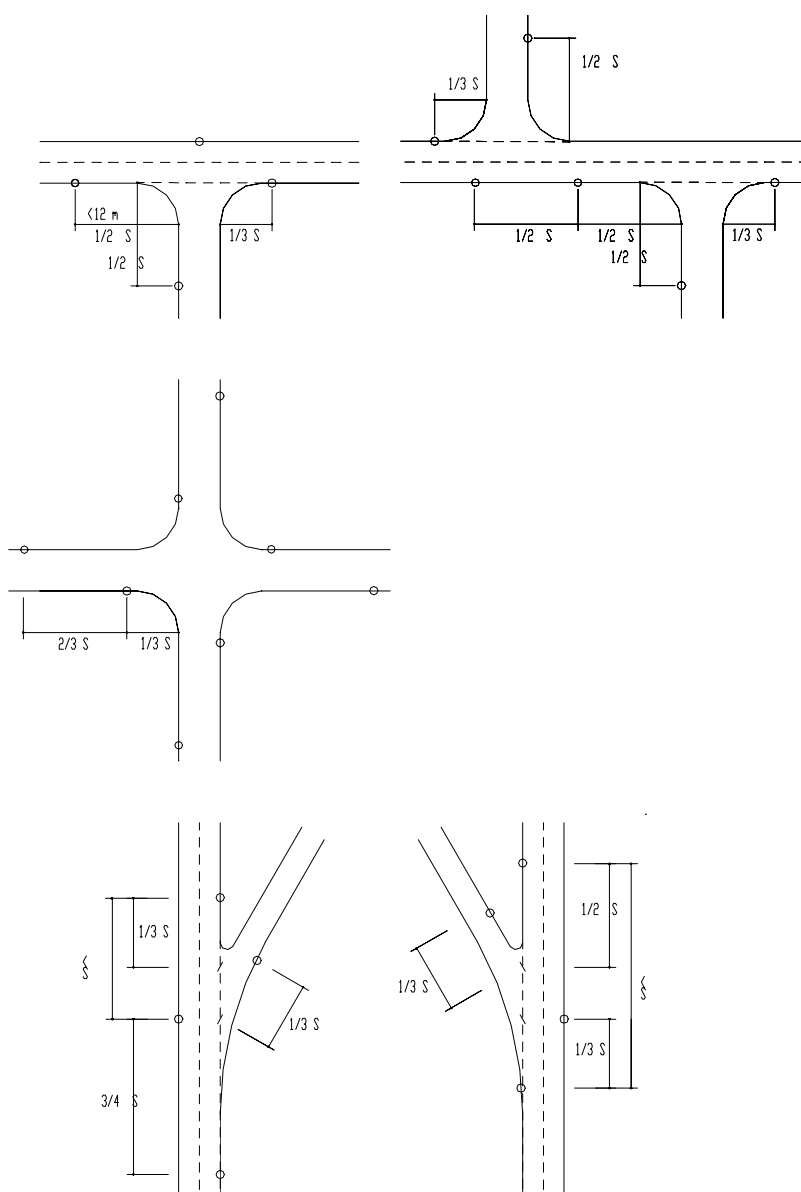


Figura 10.3-9. INTERSECCIONES A NIVEL: LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS PARA CRUCES EN "T", "+", "O" Y "Y" (FUENTE: BS, 1992 Y ELABORACIÓN PROPIA)

#### 9.1.2.2. Disposición de las luminarias

En principio, la forma más sencilla de iluminar una intersección es situar una luminaria inmediatamente detrás de la misma, en todas las direcciones de circulación. Ello puede ser suficiente en intersecciones de bajo volumen de tráfico.

Si en una intersección hay un importante porcentaje de giros, es conveniente también situar una luminaria enfrente de la aproximación de los vehículos que pretenden girar. Ello está especialmente indicado en las intersecciones en "T".

En el caso de que una de las vías confluyentes no esté iluminada, las luminarias deben prolongarse un mínimo de 60 metros en dicha vía.

En general, se recomienda adoptar los modelos de disposición de la iluminación que se presentan en los esquemas adjuntos, para intersecciones en "T", en "+" y en ángulo. Las distancias entre luminarias se dan en función de la separación calculada para las luminarias en la vía con mayor nivel de iluminación.

### 9.1.3. Intersecciones giratorias o glorietas

#### 9.1.3.1 Criterios generales

Debido al incremento detectado en la accidentabilidad nocturna de las glorietas, por pérdida del control del vehículo a la entrada, se recomienda iluminar todas las intersecciones giratorias, tanto en suelo urbano, como en no urbanizable o en urbanizable sin desarrollar.

Los principales objetivos de la iluminación en glorietas son resaltar su percepción lejana, lo que mejora su efecto como reductor de velocidad, y desvelar su forma, permitiendo la rápida identificación del tipo de intersección. Para ello, es conveniente resaltar el carácter circular de la intersección.

Al igual que en las intersecciones convencionales a nivel, en las giratorias o glorietas, el grado de iluminación no debe ser inferior al de ninguna de las vías confluyentes. Para ello conviene que la altura de las luminarias sea uniforme, igual a la de la calle de mayor rango lumínico.

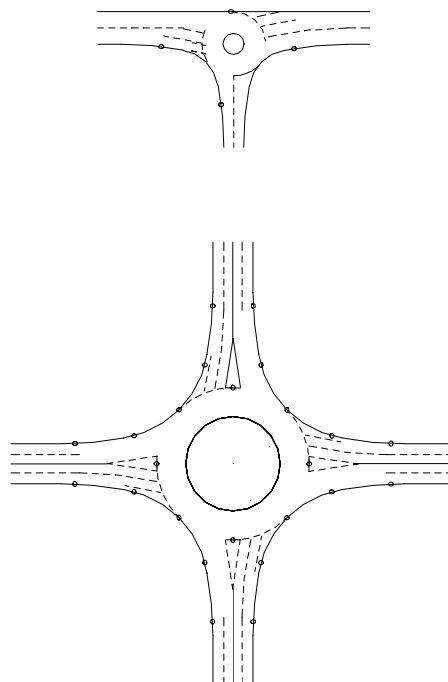


Figura 10.3-10. GLORIETAS: EJEMPLOS DE LOCALIZACIONES DE LUMINARIAS (FUENTE: BS, 1992)

### 9.1.3.2. Disposición de las luminarias

Por motivos de seguridad (deslumbramiento y mayor gravedad de los accidentes), no se recomienda la localización de luminarias en el islote central.

Como norma general, se recomienda disponer las luminarias en el exterior de la calzada de circulación, siguiendo el perímetro de la glorieta y formando un anillo. Si resulta necesario para completar la forma o la interdistancia, podrán disponerse luminarias en las isletas de las entradas.

Excepcionalmente, puede localizarse luminarias en el islote central, en casos de islotes de gran diámetro (superior a 100 metros), calzada circular de gran amplitud, que exija iluminación por ambos lados (más de 15 metros de anchura) y en miniglorietas, en las que la dificultad de percibir las puede hacer recomendable iluminar directamente el islote central.

Los ramales de las glorietas deben iluminarse en una longitud mínima de 60 metros, desde el borde de la calzada central, para mostrar a quienes abandonan la glorieta la dirección de las salidas.

Para la iluminación de pasos de peatones a la entrada de la glorieta, el criterio de disposición debe invertirse con respecto al general (ver apartado 8.1 de esta ficha) y situar el de la derecha antes que el de la izquierda.

Se incluyen a continuación unos esquemas de disposición de la iluminación en glorietas cuya utilización se recomienda.

## 9.2. Iluminación de intersecciones a distinto nivel

### 9.2.1. Criterios generales

Se recomienda iluminar todos los enlaces dentro del municipio de Madrid. Obligatoriamente, se iluminarán los enlaces que:

- Se localicen sobre vías de más de 50.000 vehículos de IMD.
- Incluyan alguna vía que disponga de iluminación.
- Resulten especialmente complicados de trazado o incluyan cambios bruscos de curvatura horizontal o vertical.

Se iluminarán especialmente los puntos de confluencia de ramales dentro del enlace.

Asimismo, deben iluminarse los ramales de acceso al enlace en una longitud mínima de 60 metros y los paneles de dirección.

En la iluminación de enlaces debe considerarse especialmente la apariencia diurna de la instalación, por lo que el conjunto debe estar diseñado de forma integrada.

El nivel de iluminación de los enlaces será el establecido en el cuadro 4.3.1 de esta Ficha.

#### 9.2.2. Tipo y disposición de luminarias

En la iluminación de enlaces pueden utilizarse, bien las luminarias convencionales sobre soporte de altura, bien las luminarias sobre mástiles.

Se recomienda la iluminación mediante luminarias convencionales:

- Cuando sólo haya una calzada desnivelada. Es decir, en los casos de enlaces parciales.
- Cuando la morfología y desarrollo espacial del enlace permita la iluminación autónoma de cada calzada y ramal.

En estos casos, para diseñar la iluminación se estará a lo dispuesto en el apartado 4. de esta ficha.

La iluminación por mástiles, mediante la que se consigue una mayor uniformidad, se recomienda:

- Cuando la iluminación autónoma revela amplias áreas de solapamiento de la iluminación
- Cuando el enlace es de gran complejidad.

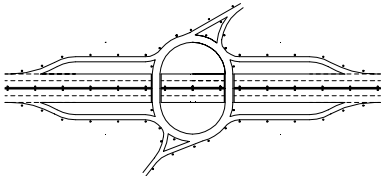


Figura10.3-11. INTERSECCIONES A DISTINTO NIVEL: DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS CONVENCIONALES (FUENTE: BS, 1992)

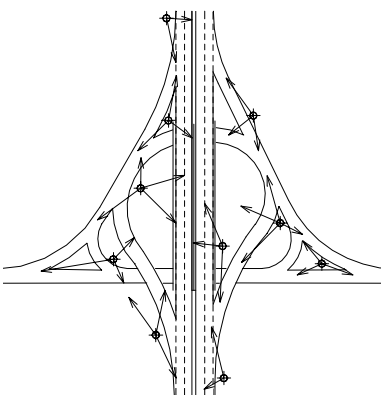


Figura10.3-12. INTERSECCIONES A DISTINTO NIVEL: LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS EN MÁSTILES (FUENTE: BS, 1992)

En la disposición de los mástiles, que incluyen normalmente más de una luminaria, debe considerarse:

- La conveniencia de que ninguna sección quede a oscuras si falla una sola lámpara.
- Las zonas de sombra que puedan quedar en los pasos subterráneos o bajo estructuras, que puedan requerir una iluminación complementaria.
- La localización precisa de los mástiles, de cara a su posible incidencia en la gravedad de los accidentes y a la facilidad de acceso para mantenimiento y reparación. Por ello, la localización debe preverse desde el proyecto.
- Su protección, en caso de situaciones con riesgo de alcance por vehículos

La elección de la altura de los mástiles (> 19 metros) se hará en función del área a iluminar y el tipo de enlace. No debe preocupar a este respecto iluminar un área algo más amplia que la estricta ocupada por el enlace, ello puede mejorar la percepción del mismo por los conductores.

Se incluyen a título indicativo dos esquemas iluminaciones de enlaces, una de cada tipo.

## 10. Iluminación de túneles y pasos bajo estructura

### 10.1. Criterios generales

En general, los túneles y pasos de menos de 25 metros de longitud no plantean problemas de iluminación diurna, precisando únicamente una especial colocación de las luminarias externas para asegurar su iluminación nocturna.

Los túneles y pasos de longitudes comprendidas entre 25 y 50 metros, pueden precisar una limitada iluminación diurna, sobre todo, en las horas del crepúsculo y amanecer, cuando la luz natural es baja. Al depender la iluminación interior de la luz natural proveniente del exterior, el nivel de iluminación artificial necesaria variará en función del tipo de día, claro o nublado.

Los túneles entre 50 y 150 metros suelen necesitar iluminación diurna completa, cuyo nivel depende de la profundidad que alcanza la luz exterior y de si la salida es visible desde la entrada. De ahí que se diferencie el nivel de iluminación según el radio de curvatura.

### 10.2. Especificaciones

En cuanto a parámetros de iluminación, se estará a lo establecido en el cuadro 10.3 - 12.2 de esta Ficha.

Será obligatoria la disposición de un equipo de alumbrado de emergencia que garantice, al menos durante una hora, un nivel mínimo de iluminación.

Se recomienda disponer las luminarias en el techo o sobre las paredes, en cornisa.

Pueden utilizarse focos para señalar la entrada de los túneles, pero debe cuidarse muy especialmente el deslumbramiento.

## 11. Iluminación de aparcamientos en superficie

En los aparcamientos en superficie, se mantendrán los parámetros de iluminación que figuran en el cuadro 10.3 - 12.1 de esta Ficha.

## 12. Parámetros de iluminación y altura de luminarias

El proyecto de alumbrado fijará como mínimo los valores de los siguientes parámetros fotométricos:

Iluminancia media en servicio  
Uniformidad media

Se incluyen, a continuación, dos cuadros que reproducen las especificaciones en el PGCT para los parámetros mencionados, así como para el tipo de altura y soporte. Dichos cuadros se han adaptado a la clasificación de la red viaria definida por el PGOU y la IVP.

Como complemento a estos cuadros, y para el caso de áreas conflictivas y especiales, se tendrán en cuenta las recomendaciones de la Comisión Internacional del Alumbrado (CIE), informe técnico número 115.

CUADRO 10.3-12.1 PARÁMETROS DE ILUMINACIÓN EN VÍAS DE SUPERFICIE					
Tipo de vía o área	Zona	Iluminación media en servicio (lux)		Coeficiente de uniformidad media mínimo	Tipo y altura de soportes
		Mínima	Máxima		
Vías metropolitanas y urbanas	Tramos	25	35	0,5	Báculos o columnas (10-18 m)
	Enlaces	35	45	0,5	Báculos o columnas (12-30 m)
Vías de distrito	Tramos	25	35	0,4	Báculos o columnas (10-12 m)
	Intersecciones	30	40	0,4	Báculos o columnas (12-18 m)
Calzadas de calles locales colectoras	Tramos	20	25	0,4	Báculos o columnas (9-10 m)
	Intersecciones	20	30	0,4	Báculos o columnas (10-12 m)
Calzadas de calles locales de acceso		15	25	0,3	Báculos, columnas (8-9 m) o candelabros
Calzadas de calles comerciales		25	30	0,3	Definir en proyecto (altura máxima 12 m)
Aceras y zonas peatonales	Centros históricos	15	Estudio específico	Estudio específico	Definir en proyecto Recomendados candelabros
	Vías principales	15	20	0,3	Definir en proyecto necesidad y tipo
	Vías locales	10	15	0,2	Definir en proyecto necesidad y tipo
Aparcamientos en superficie		15	20	0,3	Definir en proyecto Recomendaciones báculos o columnas (8-16m)

CUADRO 10.3-12.2  
PARÁMETROS DE ILUMINACIÓN EN TÚNELES Y PASOS BAJO ESTRUCTURAS

Longitud en (m)	Tipo	Días claros		Días nublados		Nocturno	
		Iluminancia media en servicio (lux)	Coefficiente de uniformidad extrema	Iluminancia media en servicio (lux)	Coefficiente de uniformidad extrema	Iluminancia media en servicio (lux)	Coefficiente de uniformidad extrema
Todas	Sólo peatones	300	0,5	300	0,5	300	0,5
< 25	Con vehículos	sin alumbrado		sin alumbrado		Igual tratamiento que la vía pública en superficie	
25 a 50	Con vehículos	300	0,5	150	0,4	50	0,5
50 a 150	Con vehículos Radio > 250 m Radio < 250 m	800	0,6	500	0,5	50	0,5
		1000	0,65	500	0,5	50	0,5



## INSTRUCCIONES BÁSICAS

*En suelo urbano, toda vía pública deberá contar con iluminación artificial nocturna.*

*En suelo no urbanizable o urbanizable sin desarrollar contarán con iluminación artificial nocturna todas las vías con IMD superior a 50.000 vehículos. Asimismo contarán con iluminación los pasos de peatones situados sobre tramos de carretera.*

*Contarán con iluminación artificial permanente los túneles y pasos subterráneos para circulación rodada de más de 25 metros de longitud así como los pasos subterráneos para peatones que no cuenten con iluminación natural. En pasos largos o complejos debe asegurarse luz durante las 24 horas.*

*Todos los túneles de más de 25 metros de longitud precisarán iluminación diurna.*

*Se iluminarán todas las intersecciones una de cuyas vías esté iluminada y las situadas sobre vías de más de 50.000 vehículos de IMD. La iluminación de intersecciones se prolongará un mínimo de 60 metros en todas las vías confluyentes.*

*En cuanto a parámetros luminosos y alturas, se aplicarán los parámetros contenidos en los cuadros 10.3 - 12. 1 y 10.3 - 12.2, de esta Ficha.*

*Se respetarán las distancias mínimas a bordillo establecidas en el cuadro 10.3 - 3.4.*

*La potencia instalada en alumbrado exterior no podrá ser superior a un vatio por metros cuadrado en calzadas y aceras (1 w/m<sup>2</sup>). En casos excepcionales y debidamente justificados, podrá llegarse a potencias instaladas de uno coma cinco vatios por metro cuadrado (1,5 w/m<sup>2</sup>). En todos los proyectos se incluirá inexcusablemente el cálculo del anterior coeficiente de potencia instalada y no podrá aprobarse ningún proyecto que carezca del mismo y del correspondiente estudio justificativo cuando se supere un vatio por metro cuadrado.*

## INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

*Se consideran instrucciones complementarias los objetivos, criterios y recomendaciones sobre el tipo de iluminación, su disposición y la alturas de las luminarias establecidos para cada tipo de vías, intersecciones y pasos.*

*Se recomienda la iluminación de todos los enlaces y glorietas.*

*Cuando se dispongan las luminarias sobre la mediana, se dispondrá doble soporte cuando ésta tenga más de 3 metros anchura. En áreas urbanas, no se recomienda localizar las luminarias sobre las medianas de las calles de tráfico importante .*

*Se recomienda utilizar el método de la "Comisión International de L' Eclairage" (CIE9, en sus documento nº 12, de 1975, ver anexo1) para el cálculo de la separación y características de las luminarias, incluido en la presente ficha.*

*En aceras de más de 5 metros o con importante frecuentación peatonal, debe considerarse la conveniencia de disponer una iluminación especial de las aceras.*

## Referencias Bibliográficas

AYUNTAMIENTO DE MADRID (1995):

*Ordenanzas del Ayuntamiento de Madrid.*  
Ayuntamiento de Madrid

AYUNTAMIENTO DE MADRID (1989):

*Normalización de Elementos Constructivos en Obras de Urbanización.*  
Ayuntamiento de Madrid.

AYUNTAMIENTO DE MADRID (1988):

*Pliego de Condiciones Técnicas Generales. Aplicable a la redacción de proyectos y ejecución de las obras municipales.*  
Ayuntamiento de Madrid.

British Standards (1992)

*BS 5489, part 1, ROAD LIGHTING*  
British Standards, London.

CETUR, STU (1981)

*Guide pour la conception de l'éclairage public en milieu urbain,*  
Centre d'Etudes des Transports Urbains, Bagneux, France.

CIE (1995)

*Document 115: Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*  
Comission Internationale de L'Éclairage, Vienna, Austria.

CSCAE (1996)

*Guía para la redacción de proyectos de urbanización*  
Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Madrid.

NTE (1976)

*NTE-IEE, ALUMBRADO EXTERIOR,*  
Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.

Anexo 1:

Método para el cálculo de la separación y características de las luminarias, de la "Comission Internationale de L'Éclairage" (CIE9, en su documento nº 12, de 1975, s/ NTE/IEE 1976)

**1. Ambito de aplicación**

El cálculo de esta norma se ha realizado para lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, instaladas en luminarias especificadas en el apartado de Construcción, y montadas sobre báculos cuyos parámetros corresponden a los indicados en el apartado correspondiente de Construcción.

**2. Hipótesis de cálculo**

Para el cálculo se han tenido en cuenta las recomendaciones "Comisión internacional de iluminación" CIE que figuran en su documento n.º 12 (1975) 2.ª edición.

El cálculo de esta norma se ha realizado para vías tipificadas según su ancho. Cuando las vías tengan incorporadas banda o bandas de aparcamiento, se considera ancho de entrada a las tablas la suma del ancho de la vía más la banda o bandas de aparcamiento.

El cálculo se ha realizado para báculos separados 1 m del bordillo de la calzada con alrededores oscuros y para un pavimento del tipo R. III, que es uno de los más desfavorables dentro de los usuales, según la clasificación de las recomendaciones CIE.

Los valores de luminancia que figuran en las tablas son valores iniciales, no obstante los límites de variación considerados, están afectados de un coeficiente depreciación de 0,8 por ensuciamiento de la luminaria, depreciación de la lámpara y montaje del punto de luz.

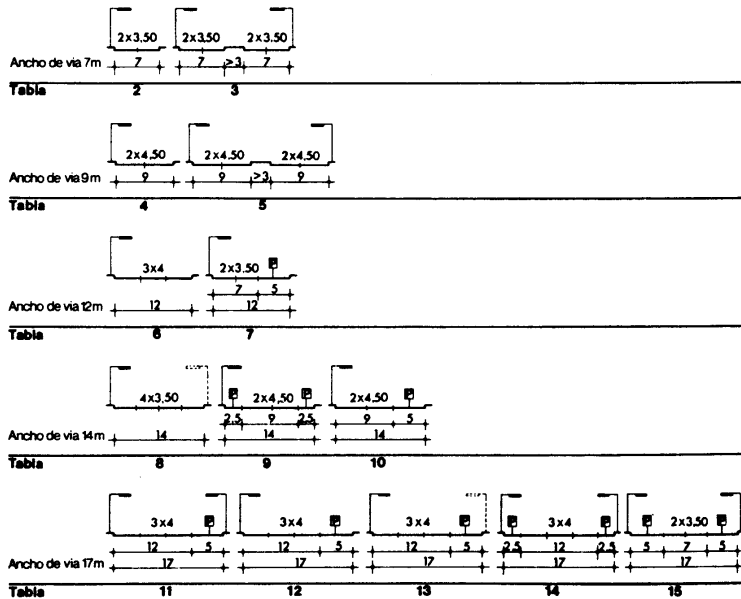
La clase de alumbrado se ha fijado como D, E o DE de las consideradas en la clasificación de la recomendación CIE, en función del uso de la vía. Respondiendo D a un tráfico mixto importante y E a uno más moderado.

**3. Cálculo de las separaciones S**

Primero: Se elige la vía, dentro de las tipificadas, en función de su ancho y de la existencia, o no, de banda o bandas de aparcamiento, fijando asimismo la disposición en planta: unilateral, tresbolillo y pareada, en la Tabla 1.

Se ha establecido en la presente norma la siguiente tipología de vías y disposiciones de puntos de luz:

Tabla 1



Segundo: Para cada una de estas vías se han considerado los casos más usuales en función de: altura del punto de luz H, potencia de la lámpara P, tipo de luminaria.

Tercero: Para cada grupo de estos valores, las Tablas 2 a la 15 ofrecen el campo de variación de separaciones S, que cumplen con las recomendaciones CIE, eligiéndose el que mejor se adapte a las condiciones de trazado.

Para una mayor información, de acuerdo con las recomendaciones CIE, figurarán los datos de:

- Iluminancia media en lux
- Luminancia media en cd/m²
- Relación de luminancias acera-calzada
- Uniformidad media de luminancia
- Uniformidad extrema longitudinal de luminancia
- Deslumbramiento molesto
- Deslumbramiento perturbador

\*Los valores indicados en las tablas corresponden solo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento

Cálculo según Norma Tecnológica NTE IEE (alumbrado exterior):

	Altura del punto de luz H en m	Potencia de la lámpara P en w	Tipo de luminaria	Separación S en m	Iluminancia media en lux	Relación de luminancias acera-calzada	Luminancia media en cd/m <sup>2</sup>	Uniformidad media de luminancia	Uniformidad extrema longitudinal de luminancia	Deslumbramiento molesto	Deslumbramiento perturbador	
<b>Tabla 2</b>	<b>8 150</b>	<b>II</b>	<b>30</b>	24	0,65	1,7	0,53	0,72	4,7	16,1		
				22	0,65	1,6	0,51	0,67	4,7	16,5		
				21	0,65	1,5	0,49	0,64	4,8	17,0		
				20	0,65	1,4	0,46	0,63	4,8	17,1		
	<b>38</b>	19	0,65	1,4	0,43	0,63	4,8	17,5				
		18	0,65	1,3	0,40	0,63	4,8	18,1				
		<b>III</b>	<b>26</b>	25	0,43	1,9	0,49	0,82	5,1	6,4		
				23	0,43	1,7	0,49	0,77	5,1	6,6		
	21			0,43	1,6	0,47	0,73	5,0	6,8			
	20			0,43	1,5	0,46	0,71	5,0	6,9			
	<b>34</b>	19	0,43	1,4	0,47	0,69	5,0	7,0				
		18	0,43	1,3	0,46	0,65	5,0	7,2				
<b>II</b>		<b>22</b>	25	0,83	1,9	0,61	0,90	5,1	11,8			
			23	0,83	1,8	0,62	0,87	5,1	12,1			
	22		0,83	1,6	0,61	0,86	5,1	12,4				
	20		0,83	1,5	0,60	0,82	5,1	12,5				
<b>28</b>	19	0,83	1,4	0,59	0,84	5,2	12,8					
	18	0,83	1,3	0,57	0,86	5,2	13,1					
	<b>III</b>	<b>20</b>	27	0,54	1,9	0,62	0,91	5,1	5,2			
			25	0,54	1,7	0,60	0,92	5,1	5,3			
23			0,54	1,6	0,60	0,89	5,1	5,4				
21			0,54	1,5	0,61	0,87	5,2	5,4				
<b>26</b>	19	0,54	1,4	0,60	0,84	5,2	5,5					
	18	0,54	1,3	0,59	0,80	5,2	5,7					
	<b>Tabla 3</b>	<b>10 250</b>	<b>I</b>	<b>30</b>	41	0,60	2,9	0,68	0,80	5,3	10,7	
					38	0,60	2,8	0,66	0,77	5,3	10,8	
36					0,60	2,6	0,65	0,70	5,3	11,2		
34					0,60	2,3	0,64	0,67	5,4	11,6		
32					0,60	2,1	0,62	0,63	5,4	11,6		
<b>Tabla 4</b>	<b>10 250</b>	<b>I</b>	<b>32</b>	36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3		
				34	0,46	2,4	0,46	0,83	5,3	10,6		
				32	0,46	2,2	0,45	0,78	5,3	10,9		
				30	0,46	2,1	0,44	0,74	5,3	11,1		
				29	0,46	2,0	0,43	0,70	5,3	11,4		
				27	0,46	1,9	0,42	0,67	5,3	11,8		
	<b>30</b>	35	0,57	2,5	0,55	0,80	5,3	14,0				
		33	0,57	2,4	0,55	0,82	5,3	14,0				
		31	0,57	2,2	0,54	0,81	5,4	14,3				
		29	0,57	2,1	0,53	0,80	5,4	14,6				
		27	0,57	2,0	0,52	0,78	5,4	14,9				
		26	0,57	1,9	0,51	0,75	5,4	15,3				
<b>10 150</b>	<b>II</b>	<b>20</b>	34	0,48	2,4	0,48	0,80	4,6	13,5			
			31	0,48	2,2	0,47	0,78	4,6	13,6			
			29	0,48	2,0	0,47	0,78	4,7	13,9			
			27	0,48	1,9	0,49	0,76	4,7	14,3			
			25	0,48	1,7	0,48	0,76	4,7	14,7			
			23	0,48	1,6	0,48	0,75	4,7	15,1			
<b>Tabla 5</b>	<b>10 250</b>	<b>I</b>	<b>28</b>	41	0,46	2,9	0,47	0,84	5,3	9,8		
				38	0,46	2,7	0,47	0,88	5,3	10,1		
				36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3		
				34	0,46	2,4	0,48	0,83	5,3	10,6		
				<b>42</b>	43	0,49	3,2	0,43	0,78	4,8	10,7	
					41	0,49	3,1	0,41	0,74	4,8	10,9	
	40	0,49	3,0		0,41	0,71	4,8	10,9				
	38	0,49	2,8		0,40	0,69	4,8	11,1				
	<b>Tabla 6</b>	<b>12 400</b>	<b>I</b>		<b>46</b>	36	0,51	2,5	0,43	0,72	5,0	11,4
						35	0,51	2,4	0,42	0,70	5,0	11,6
				33		0,51	2,3	0,41	0,67	5,0	11,9	
				<b>40</b>		35	0,67	2,5	0,57	0,85	5,3	9,1
33		0,67	2,3		0,56	0,87	5,4	9,1				
32		0,67	2,2		0,57	0,85	5,4	9,3				
30		0,67	2,1		0,57	0,83	5,4	9,3				
<b>48</b>		29	0,67	2,1	0,58	0,81	5,4	9,6				
		28	0,67	2,0	0,58	0,79	5,4	9,8				
		<b>II</b>	<b>36</b>	41	0,57	2,5	0,48	0,87	6,3	5,5		
				39	0,57	2,3	0,48	0,87	6,3	5,6		
37				0,57	2,2	0,49	0,84	6,3	5,7			
35	0,57			2,1	0,48	0,79	6,3	5,9				
<b>44</b>	33	0,57	2,0	0,46	0,74	6,3	6,0					
	32	0,57	1,9	0,46	0,72	6,4	6,2					
	<b>Tabla 7*</b>	<b>10 250</b>	<b>I</b>	<b>30</b>	41	0,60	2,9	0,68	0,80	5,3	10,7	
					38	0,60	2,8	0,66	0,77	5,3	10,8	
36					0,60	2,6	0,65	0,70	5,3	11,2		
34					0,60	2,3	0,64	0,67	5,3	11,6		
<b>28</b>		38	0,76	2,9	0,64	0,82	5,2	13,8				
		35	0,76	2,7	0,62	0,83	5,2	14,1				
		33	0,76	2,5	0,61	0,86	5,2	14,1				
		31	0,76	2,3	0,60	0,84	5,2	14,1				
<b>26</b>		40	0,73	2,9	0,70	0,80	5,6	8,2				
		37	0,73	2,7	0,69	0,78	5,6	8,4				
		34	0,73	2,6	0,70	0,81	5,7	8,6				
		32	0,73	2,4	0,72	0,84	5,7	8,7				
<b>22</b>	36	0,91	2,8	0,64	0,93	5,6	11,2					
	33	0,91	2,6	0,64	0,94	5,6	11,4					
	31	0,91	2,4	0,64	0,92	5,7	11,6					
	29	0,91	2,3	0,65	0,88	5,7	11,9					
<b>Tabla 8</b>	<b>12 250</b>	<b>I</b>	<b>22</b>	40	0,48	2,6	0,51	0,71	5,0	10,3		
				36	0,48	2,4	0,47	0,66	5,0	10,6		
				33	0,48	2,2	0,45	0,61	5,1	10,7		
				31	0,48	2,0	0,42	0,56	5,1	10,7		
				29	0,48	1,9	0,41	0,55	5,1	11,1		
				27	0,48	1,8	0,40	0,53	5,1	11,1		
	<b>36</b>	37	0,59	2,6	0,47	0,83	5,3	8,5				
		36	0,59	2,4	0,47	0,84	5,3	8,7				
		34	0,59	2,3	0,47	0,83	5,3	8,7				
		32	0,59	2,2	0,47	0,84	5,3	8,8				
		30	0,59	2,1	0,47	0,83	5,3	8,8				
		28	0,59	1,9	0,46	0,84	5,3	8,9				
<b>15 400</b>	<b>II</b>	<b>24</b>	30	0,61	2,2	0,40	0,93	4,7	9,9			
			28	0,61	2,0	0,40	0,91	4,7	9,9			
			26	0,61	1,9	0,40	0,89	4,8	9,7			
			24	0,61	1,8	0,40	0,89	4,8	9,6			
			22	0,61	1,7	0,40	0,86	4,8	9,6			
			21	0,61	1,6	0,40	0,85	4,8	9,5			
<b>Tabla 9</b>	<b>15 400</b>	<b>I</b>	<b>36</b>	37	0,59	2,6	0,47	0,83	5,3	8,5		
				36	0,59	2,4	0,47	0,84	5,3	8,7		
				34	0,59	2,3	0,47	0,83	5,3	8,7		
				32	0,59	2,2	0,47	0,84	5,3	8,8		
				30	0,59	2,1	0,47	0,83	5,3	8,8		
				28	0,59	1,9	0,46	0,84	5,3	8,9		
	<b>40</b>	30	0,61	2,2	0,40	0,93	4,7	9,9				
		28	0,61	2,0	0,40	0,91	4,7	9,9				
		26	0,61	1,9	0,40	0,89	4,8	9,7				
		24	0,61	1,8	0,40	0,89	4,8	9,6				
		22	0,61	1,7	0,40	0,86	4,8	9,6				
		21	0,61	1,6	0,40	0,85	4,8	9,5				
<b>Tabla 10*</b>	<b>10 250</b>	<b>I</b>	<b>28</b>	41	0,46	2,9	0,47	0,84	5,3	9,8		
				38	0,46	2,7	0,47	0,88	5,3	10,1		
				36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3		
				34	0,46	2,4	0,48	0,83	5,3	10,6		
				<b>42</b>	43	0,49	3,2	0,43	0,78	4,8	10,7	
					41	0,49	3,1	0,41	0,74	4,8	10,9	
	40	0,49	3,0		0,41	0,71	4,8	10,9				
	38	0,49	2,8		0,40	0,69	4,8	11,1				
	<b>20</b>	49	0,57		3,5	0,59	0,92	4,5	13,0			
		44	0,57		3,2	0,59	0,86	4,5	13,0			
		41	0,57	3,0	0,57	0,84	4,5	13,3				
		38	0,57	2,7	0,55	0,83	4,7	13,6				
35		0,57	2,5	0,55	0,80	4,7	14,0					

\*Los valores indicados en las tablas corresponden solo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento

		Altura del punto de luz H en m	Potencia de la lámpara P en w	Tipo de luminaria	Separación S en m	Iluminancia media en lux	Relación de luminancias acera-calzada	Luminancia media en cd/m <sup>2</sup>	Uniformidad media de luminancia	Uniformidad extrema longitudinal de luminancia	Deslumbramiento molesto	Deslumbramiento perturbador
<b>Tabla 11</b>	<b>10 250 I 40</b>	39	0,47	2,6	0,49	0,63	5,0	13,9				
		38	0,47	2,5	0,46	0,57	5,0	13,8				
		44	0,47	2,4	0,44	0,52	5,0	14,2				
		46	0,47	2,3	0,42	0,50	5,0	14,4				
	<b>10 150 II 24</b>	38	0,47	2,5	0,52	0,90	4,8	14,6				
		35	0,47	2,3	0,50	0,91	4,8	14,7				
		28	0,47	2,2	0,49	0,90	4,9	15,0				
		30	0,47	2,0	0,48	0,90	4,9	15,3				
		32	0,47	1,9	0,47	0,91	4,9	15,5				
		34	0,47	1,7	0,47	0,90	4,9	15,8				
	<b>10 250 II 24</b>	38	0,61	2,6	0,68	0,81	4,8	14,1				
		35	0,61	2,4	0,65	0,76	4,8	14,7				
28		0,61	2,3	0,61	0,71	4,8	14,8					
30		0,61	2,1	0,59	0,66	4,8	15,1					
32		0,61	2,0	0,57	0,63	4,9	15,2					
34		0,61	1,9	0,56	0,61	4,9	15,4					
<b>12 250 I 40</b>	36	0,54	2,4	0,60	0,72	5,4	11,3					
	42	0,54	2,3	0,55	0,70	5,4	11,3					
	44	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6					
	46	0,54	2,1	0,50	0,62	5,4	11,7					
	48	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0					
	50	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3					
<b>12 250 II 28</b>	39	0,61	2,5	0,65	0,93	4,3	17,9					
	36	0,61	2,3	0,63	0,94	4,4	17,8					
	32	0,61	2,2	0,63	0,95	4,4	17,7					
	34	0,61	2,0	0,62	0,96	4,4	17,6					
	36	0,61	1,9	0,61	0,95	4,4	17,9					
	38	0,61	1,8	0,59	0,92	4,4	17,7					
<b>Tabla 12*</b>	<b>15 400 I 34</b>	41	0,67	2,9	0,57	0,80	5,3	8,4				
		39	0,67	2,7	0,57	0,83	5,3	8,8				
		37	0,67	2,6	0,57	0,84	5,3	8,9				
		40	0,67	2,5	0,56	0,85	5,3	9,1				
<b>15 400 II 34</b>	43	0,57	2,9	0,48	0,85	6,3	5,5					
	36	0,57	2,8	0,48	0,87	6,3	5,5					
	39	0,57	2,6	0,48	0,87	6,3	5,6					
	40	0,57	2,5	0,49	0,84	6,3	5,7					
<b>Tabla 13</b>	<b>15 400 I 32</b>	39	0,59	2,5	0,49	0,66	4,8	10,0				
		37	0,59	2,4	0,47	0,62	4,8	10,3				
		34	0,59	2,2	0,45	0,61	4,8	10,2				
		36	0,59	2,1	0,44	0,60	4,8	10,5				
		40	0,59	2,0	0,43	0,58	4,8	10,8				
		42	0,59	1,9	0,41	0,55	4,8	10,6				
<b>Tabla 14</b>	<b>10 250 I 40</b>	39	0,47	2,6	0,49	0,63	5,0	13,9				
		42	0,47	2,5	0,46	0,57	5,0	13,8				
		44	0,47	2,4	0,44	0,52	5,0	14,2				
		46	0,47	2,3	0,42	0,50	5,0	14,4				
	<b>10 150 II 24</b>	38	0,47	2,5	0,52	0,90	4,8	14,6				
		35	0,47	2,3	0,50	0,91	4,8	14,7				
		28	0,47	2,2	0,49	0,90	4,9	15,0				
		30	0,47	2,0	0,48	0,90	4,9	15,3				
		32	0,47	1,9	0,47	0,91	4,9	15,5				
		34	0,47	1,7	0,47	0,90	4,9	15,8				
	<b>10 250 II 24</b>	38	0,61	2,6	0,68	0,81	4,8	14,1				
		35	0,61	2,4	0,65	0,76	4,8	14,7				
28		0,61	2,3	0,61	0,71	4,8	14,8					
30		0,61	2,1	0,59	0,66	4,8	15,1					
32		0,61	2,0	0,57	0,63	4,9	15,2					
34		0,61	1,9	0,56	0,61	4,9	15,4					
<b>12 250 I 40</b>	36	0,54	2,4	0,60	0,72	5,4	11,3					
	42	0,54	2,3	0,55	0,70	5,4	11,3					
	44	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6					
	46	0,54	2,1	0,50	0,62	5,4	11,7					
	48	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0					
	50	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3					
<b>12 250 II 28</b>	39	0,61	2,5	0,65	0,93	4,3	17,9					
	36	0,61	2,3	0,63	0,94	4,4	17,8					
	32	0,61	2,2	0,63	0,95	4,4	17,7					
	34	0,61	2,0	0,62	0,96	4,4	17,6					
	36	0,61	1,9	0,61	0,95	4,4	17,9					
	38	0,61	1,8	0,59	0,92	4,4	17,7					
<b>Tabla 15</b>	<b>12 250 I 44</b>	33	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6				
		40	0,54	2,1	0,52	0,68	5,4	11,7				
		48	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0				
		50	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3				
<b>12 250 II 30</b>	29	0,65	2,0	0,64	0,77	5,2	12,7					
	32	0,65	1,8	0,61	0,73	5,2	12,7					
	34	0,65	1,7	0,58	0,68	5,2	12,8					
	36	0,65	1,6	0,56	0,65	5,3	12,8					

\*Los valores indicados en las tablas corresponden solo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento



