

BAT

BIZKAIKO BIDETARAKO ARAU TEKNIKOAK
NORMAS TÉCNICAS PARA CARRETERAS DE VIZCAYA

energía eléctrica e iluminación

Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Vizcaya



Herrilan eta Garraio Saila
Departamento de Obras Públicas y Transportes
Herrilanetarako Zuzendaritza Orokorra
Dirección General de Obras Públicas

	Pág.
1. CAMPO DE APLICACION _____	1-1
2. NOMENCLATURA UTILIZADA _____	2-1
3. DISPOSICIONES GENERICAS _____	3-1
1. DECISION DE ILUMINAR UNA VIA _____	3-1
1.1. Vías urbanas _____	3-1
1.2. Vías públicas (fuera de las vías urbanas) _____	3-1
2. CONSIDERACIONES GENERALES EN CUANTO A LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES A PROYECTAR _	3-1
4. CLASIFICACION DE LAS VIAS _____	4-1
5. CRITERIOS DE CALIDAD LUMINOTECNICA _____	5-1
1. NIVEL Y UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA _____	5-1
2. NIVEL Y UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIA _____	5-1
3. CONTROL DE DESLUMBRAMIENTO _____	5-1
4. VISIBILIDAD AMBIENTAL _____	5-2
5. INTERSECCIONES _____	5-2
6. ZONAS DE ADAPTACION O TRANSICION _____	5-2
6.1. Campo de aplicación _____	5-2
6.2. Nivel y criterios de calidad _____	5-2
6.3. Criterios de diseño _____	5-2
7. COLOR DE LA LUZ _____	5-2
6. CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO _____	6-1
1. GUIADO VISUAL. GUIADO OPTICO _____	6-1
2. ALTURAS DE MONTAJE _____	6-1
3. TIPOS DE IMPLANTACION _____	6-2
3.1. Vías de una calzada _____	6-2
3.2. Vías de dos calzadas _____	6-2
3.2.1. Sin mediana y con anchura total inferior a 24 m.	6-2
3.2.2. Con mediana de anchura inferior a 3 m. y anchura de cada calzada no superior a 12 m.	6-2

	<u>Pág.</u>
3.4. Niveles y criterios de calidad _____	8-8
3.4.1. Nivel y uniformidades de iluminancia _____	8-8
3.4.2. Prestaciones fotométricas _____	8-8
3.4.3. Control del deslumbramiento _____	8-8
3.4.4. Mantenimiento y seguridad _____	8-8
3.5. Zona de adaptación o transición _____	8-9
3.6. Criterios de diseño _____	8-9
3.6.1. Implantación _____	8-9
3.6.2. Fotometría _____	8-9
3.7. Lámparas _____	8-9
3.8. Luminarias _____	8-9
3.9. Sistemas de subida y bajada de las luminarias _____	8-9
3.10. Postes _____	8-10
9. DISPOSICION FINAL _____	9-1

campo de aplicación

1. CAMPO DE APLICACION

Está constituido, básicamente, por las instalaciones de alumbrado de vías urbanas, interurbanas y de carácter rural, con anchuras normalizadas de 7, 9, 12, 14 y 17 metros, de variadas geometrías y comprendidas dentro del ámbito de la DIPUTACION FORAL DE VIZCAYA, con todos los elementos componentes de dichas instalaciones.

La presente NORMATIVA determinará, en su aspecto técnico, las características que deben reunir las instalaciones de alumbrado público a realizar en el ámbito anteriormente determinado.

nomenclatura utilizada

2. NOMENCLATURA UTILIZADA

En el presente apartado definimos algunos conceptos utilizados:

- **Lámpara:** Fuente luminosa alimentada por energía eléctrica y construida para producir luz.
- **Luminaria:** Aparato que distribuye, filtra o transforma la iluminación procedente de una o varias lámparas y que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y proteger estas lámparas y conectarlas al circuito de alimentación.
- **Proyector:** Luminaria que concentra la luz en un ángulo sólido, determinado por un sistema óptico, para conseguir una intensidad luminosa elevada.
- **Intensidad luminosa:** (de una fuente en una dirección dada), la razón entre el flujo luminoso emitido por una fuente en un cono infinitesimal que tiene por eje la dirección considerada, y el ángulo sólido del cono. Unidad: candela (cd).
- **Candela:** Unidad de intensidad, definida como intensidad luminosa en la dirección perpendicular, de una superficie de $1/60 \text{ cm}^2$ del cuerpo negro, a la temperatura de solidificación del platino bajo la presión normal.
- **Flujo luminoso:** Cantidad derivada del flujo energético por la evaluación de la radiación según su efecto sobre un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral está definida por las eficiencias luminosas espectrales normalizadas.
- **Punto de luz:** Conjunto de la luminaria y lámpara o lámparas que contiene.

- **Iluminancia:** En un punto de una superficie, es el cociente entre el flujo luminoso incidente en un elemento de la superficie que comprende el punto y el área de este elemento.
- **Lux:** Unidad de iluminación definida por: flujo de un lm uniformemente repartido en una superficie de un metro cuadrado.
- **Luminancia:** En una dirección, en un punto de la superficie de una fuente o de un reflector o en un punto en la trayectoria del haz. Es el flujo luminoso que sale, llega o atraviesa un elemento de superficie en un determinado punto y radiado en las direcciones definidas por un cono elemental que contiene las mismas, dividido por el producto del ángulo sólido del cono y el área de la proyección ortogonal del elemento de la superficie en un plano perpendicular a la dirección dada.
- **Uniformidad longitudinal:** Razón de la luminancia mínima a la máxima a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada pasando por la posición del observador.
- **Uniformidad media:** Razón de la luminancia mínima de un determinado tramo de calzada a la luminancia media del mismo.
- **Altura de montaje o altura del punto de luz:** Altura del punto de luz, tomando como origen el plano medio de la calzada.
- **Alimentación trifásica:** Suministro energético efectuado mediante tres fases activas.
- **Interdistancia:** Distancia entre los centros de dos luminarias adyacentes en una instalación.

disposiciones genéricas

1. DECISION DE ILUMINAR UNA VIA

1.1. Vías urbanas

Se iluminarán siempre.

1.2. Vías públicas (fuera de las vías urbanas)

En general, será necesaria la instalación de alumbrado siempre que las condiciones de funcionamiento nocturno de la vía pública considerada la hagan insuficiente en relación a las prestaciones exigidas a la misma.

Los factores más importantes que deben considerarse para determinar si la vía debe ser o no iluminada son los siguientes:

- La seguridad.
- El confort.

En consecuencia, deberá estudiarse:

- La naturaleza de la vía (características de trazado y tasa de accidentes).
- La intensidad y composición de su circulación.
- La existencia de puntos peligrosos o que puedan determinar una brusca interrupción en la uniformidad de la conducción por dicha vía.

En las vías públicas, ya en uso, se adoptará, fundamentalmente, como medida cualitativa para decidir si debe ser o no iluminada y en qué tramos, el número de accidentes de tráfico y los puntos del trazado donde mayoritariamente se localizan.

2. CONSIDERACIONES GENERALES EN CUANTO A LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES A PROYECTAR

En el cálculo y diseño de las instalaciones de alumbrado serán respetadas todas las prescripciones técnicas, con ellas relacionadas, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto 2.413/73, de 20 de setiembre -BOE 9 de octubre de 1973-, así como las Instrucciones Complementarias MI-BT.

En términos generales, las instalaciones de alumbrado proyectadas deberán permitir:

- Poder seguir el trazado de la vía, es decir, tener un guiado visual adecuado, lo que implica que la vía sea visible a distancia por el conductor.
- Apercebir los obstáculos fijos o móviles con tiempo suficiente para que el conductor pueda efectuar la maniobra oportuna, lo que requiere unas prestaciones luminotécnicas (nivel, uniformidad, deslumbramiento) adecuadas de la instalación.
- Garantizar su seguridad funcional, tanto la de sus distintos componentes: luminotécnicos, eléctricos y mecánicos, como de las personas, animales o cosas, mediante la dotación de las protecciones necesarias y la utilización de los materiales precisos de acuerdo con las condiciones de trabajo y las prestaciones exigidas.

clasificación de las vías

La clasificación que, a continuación se establece, únicamente considera el punto de vista de la adopción de niveles de iluminación a adoptar. De acuerdo con ello, las vías o zonas a iluminar se clasifican, según sus características especifi-

cas (densidad y composición del tráfico, velocidad de circulación, exigencias peatonales, comerciales, recreativas, etc.), de acuerdo con la tabla siguiente:

CLASE	TIPO	CARACTERISTICAS
A	Carreteras de la red nacional básica.	Tráfico de vehículos denso y de alta velocidad. Control total de accesos a la propiedad colindante.
B	Carreteras de la red nacional complementaria.	Tráfico fundamentalmente de vehículos y de alta velocidad. Accesos directos aunque limitados.
C	Carreteras de las redes regional y local.	Tráfico mixto, de velocidad moderada. Accesos en amplia medida.
D	Vías urbanas principales.	Tráfico mixto con circulación peatonal importante.
E	Vías urbanas secundarias o de carácter residencial.	Tráfico mixto de velocidad limitada y densidad moderada.
F	Caminos rurales.	Tráfico peatonal de esporádico uso por vehículos.

En caso de duda, siempre son las exigencias del tráfico, fundamentalmente el rodado, las que determinarán los niveles a adoptar.

critérios de calidad luminotécnica

Para la realización de las tareas visuales en las diferentes clases de vías, sus propias necesidades exigen la existencia de unos niveles y criterios de calidad adecuados.

Dichos criterios quedan expuestos de acuerdo con los conceptos siguientes:

1. NIVEL Y UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA

Exponemos los criterios de calidad según el concepto de luminancia, si bien, a modo orientativo y exigible en los casos en que la DIPUTACION FORAL DE VIZCAYA así lo determine.

CLASE DE VIA	L. media (cd/m. ²)	U. longitudinal (%)	U. media (%)
A	2	70	40
B	1,5	70	40
C	1	50	30
D	2	70	40
E	1	50	30
F	0,75	50	30

Los niveles medios serán en servicio, aplicándose un coeficiente de depreciación $\geq 0,7$.

Se considera, en todos los casos, clase de pavimento R III, es decir, clase de reflexión ligeramente brillante (según C.I.E.).

$$U. \text{ longitudinal} = \frac{L. \text{ mín}}{L. \text{ máx}}, \text{ sobre una línea o carril de circulación.}$$

$$U. \text{ media} = \frac{L. \text{ mín}}{L. \text{ med}}, \text{ en toda la instalación.}$$

2. NIVEL Y UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIA

CLASE DE VIA	E. media (lux)	U. general (%)	U. media (%)
A	25	35	65
B	20	35	65
C	15	25	50
D	25	35	65
E	15	25	50
F	12	25	50

Los niveles medios serán en servicio, aplicándose un coeficiente de depreciación $\geq 0,7$.

$$U. \text{ general} = \frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ máx}}, \text{ en toda la instalación.}$$

$$U. \text{ media} = \frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ med}}, \text{ en toda la instalación.}$$

3. CONTROL DE DESLUMBRAMIENTO

CLASE DE VIA	G	T.I. (%)
A	6	10
B	6	10
C	6	10
D	5	20
E	5	20
F	—	—

G = (Índice específico de luminaria) + (Condiciones geométricas de la instalación).

T.I. = Incremento del umbral de percepción por contraste de luminancias.

4. VISIBILIDAD AMBIENTAL

Dado el carácter empírico de este criterio, se refiere su evaluación al cociente entre la iluminancia vertical y la iluminancia horizontal en una instalación, como simplificación del contraste de luminancias vertical y horizontal.

CLASE DE VIAS	VISIBILIDAD AMBIENTAL EV. media. / EH. media.
A	1/4
B	1/4
C	1/3
D	1/4
E	1/3
F	—

5. INTERSECCIONES

El presente apartado queda complementado con lo dispuesto en el apartado 3 del Capítulo 8. CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALES.

Se observarán los siguientes criterios de calidad fotométrica:

TIPO DE INTERSECCION	
Intersecciones en vías iluminadas	Intersecciones en vías no iluminadas
ILUMINANCIA MEDIA (LUX)	
La iluminancia media de la intersección será superior en 5 lux a la iluminancia media de la vía más iluminada.	Dispondrán de una iluminancia media de 15 lux
FACTORES DE UNIFORMIDAD	
Los factores U. general y U. media serán análogos a los correspondientes a la vía más iluminada	Se observarán los siguientes: U. general (%) = 25 U. media (%) = 50

6. ZONAS DE ADAPTACION O TRANSICION

6.1. Campo de aplicación

Son todas aquellas zonas que preceden o siguen a vías iluminadas o tramos iluminados de vías (intersecciones, túneles, etc.).

Conceptualmente, son zonas que facilitan la adaptación visual del conductor de un vehículo que circula con luces de faros y llega a un tramo iluminado, o, del que abandona dicho tramo iluminado para seguir exclusivamente con la luz de sus faros.

6.2. Nivel y criterios de calidad

En general, se adoptarán los siguientes criterios:

— *Iluminancia media del tramo de adaptación*

Se adoptará el valor equivalente a los 2/3 del correspondiente al tramo iluminado.

— *Longitud del tramo de adaptación*

La longitud del tramo de adaptación no será inferior a $L = 10 E_m$, en donde L son metros y E_m es la iluminancia media en lux del tramo iluminado, es decir, del tramo al que se dota de la zona de adaptación.

En todo caso, la longitud del tramo no será inferior a 150 m. ni superior a 400 m.

6.3. Criterios de diseño

En todo el tramo de adaptación se utilizará el mismo aparato e, igualmente, se adoptará la misma altura de implantación e interdistancia de puntos de luz.

Con relación al conjunto de la zona iluminada, el aparato será común y también la altura de montaje (exceptuados casos particulares como: tramos de adaptación de túneles o de nudos iluminados con postes de gran altura), consiguiéndose la reducción del nivel de iluminancia, preferentemente, mediante el aumento de la interdistancia de los puntos de luz.

7. COLOR DE LA LUZ

Con respecto al color de las lámparas a utilizar se observarán los siguientes criterios:

- En general, y para el conjunto de las instalaciones, se emplearán fundamentalmente lámparas de vapor de sodio de alta presión (VSAP).
- Únicamente en instalaciones especiales (túneles, pasos peatonales, zonas ajardinadas, etc.) o en casos excepcionales, y, previa justificación y aprobación por la Oficina Técnica de la Diputación Foral de Vizcaya, podrá optarse por otro tipo de lámpara (fluorescente, sodio baja presión, vapor de mercurio color corregido o halogenuros metálicos).
- Se considera caso excepcional la utilización de distintos tipos de lámparas (en cuanto a color se refiere) para diferenciar la vía principal de las secundarias que a ella acceden o para destacar intersecciones importantes, siempre y cuando se prevea un guiado visual inadecuado.
- En los casos anteriores, únicamente se utilizará el distinto tipo de lámpara en el tramo necesario para la obtención del guiado visual preciso.
- El paso de un tramo de vía a otro iluminado con lámparas de distinto color no deberá producir ningún efecto molesto sobre los conductores. En consecuencia, deberá hacerse manteniendo en la zona de contacto iguales niveles de iluminancia y luminancia, así como de sus respectivas uniformidades.

critérios de diseño geométrico

1. GUIADO VISUAL. GUIADO OPTICO

Tal como ya quedó expuesto en el apartado 2 del Capítulo 3. DISPOSICIONES GENERICAS, para que la instalación de alumbrado proyectada sea eficaz, ha de permitir, entre otras consideraciones, seguir el trazado de la vía, es decir, debe contribuir a la consecución de unos guiados visual y óptico suficientes.

Se contribuye a la obtención de un **guiado visual** si la instalación proyectada permite diferenciar claramente la calzada, respecto a las zonas colindantes, y las señalizaciones horizontal y vertical.

En consecuencia, ayudará a la obtención de un mejor guiado visual la elección del material idóneo (de buena reflectancia con respecto al pavimento) en la realización de las señalizaciones horizontal y vertical. Con este objeto, se recomienda, para la señalización horizontal, el uso de materiales que, además de ser claros, tengan una textura basta y rugosa con el fin de que la reflexión sea bastante difusa y se conserve incluso con mal tiempo.

Igualmente, la instalación de alumbrado debe permitir un **guiado óptico** suficiente. En consecuencia, debe permitir al usuario una adecuada orientación y, en especial, en los puntos conflictivos, con objeto de que, de forma rápida, pueda identificar los cursos de la vía y de la dirección que desee seguir a una distancia que dependerá del límite de velocidad permitida.

En concreto, se mejorará el guiado óptico disponiendo las luminarias de forma que sigan con exactitud el trazado de la calzada y diferenciando, mediante fuentes luminosas de color diferente, ciertos puntos singulares (fundamentalmente intersecciones). (Ver el apartado 7 del Capítulo 5. CRITERIOS DE CALIDAD LUMINOTECNICA).

2. ALTURAS DE MONTAJE

La altura del punto de luz tiene una gran influencia sobre la calidad de la iluminación y sobre el coste de la instalación.

Por ello, la altura de montaje se establece como un compromiso entre la calidad de iluminación deseada y su costo (el global de la instalación y el de conservación).

En general, se aconseja instalar los puntos de luz lo más alto posible, dentro del compromiso anteriormente señalado, pues, con ello, se consigue una mejor calidad de iluminación (mayor distribución del flujo luminoso y menor deslumbramiento), si bien, regulando los costos que tal decisión suponen (incremento del costo de conservación y del consumo de energía).

A efectos prácticos y teniendo en cuenta el compromiso calidad-costos, se establece la siguiente relación entre la altura del punto de luz y la potencia energética nominal (en vatios) de la lámpara utilizada, tomando como base la de vapor de sodio de alta presión (VSAP) por su uso prácticamente general (tal como quedó establecido en el apartado 7 del Capítulo 5. CRITERIOS DE CALIDAD LUMINOTECNICA).

LAMPARA (VSAP)		ALTURA ACONSEJABLE (m)
POTENCIA (W)	FLUJO (lm)	
150 W	16.000 lm.	9 m.
250 W	27.000 lm.	10 m.
400 W	47.000 lm.	12 m.

En los casos excepcionales de uso de lámparas de vapor de mercurio color corregido (VMCC), se establece su altura de montaje por equiparación.



ción aproximada de su flujo con el correspondiente al de la lámpara de VSAP especificado en el anterior cuadro.

En los casos en que previa consulta a la Oficina Técnica de la Diputación Foral, se empleen soportes bajos (entre 3 m. y 5 m.) para luminarias tipo jardín o faroles, el flujo de la lámpara utilizada no será superior, en ningún caso, a 27.000 lm., siendo aconsejable no supere los 16.000 lm.

“En ningún caso la altura de montaje será superior a 12 m., con la única salvedad de lo establecido en los criterios de diseño de instalaciones especiales.”

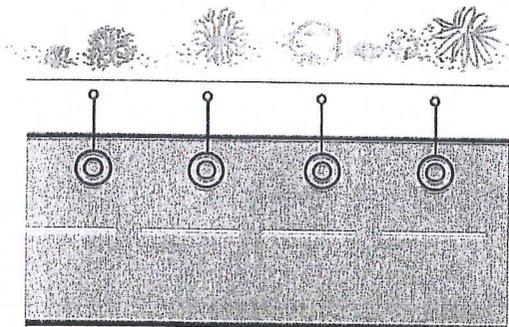
Igualmente para calzadas de anchuras superiores a 7 m. (la totalidad de las recogidas en la presente Norma) se aconseja no utilizar alturas inferiores a 9 m.

3. TIPOS DE IMPLANTACION

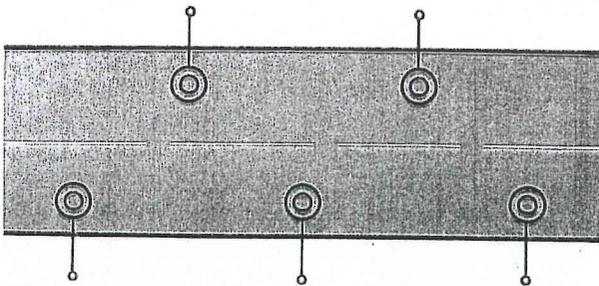
Para una mejor especificación diferenciaremos las vías de una calzada con tráfico, normalmente en doble sentido, de las vías de dos calzadas (vías principales, autovías, autopistas).

3.1. Vías de una calzada

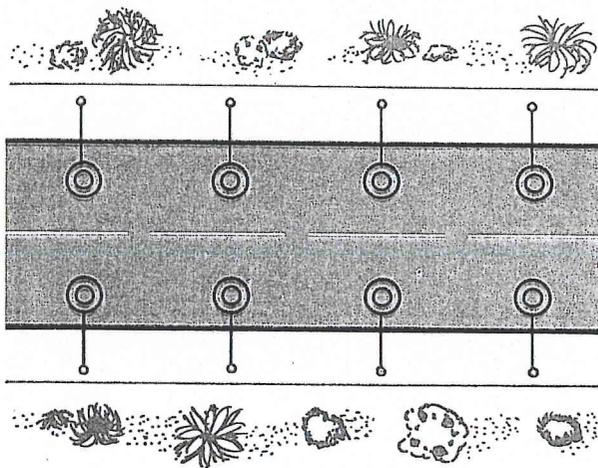
De las distintas disposiciones que se pueden adoptar definiremos las más aconsejables: unilateral, bilateral al tresbolillo y bilateral pareada.



UNILATERAL



BILATERAL AL TRESBOLILLO



BILATERAL PAREADA

- **Unilateral.**—Los puntos de luz se disponen a un mismo lado de la calzada.
- **Bilateral al tresbolillo.**—Los puntos de luz se disponen en ambos lados de la calzada al tresbolillo o zig-zag.
- **Bilateral pareada.**—Los puntos de luz se disponen en ambos lados de la calzada y en oposición.

Se adoptará una disposición u otra en función del valor de la relación entre la anchura de la calzada y la altura del punto de luz y que se esquematiza en el cuadro que sigue:

TIPO DE IMPLANTACION	RELACION: $\frac{\text{Anchura calzada}}{\text{Altura p}^{\text{o}} \text{ de luz}}$
Unilateral	$a/H \leq 1$
Bilateral tresbolillo	$1 \leq a/H \leq 1,7$
Bilateral pareada	$a/H \geq 1,7$

3.2. Vías de dos calzadas

Se pueden distinguir los siguientes casos:

3.2.1. Sin mediana y con anchura total inferior a 24 m.

Se dispondrán los puntos de luz a ambos lados de la calzada de acuerdo con lo especificado en el apartado anterior.

3.2.2. Con mediana de anchura inferior a 3 m. y anchura de cada calzada no superior a 12 m.

Se dispondrán los puntos de luz bien a ambos lados de la calzada o bien en la mediana con brazo doble.

3.2.3. Con mediana de anchura inferior a 3 m. y anchura de cada calzada superior a 12 m.

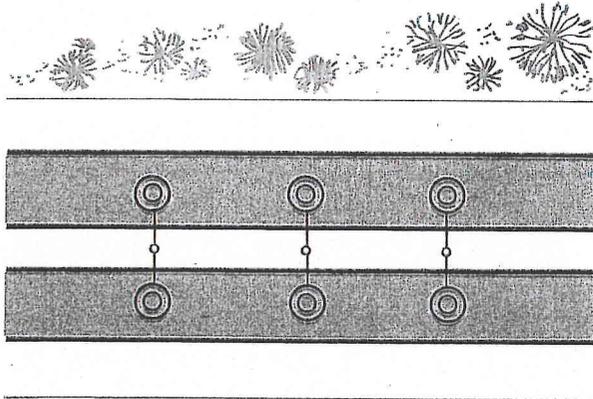
Se dispondrán los puntos de luz como combinación de brazos dobles y disposición en oposición.

ción. Esta disposición equivale a una bilateral al tresbolillo para cada una de las calzadas.

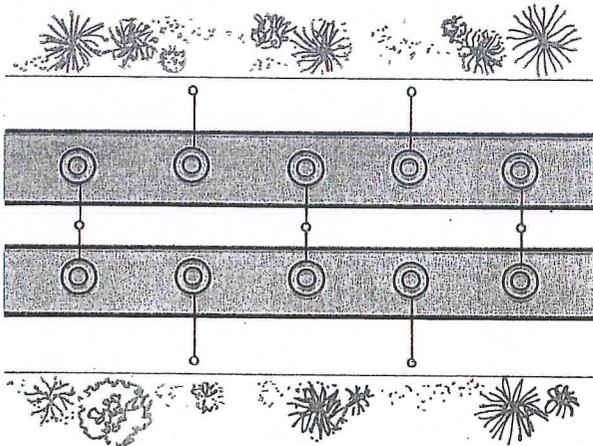
3.2.4. Con mediana de anchura superior a 3 m.

Se estudiará la disposición como si se tratara de dos calzadas independientes, es decir, cada calzada será tratada independientemente como carretera de sentido único.

En estas vías, con mediana superior a 3 m. no se emplearán brazos dobles en la misma.



EN LA MEDIANA CON BRAZO DOBLE



COMBINACION: BRAZOS DOBLES Y DISPOSICION EN OPOSICION

4. PUNTOS ESPECIALES

Se determina el criterio para la disposición de los puntos de luz en puntos especiales del trazado de la zona a iluminar, tales como: curvas, cruces o bifurcaciones, aparcamientos y vías con pendiente.

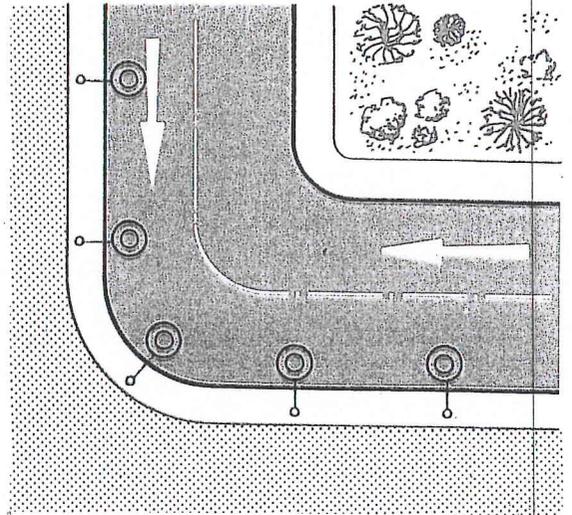
“Para la realización de la implantación de los puntos de luz de la vía objeto de estudio, se comenzará situando los puntos de luz en los puntos especiales disponiendo posteriormente

el resto de los puntos de luz ajustándose lo más posible a la separación media y tipo de disposición que se haya adoptado.”

4.1. Disposición en curvas

A efectos de iluminación se considerarán tramos curvos aquellos cuyo radio de giro sea menor de 300 m.

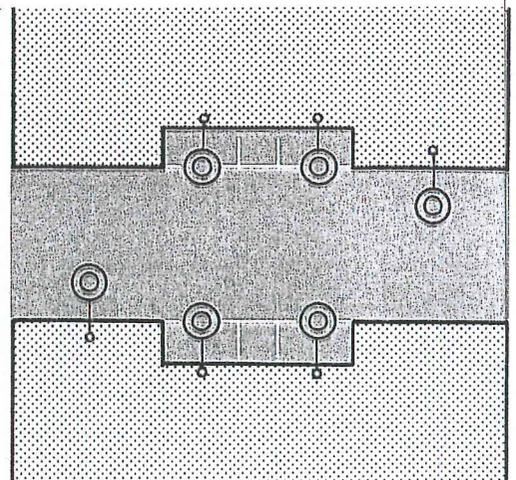
En anchura de calzadas no superior a 12 m., los puntos de luz se situarán en la parte exterior de la curva disponiéndose un punto de luz en la prolongación de los ejes de circulación.



Para vías de ancho superior se adoptará la disposición bilateral pareada, evitándose en todos los casos la disposición bilateral al tresbolillo pues no permite ninguna orientación visual de la curva.

4.2. Disposición en aparcamientos

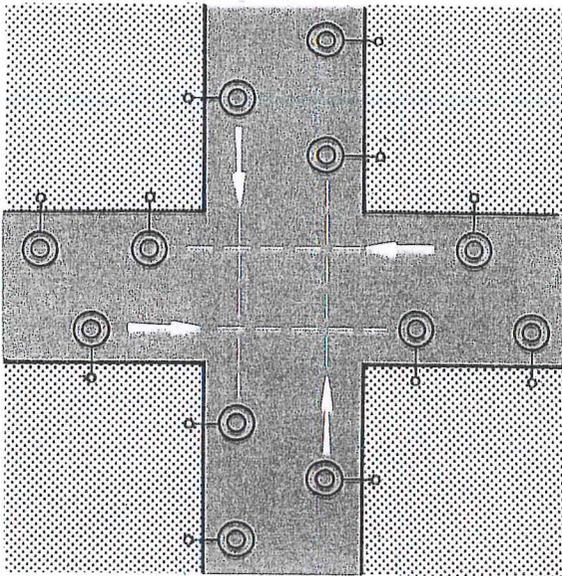
Los puntos de luz se distribuirán asimilando los aparcamientos a tramos rectos, cuyo ancho de calzada sea la suma de los carriles de circulación más la profundidad de la zona de aparcamiento.



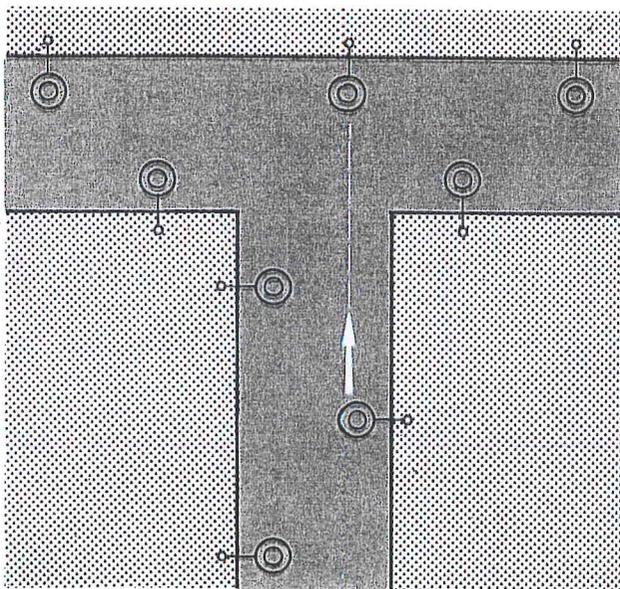
APARCAMIENTOS

4.3. Disposición en cruces

Como norma general se dispondrá un punto de luz en la prolongación del eje de la circulación.



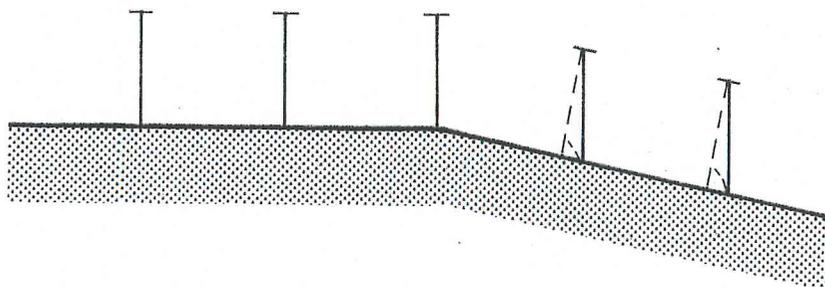
CRUCE EN CRUZ



CRUCE EN T

4.4. Disposición en vías en pendiente

En las vías con pendiente se instalarán las luminarias de forma que su eje de simetría sea perpendicular al eje de la calzada, situándose un punto de luz en los cambios de rasante.



5. ESPECIFICACIONES SOBRE LA SITUACION DE LOS PUNTOS DE LUZ

La disposición de los puntos de luz debe orientar al usuario de la carretera sobre su trazado, pudiendo considerarse, en consecuencia, como un elemento de balizamiento de la misma.

Esta condición adquiere una gran importancia en los puntos singulares del trazado (algunos de ellos reflejados en el apartado anterior) que, como ya ha sido indicado anteriormente, requerirán un estudio específico.

La fijación de las luminarias se efectuará, fundamentalmente, sobre báculo o columna y, excepcionalmente, sobre brazo mural (como alumbrado principal, específicamente, en vías de aceras de anchura inferior a 2 m., o, como alumbrado de refuerzo del alumbrado principal de la calzada).

En los casos en que las luminarias se fijen sobre postes o báculos, éstos se dispondrán en la vía pública de acuerdo con el siguiente criterio:

- En zona urbana.—Separados del bordillo, como mínimo 0,65 m.
- En carreteras.—La separación mínima de la línea límite de calzada será de 1,50 m. y siempre fuera del arcén, si existe.
- En autovías y autopistas.—La separación mínima será mayor, pues mayor es también la velocidad de circulación, debiéndose colocar detrás de la banda de seguridad.
- En caso de existir mediana y utilizarse ésta para colocación de soportes, se dispondrá obligatoriamente en la misma de doble banda de seguridad.

critérios de diseño de la instalación eléctrica

1. SUMINISTRO. ACOMETIDAS

1.1. Generalidades

a) *En cuanto al tipo de suministro*

Si bien el suministro puede solicitarse en Alta o Baja Tensión, un análisis detallado de ambos suministros para las potencias habitualmente utilizadas en el alumbrado público (< 50 Kw.) y en el que se tenga en cuenta tanto las inversiones establecidas por derechos de acometida, como los costos de mantenimiento, pérdidas, etcétera, así como la unificación de tarifas de fuerza y alumbrado y la tendencia de las tarifas de Alta y Baja Tensión, nos lleva a la conclusión de que el tipo de suministro aconsejable es el de Baja Tensión y acogiéndose a los distintos descuentos establecidos por la Administración para este tipo de suministros (discriminación horaria, tarifas diferentes de la B.O., etc.).

b) *En cuanto a las condiciones técnico-económicas de las acometidas*

Aunque en la práctica son las empresas suministradoras las que indican las citadas condiciones, es la Administración quien las establece, tanto en su aspecto técnico (Reglamento Electrotécnico Baja Tensión para el tipo de acometida elegida) como económico (Derecho de Acometida de acuerdo con el Real Decreto 2.949/1982 de 15 de octubre y posterior actualización).

c) *En cuanto a la calidad del suministro*

En ningún caso, el valor de la tensión de servicio presentará valores que modifiquen en más de un 7% el valor de la tensión nominal.

1.2. Criterios de diseño

Para los casos en que, en general, técnicamente puedan ser resueltos en la parte que le corresponda por la Empresa suministradora, se establecen los siguientes:

— El suministro se realizará en Baja Tensión, siendo la línea de alimentación trifásica y la tensión 380/220 V.

— La potencia demandada por punto de acometida ≤ 15 Kw.

— La acometida se localizará lo más cerca posible del centro de gravedad de las cargas proyectadas.

2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED ELECTRICA

Si bien los criterios básicos de diseño han quedado determinados en el apartado 1.2. **Criterios de diseño**, hacemos en el presente apartado las siguientes consideraciones:

2.1. En cuanto al trazado

El trazado de los circuitos vendrá impuesto, generalmente, por la geometría de la instalación, si bien al proyectarlos se deberá procurar que la acometida de los mismos se realice lo más cerca posible del centro de gravedad de las cargas, con objeto de utilizar las mínimas longitudes y secciones y el más adecuado reparto de cargas entre los diversos circuitos.

Igualmente, con el mismo objeto, se procurará que la alimentación sea trifásica y la tensión (380/220 V.).

El tendido de las líneas será preferentemente subterráneo (obligatoriamente en todos los casos de urbanizaciones). Podrá admitirse el tendido sobre fachada en los casos en que la iluminación se proyecte integrada en los edificios por medio de brazos murales y el tendido aéreo en los casos en que así lo determine la Oficina Técnica de la Diputación Foral.

En los tendidos en subterráneo serán utilizados, en todos los casos, cables unipolares.

2.2. En cuanto al dimensionamiento de los conductores

El dimensionamiento de las secciones de los conductores se establecerá de forma que la caída de tensión máxima admitida, con respecto al origen de la instalación, sea, en todos los casos, menor del 3 % de la tensión nominal en el citado origen, y que la densidad de corriente en cada conductor se acomode a los valores establecidos en el MI-BT-017 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La sección de los conductores será función de la potencia eléctrica a instalar, de la tensión nominal entre fases, de la longitud de la línea de alimentación, de la caída de tensión admitida y del factor de potencia.

A efectos de simplificación de cálculo y considerando que en la presente Normativa únicamente se contemplan lámparas de descarga, se tendrá en cuenta que la carga en voltiamperios a considerar será, como mínimo, la correspondiente a multiplicar por 1,8 la potencia en vatios de las lámparas que alimenta, puesto que además de la carga debida a los propios receptores, se ha de tener en cuenta la correspondiente a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas.

Se acepta el cálculo de la sección de los conductores, para instalaciones cuyo factor de potencia esté debidamente corregido, si se conoce, además, la carga de cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes armónicas que tanto éstas como aquéllas pueden producir. En este caso, el coeficiente corrector será el que resulte.

En general, los circuitos de una cierta longitud se proyectarán telescópicos y dimensionados de acuerdo con los criterios anteriormente expuestos.

3. EXIGENCIAS BASICAS

La ejecución de las instalaciones eléctricas se atenderán, en sus características, a lo pertinente dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las Instrucciones Complementarias del mismo (básicamente las Instrucciones MI-BT-005, MI-BT-006, MI-BT-009, MI-BT-017, MI-BT-020 y MI-BT-021).

No obstante, en el presente apartado especificamos las siguientes exigencias básicas:

a) Redes subterráneas

- Sección mínima admisible de los conductores: 6 mm.² (en redes sobre fachada será de 2,5 mm.²).
- Los conductores serán unipolares y de tensión nominal no inferior a 1.000 V.
- Sólo se podrá disponer un sistema o circuito por conducto o tubo.
- La profundidad mínima de colocación de los conductores será de 0,40 m.

b) Conexión con las redes de suministro

Los puntos de conexión deberán contener:

- **Dispositivos de protección** (contra sobretensiones, contra cortocircuitos y contra contactos directos), debiendo, además de presentar el grado de protección correspondiente contra los agentes externos, no dar lugar a la formación de arco permanente.
- **Interruptor manual**, que deberá existir siempre y que permitirá el accionamiento del sistema de alumbrado con independencia del dispositivo de encendido automático dispuesto para el accionamiento habitual.
- **Automatismo de puesta en servicio**, que provoca el encendido y apagado de la instalación de forma programada y cuyas características esenciales se definen en el apartado 5. SISTEMAS DE ENCENDIDO.

c) Red de tierras

Tienen por objeto el conseguir que en el conjunto de la instalación no existan diferencias de potencial peligrosas, permitiendo el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico.

Dentro de las distintas alternativas para la ejecución de la red de tierras, se utilizará un electrodo o toma de tierra por apoyo y unidos entre sí.

Los electrodos serán picas constituidas por barras de cobre, con una superficie mínima de contacto con el terreno de 0,25 m.² y con una longitud de 2 m.

Únicamente serán utilizadas placas en los casos en que la pica no pueda utilizarse con las prestaciones requeridas.

4. REDUCCION DEL CONSUMO

El presente concepto viene motivado por la necesidad de prever un sistema que permita un ahorro de energía en las instalaciones de alumbrado público manteniendo sus prestaciones básicas dentro de las exigencias mínimas requeridas.

En consecuencia, en todas las instalaciones se incluirán los reductores o reguladores de flujo.

Este elemento, que forma parte del equipo eléctrico de la luminaria, está constituido por una inductancia auxiliar, montada bien en serie o en paralelo con la reactancia principal y que se integra en el circuito mediante el accionamiento de un interruptor o conmutador comandado a través de una línea de mando o hilo piloto.

Deberán permitir la reducción del consumo de la lámpara y el flujo de la misma en las proporciones siguientes:

Reducción del flujo = 50 % del nominal.
Reducción del consumo = 40 % del nominal.

Las características de los citados elementos deberán ser tales que aseguren que durante la con-

mutación se evite el apagado de la lámpara por fallo de la tensión de reencendido y además no se modifique a lo largo de la vida el factor de potencia por debajo de 0,9, según lo recogido en la reglamentación vigente.

"En ningún caso se efectuará la reducción del consumo mediante el apagado parcial de la instalación", no efectuándose, en consecuencia, una doble alimentación para el alumbrado reducido.

5. SISTEMAS DE ENCENDIDO

Tienen una gran importancia en la instalación pues permiten la acomodación automática de su prestación a las necesidades visuales reales, evitando, en consecuencia, el consumo de energía en exceso.

Dentro de los sistemas de encendido existentes se adopta el dispositivo electrónico, programado astronómicamente de forma perpetua y de funcionamiento automático, y que consta de dos partes fundamentales: El **dispositivo pro-**

gramador, compuesto de tres bloques (teclado, display y decodificador), y el **dispositivo de mando** propiamente dicho, que consta de: fuente de alimentación general, fuente de alimentación de excitadores, excitadores, base de tiempos y un microprocesador.

Como única alternativa al citado dispositivo se utilizará, previa aprobación por la Oficina Técnica de la Diputación Foral, la combinación célula fotoeléctrica (de primera calidad y regulable) e interruptor horario (para accionamiento del reductor de flujo).

6. CRUZAMIENTOS

En caso de cruzamientos, proximidades o paralelismos de las líneas aéreas o subterráneas de las instalaciones de alumbrado con las instalaciones de otros servicios, se observarán las condiciones establecidas para tales casos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en concreto en sus Instrucciones Complementarias MI-BT-003 y MI-BT-006.

critérios de diseño de instalaciones especiales

1. TUNELES

1.1. Campo de aplicación

Se refiere a todos aquellos túneles o pasos inferiores de carácter urbano, inter-urbano o rural y que son utilizados para el tráfico motorizado.

1.2. Clasificación de túneles

Determinamos a continuación la clasificación de los túneles, efectuada desde el punto de vista de la necesidad de los niveles medios a adoptar.

Posteriormente especificaremos los citados niveles medios, si bien, únicamente en los casos de los túneles en los que la iluminación natural durante el día no alcanza a satisfacer las necesidades visuales del tráfico y hace necesario, en consecuencia, el uso de un alumbrado artificial.

CLASIFICACION DE TUNELES

TUNELES	LONGITUD DEL TUNEL	GEOMETRIA DEL TRAZADO
	< 25 m.	Cualquiera
CORTOS	De 25 m. a 50 m.	Curvo y/o de poca altura (< 4 m.)
MEDIOS	De 50 m. a 400 m.	Curvo y recto
LARGOS	> 400 m.	Curvo y recto

1.3. Criterios de calidad luminotécnica

Los criterios de calidad que se establecen son los siguientes:

- a) Nivel y uniformidades.
- b) Longitud de las zonas umbral y de transición.
- c) Escalonamiento de niveles.
- d) Efecto Flicker o de parpadeo.
- e) Control del deslumbramiento.

1.3.1. Nivel y uniformidades

– *Túneles de longitud hasta 25 m.*

No precisan de iluminación interior.

Caso de estar situados en vías públicas dotadas de alumbrado, deberá conseguirse que los puntos de luz situados próximos a las entradas del túnel "metan" la máxima cantidad de flujo luminoso en el mismo.

– *Resto de los túneles*

En los cuadros que a continuación se exponen quedan determinados, tanto para el día (DIA) como para la noche (NOCHE), los niveles establecidos en cada una de las zonas y las uniformidades en toda su longitud.



DIA

CLASE DE TUNEL	NIVELES (L. media (cd/m. ²))		UNIFORMIDADES	
	ZONA UMBRAL	ZONA CENTRAL	U. longitudinal (%)	U. media (%)
De 25 m. a 50 m. Curvo y/o de poca altura (<4 m)	120	120	70	40
De 50 a 400 m. Curvo y recto	240	12	70	40
> 400 m. Curvo y recto	300	12	70	40

U. longitudinal = $\frac{L. \text{ mín}}{L. \text{ máx}}$, sobre una línea o carril de circulación.

U. media = $\frac{L. \text{ mín}}{L. \text{ med}}$, en toda la instalación.

Para mediciones en lux se pueden adoptar los siguientes valores equiparables aproximados:

CLASE DE TUNEL	NIVELES Em (lux)		UNIFORMIDADES	
	ZONA UMBRAL	ZONA CENTRAL	U. general (%)	U. media (%)
De 25 m. a 50 m. Curvo y/o de poca altura (<4 m)	600	600	35	65
De 50 a 400 m. Curvo y recto	1.200	60	35	65
> 400 m. Curvo y recto	1.500	60	35	65

U. general = $\frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ máx}}$

U. media = $\frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ med}}$

— Consideraciones

En la clase de túnel (de 50 a 400 m) y en los casos en que no se pueda aplicar lo que posteriormente se dispone para las longitudes de las zonas umbral y de transición, se adoptará el siguiente criterio:

— Si la longitud del túnel es inferior a 150 m., en la zona central se adoptará el mismo nivel

determinado en el cuadro para la zona umbral.

— En el resto de los casos se aplican los niveles establecidos en el cuadro, pero considerando que la zona central será aproximadamente un 40 % de la longitud total del túnel.

Tanto en el alumbrado previsto de DIA como de NOCHE, los niveles medios indicados serán en servicio, aplicándose un coeficiente $\geq 0,7$.

NOCHE

CLASE DE TUNEL	NIVELES (L. media (cd/m. ²))		UNIFORMIDADES	
	ZONA UMBRAL	ZONA CENTRAL	U. longitudinal (%)	U. media (%)
De 25 a 50 m. Curvo y/o de poca altura (<4 m)	6	6	70	40
De 50 a 400 m. Curvo y recto	6	6	70	40
> 400 m. Curvo y recto	6	6	70	40

Para mediciones en lux se pueden adoptar los siguientes valores equiparables aproximados:

CLASE DE TUNEL	NIVELES Em (lux)		UNIFORMIDADES	
	ZONA UMBRAL	ZONA CENTRAL	U. general (%)	U. media (%)
De 25 a 50 m. Curvo y/o de poca altura (<4 m)	30	30	35	65
De 50 a 400 m. Curvo y recto	30	30	35	65
> 400 m. Curvo y recto	30	30	35	65

— Consideraciones

Se establecerán las zonas de adaptación o transición en el exterior del túnel, de acuerdo con

lo dispuesto en el apartado correspondiente del Capítulo 5. CRITERIOS DE CALIDAD LUMINOTECNICA.

1.3.2. Longitud de las zonas umbral y de transición

Especificamos previamente las distintas zonas consideradas en un túnel:

- **Zona umbral o de entrada**, denominada así a la parte del túnel que comienza inmediatamente tras la boca del túnel.
- **Zona de transición** o de adaptación gradual de los ojos del conductor del nivel de iluminación de la zona umbral al nivel más bajo existente en la zona central del túnel.
- **Zona central** o siguiente a la zona de transición y en la cual el nivel de iluminación se mantiene constante y se ha terminado la adaptación.

Si bien la longitud de las zonas umbral y de transición dependen fundamentalmente de la velocidad de conducción y de los niveles al principio y al final de cada zona, se establecen unos tiempos tipo de conducción, en segundos, a partir de los cuales se determinarían las longitudes de los distintos tramos.

A modo de orientación se establece el criterio siguiente:

"Los tiempos tipo de conducción que se adoptan son: 2,5 seg. y 3,5 seg. para las zonas umbral y de transición, respectivamente."

En consecuencia, para calcular la longitud de cada uno de los tramos (umbral o de transición) bastará con multiplicar el tiempo tipo respectivo, anteriormente establecido, por la velocidad del vehículo puesta en m/s.

1.3.3. Escalonamiento de niveles

Para la adopción de un criterio para el paso del nivel de la zona umbral a la zona central, se establece que los escalones formados por el cociente de dividir el nivel de un tramo por el inmediatamente siguiente guarde relación 3:2; y, en ningún caso, se supere la relación 3:1.

1.3.4. Efecto Flicker o de parpadeo

Este efecto, causado por la aparición y desaparición de luminarias en las afueras del campo visual del conductor o por las reflexiones de las mismas en el capot de su propio coche o en la parte posterior del vehículo que circule delante, puede tener efectos muy perjudiciales sobre la conducción, por lo que se tratará de prevenir.

Queda claro que este fenómeno de parpadeo afecta fundamentalmente a la separación de las luminarias en servicio, tanto en el alumbrado diurno como nocturno del túnel.

El grado de molestia para un conductor, producido por el citado efecto, depende fundamentalmente del número de parpadeos por segundo (frecuencia del parpadeo), existiendo, en consecuencia, un margen de frecuencias que habrán de evitarse.

En general, se recomienda evitar las frecuencias de parpadeos situadas en el margen comprendido entre 2,5 ciclos/seg. y 15 ciclos/seg.

La obtención de las separaciones de las luminarias a, evitar en función de las frecuencias de parpadeo inadmisibles, se efectuarán teniendo en cuenta la velocidad del tráfico por el túnel y la longitud de éste.

A efectos prácticos y a modo de ejemplos establecemos los siguientes valores aproximados:

VELOCIDAD DEL TRAFICO	LONGITUD DEL TUNEL	SEPARACIONES A EVITAR (COMPRENDIDAS ENTRE)
80 Km/h	150 m.	1,7 m. y 3,55 m.
	400 m.	1,7 m. y 5,30 m.
	1.000 m.	1,7 m. y 8,60 m.
100 Km/h	150 m.	2,2 m. y 4,25 m.
	400 m.	2,2 m. y 6,10 m.
	1.000 m.	2,2 m. y 9,50 m.

1.3.5. Control del deslumbramiento

Teniendo en cuenta que la altura de montaje de las luminarias en los túneles es muy baja, es muy importante que la distribución de las mismas tenga perfectamente controlado su deslumbramiento.

Para ello, se evitarán refractores y aberturas de haz muy grandes lateralmente y se controlará la luminancia propia de la luminaria.

En túneles con un sentido único de circulación se podrán utilizar luminarias con una distribución asimétrica de la luz (emitiendo aproximadamente un 65 % de la luz en el semiespacio opuesto al observador).

1.4. Criterios de diseño

Para la solución de los criterios de calidad luminotécnica antes enunciados, existen unas reglas de orden práctico que afectan tanto a la implantación como a la disposición e interdistancias de luminarias.

1.4.1. Implantación

Existen dos formas de disponer los aparatos en el túnel: axialmente en el techo y en ambas paredes del túnel.

La primera de ellas (para túneles con altura superior a 5 m.) permite un mayor aprovechamiento del aparato desde el punto de vista fotométrico, así como abaratar el costo de la instalación.

La segunda permite un mantenimiento más económico y fácil así como una luminancia adicional en las paredes.

En consecuencia, ambos tipos de implantaciones serán considerados admisibles.

1.4.2. Interdistancias

La adopción de interdistancias debe ser modular, de forma que se puedan obtener los regímenes proyectados manteniendo las uniformidades y la simetría de la instalación.

Se tendrán muy en cuenta las interdistancias peligrosas que puedan dar lugar al efecto Flicker o de parpadeo.

1.4.3. Altura de montaje

El gálibo obligatorio de circulación marca las alturas mínimas a las que se pueden disponer los aparatos.

Deberá prestarse una adecuada atención al hecho de las implantaciones axiales que por comodidad de diseño tienden a convertirse en unilaterales, produciéndose sombras adicionales en la calzada al ser interceptado el flujo luminoso de los aparatos por el tráfico del túnel.

1.4.4. Zona de salida

En todos los casos en que el túnel se use para tráfico en doble sentido o que haya previsión de darle el citado uso, la iluminación de la zona de salida será simétrica a la proyectada para la zona de entrada.

1.5. Lámparas

Analizamos las posibilidades de empleo de las lámparas utilizables en este tipo de instalaciones:

— Fluorescencia:

Alumbrado permanente en tira continua. Muy apropiado para el guiado óptico. Ausencia absoluta de "flickering" o parpadeo. Escasa posibilidad de dirección óptica de la luz. Bajo rendimiento.

— Sodio Baja Presión:

Alumbrado permanente discontinuo o en tira continua. Eficacia luminosa idónea. Reencendido inmediato.

— Sodio Alta Presión:

Alumbrado empleado para refuerzo (por su elevada potencia puntual) y en alumbrado permanente. Buena eficacia. Tarda en reencender.

De entre las lámparas utilizables en el alumbrado de túneles, anteriormente relacionadas, y atendiendo, entre otros factores, a los rendimientos de las mismas, se recomiendan las siguientes utilizaciones:

Lámparas de vapor de sodio de alta presión en las entradas (zonas umbral y de transición), así como en el resto de la longitud del túnel.

Las lámparas de sodio de baja presión en la zona central del túnel.

Las lámparas fluorescentes, debido a su bajo rendimiento, combinadas con las dos anteriores.

1.6. Luminarias

La iluminación de túneles y pasos inferiores requiere una serie de condicionantes funciona-

les que han de reflejarse en las luminarias a emplear. Estas deberán presentar unas condiciones de: rendimiento, robustez, hermeticidad, resistencia y facilidad de mantenimiento, suficientes.

En concreto:

En cuanto a su construcción, deberá poseer el grado de protección IP-65, según UNE 20.324.

Por su seguridad eléctrica estará clasificada como clase I, según UNE 20.314.

Su rendimiento global de luminaria con lámpara clara será $\geq 70\%$.

De cara a su mantenimiento, será sencillo, permitiendo el acceso independiente, bien a la lámpara o bien a los auxiliares eléctricos, debiendo estar éstos incorporados.

1.7. Instalación eléctrica

Deberá estar proyectada de forma que se evite que se produzca un apagón total de la instalación.

En consecuencia, se procurará que el suministro de energía se efectúe de dos subcentrales independientes y, en todo caso, se establezcan los correspondientes circuitos independientes.

En los casos en que así sea requerido por la Oficina Técnica de la Diputación, se preverá un alumbrado de emergencia.

Los accionamientos de los circuitos correspondientes a los alumbrados diurno y nocturno podrán ser efectuados por células fotoeléctricas o por fotómetros.

1.8. Condiciones específicas

En este apartado hacemos una serie de consideraciones que facilitan o mejoran las prestaciones de las instalaciones proyectadas, de acuerdo con los criterios anteriormente expuestos:

a) *En la zona próxima a la boca del túnel y para facilitar la adaptación exterior:*

— Plantar árboles y arbustos cerca de la entrada del túnel, especialmente por encima del mismo.

— Utilizar un firme de carretera de color oscuro en la zona de acceso y una fachada oscura en la entrada del túnel, utilizando piedras de bajo coeficiente de reflexión, o empleando plantas si la fachada es clara.

b) *En el interior del túnel*

— La calzada y las paredes tendrán un alto grado de reflectancia, evitando la reflexión especular.

— Evitar la acumulación de polvo y gases mediante una ventilación suficiente.

— Balizar perfectamente los límites de la calzada y la línea o líneas divisorias del pavimento para aumentar la seguridad y comodidad de conducción.

2. PASOS PEATONALES

En el presente concepto nos referimos a las áreas o zonas señalizadas o dispuestas para que los peatones pasen de un lado al otro de la calzada. En consecuencia, y a los efectos de la presente Normativa, distinguiremos dos clases de pasos peatonales: Subterráneos y a nivel de calzada.

2.1. Pasos peatonales subterráneos

2.1.1. Campo de aplicación

Se refiere a todos aquellos pasos subterráneos peatonales que por su ubicación y su tráfico peatonal precisan de un alumbrado público tanto diurno como nocturno.

Si bien cada paso será estudiado individualmente, a modo orientativo se establece la obligatoriedad de la instalación de alumbrado en los pasos de longitud igual o superior a 10 m.

2.1.2. Nivel y uniformidades de iluminación

Se establecen dos criterios de prestaciones luminotécnicas (diurna y nocturna) en función del tráfico peatonal.

TIPO DE ALUMBRADO	NIVELES Em (lux)	UNIFORMIDADES	
		U general (%)	U media (%)
Diurno	150	50	70
Nocturno	70	40	60

2.1.3. Criterios de diseño

Teniendo en cuenta que los pasos subterráneos peatonales, por sus especiales características, son utilizados para hechos delictivos, lo que motiva que un alumbrado convencional sea, a menudo, destruido, se fijan como objetivos para la instalación diseñada:

- La obtención de un idóneo nivel luminoso.
- La utilización de una estructura sólida que aguante las duras condiciones a la que va a ser expuesta.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se adoptan los siguientes criterios:

c.1. Punto de luz

Modular (preferentemente rectangular). Cada módulo constará de marco, premarco y, entre ambos, una lámina de policarbonato, incoloro y grabado a una cara, con un paso de luz aproximado del 80 % y de espesor ≥ 3 mm.

Los marcos serán de chapa de acero al carbono de 3 mm. de espesor y estarán unidos por medio de tornillos roscados de cabeza plana, con muescas especiales. Se dispondrá la obra civil correspondiente que permita la fijación de los marcos mediante soldadura.

El hueco dispuesto en cada módulo estará totalmente libre y será suficiente para el alojamiento de la luminaria y de los tubos conductores y demás material eléctrico.

La instalación de la lámina de policarbonato entre las piezas del marco se efectuará dejando una profundidad suficiente para evitar que la lámina salga del marco cuando reciba un impacto muy fuerte y que permita la posible dilatación de la lámina, debido a su coeficiente de expansión térmica.

En su conjunto, deberá poseer el grado de protección IP-55, según UNE-20.324.

c.2. Implantación

Se podrá adoptar la disposición axial en el techo o la lateral en ambas paredes del paso.

c.3. Interdistancias

La adopción de interdistancias deberá ser modular, de forma que se puedan obtener los regímenes proyectados manteniendo las uniformidades y la simetría de la instalación.

c.4. Lámparas

Dadas las exigencias de los pasos, se utilizarán, básicamente, las lámparas fluorescentes, pues permiten un buen rendimiento de acuerdo con su reproducción cromática.

Estas lámparas serán de arranque rápido y con reactancias tipo intemperie, de alto factor e independientes (si en cada módulo va más de una).

2.1.4. Instalación eléctrica

Deberá estar proyectada de forma que se evite el que se produzca un apagón total de la instalación.

En consecuencia, se procurará que el suministro de energía se efectúe de dos subcentrales independientes y, en todo caso, se establezcan circuitos eléctricos independientes.

Para el tendido de los conductores se utilizarán tubos de P.V.C. reforzados, que irán embutidos en la obra o bien grapados al paramento vertical pero siempre ocultos por la correspondiente obra de fábrica.

Las cajas de derivación a utilizar serán de tipo estanco, presentando una protección total contra el agua, humedad y polvo y con excelentes cualidades de resistencia mecánica. Su ubicación podrá ser en el interior del módulo, evitándose, en todo caso, su instalación en superficie.

Los accionamientos de los circuitos correspondientes a los alumbrados diurno y nocturno podrán ser efectuados por relojes con cuadrante astronómico.

2.2. Pasos peatonales a nivel de calzada

2.2.1. Campo de aplicación

Se refiere a los pasos peatonales a nivel de

calzada, localizados en las vías públicas de las clases D y E (de acuerdo con la clasificación expuesta en el Capítulo 4. CLASIFICACION DE LAS VIAS) y que carecen de señalización luminosa (semáforos, etc.) que permita al conductor su inmediata localización.

2.2.2. Justificación

El alumbrado adicional que se propone para los pasos de peatones a nivel de calzada está íntimamente ligado a la seguridad de la persona humana en su faceta de peatón.

Es evidente el peligro potencial para el peatón, que se deriva de un paso no señalado convenientemente para el conductor, ya que, por su propia función, el paso de peatones es el lugar indicado para la confluencia entre el peatón y el tráfico automovilístico.

2.2.3. Prestaciones

El alumbrado proyectado para los pasos peatonales a nivel de calzada deberá garantizar las siguientes prestaciones:

- Facilitar la localización del paso peatonal a distancia, tanto por el nivel de iluminación como por su diferente color de luz con respecto a la calzada.
- Iluminar intensamente al peatón (destacándolo por contraste positivo), no sólo en el paso, sino en los emplazamientos de espera en las aceras.
- Delimitar perfectamente el paso, creando un área de seguridad y evitando el deslumbramiento al conductor.

2.2.4. Criterios de diseño

De acuerdo con las prestaciones exigibles al alumbrado de los pasos peatonales, se adoptarán los siguientes criterios de diseño:

d.1. Niveles de iluminancia

Se establecen los siguientes valores de iluminancias medias:

- La iluminancia media horizontal tendrá un valor cuatro veces superior a la iluminancia media de la vía a que corresponda.
- La iluminancia vertical (a 1 m. de altura) tendrá un valor mitad de la iluminancia media horizontal proyectada en el paso.

d.2. Color de la luz

Se utilizarán lámparas de descarga de halogenuros metálicos en contraposición con las de vapor de sodio de alta presión empleadas en el resto de la vía.

d.3. Luminarias

Presentarán las siguientes condiciones específicas:

- Sistema óptico regulable y que permita la producción de un haz luminoso muy intenso, coincidente con el paso y, en definitiva, perfectamente controlado y limitado, evitando, consecuentemente, deslumbramientos a los conductores.
- Dotación de luces intermitentes de señalización, localizadas en la carcasa, fuera del bloque óptico principal, y en un plano perpendicular al eje de la calzada (una vez dispuesta la luminaria con el eje de simetría vertical perpendicular al eje de la calzada).

d.4. Implantaciones

Se establecen los siguientes tipos:

- a) El punto de luz para el alumbrado del paso de peatones se instalará antes del mismo (según el sentido de la circulación), siendo la distancia del soporte al eje del paso función de las características de la luminaria y de su altura de implantación.

- b) Se doblará, obligatoriamente, el número de puntos de luz específicos del alumbrado del paso de peatones en los siguientes casos:

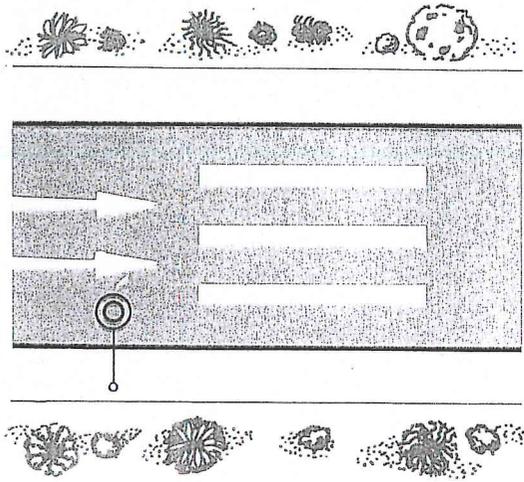
- Cuando la vía tenga doble sentido de circulación, aunque sea estrecha.
- Cuando, teniendo un sentido único de circulación, la calzada tenga un ancho ≥ 9 m.

En ambos casos la ubicación de los puntos se efectuará de acuerdo con la regla general, es decir, antes del paso según el sentido de la circulación.

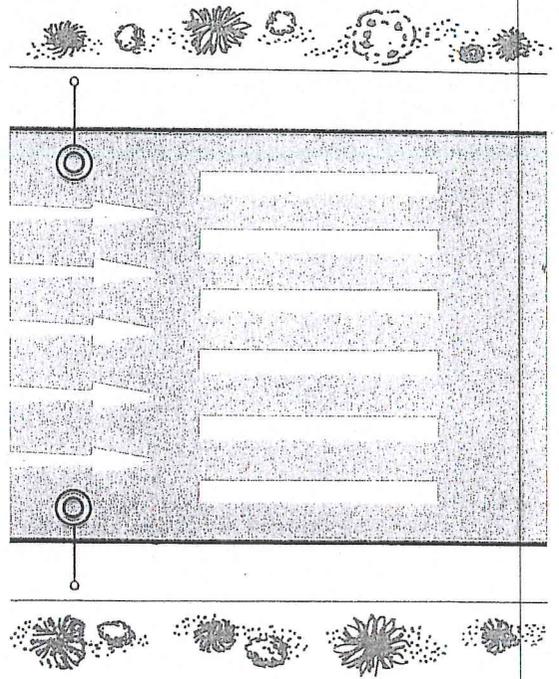
- c) Con objeto de evitar obstáculos suplementarios para el peatón, podrán fijarse las luminarias en soportes existentes siempre que queden garantizadas las prestaciones exigidas en el paso.

- d) Esquemas de implantaciones:

SENTIDO UNICO DE CIRCULACION

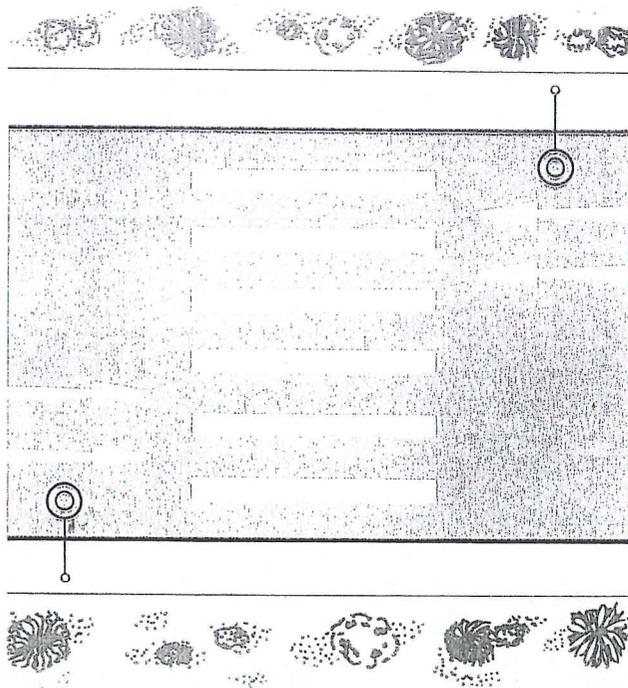


ANCHURA DE CALZADA < 9 m.

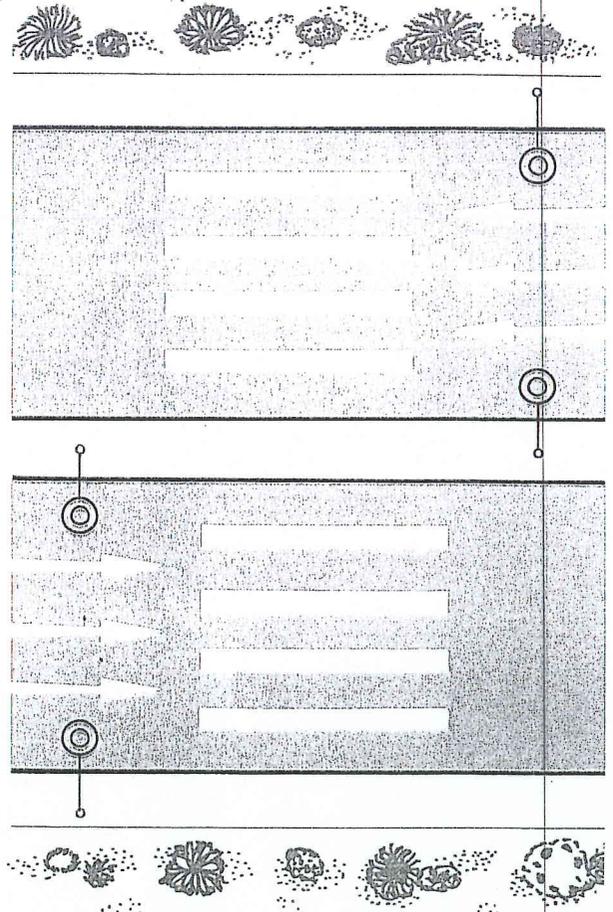


ANCHURA DE CALZADA ≥ 9 m.

DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION



CUALQUIER ANCHURA DE CALZADA



ANCHURA DE CALZADAS CON MEDIANA ≥ 17 m.

3. ILUMINACION CON POSTES DE GRAN ALTURA

3.1. Definición

A los efectos de la presente Normativa se consideran como instalaciones de postes de gran altura a aquellas cuyos postes tengan una altura superior o igual a 20 m.

3.2. Campo de aplicación

En general, en zonas de gran extensión a iluminar.

En particular, en nudos e intersecciones en los que se dan las circunstancias siguientes:

- Complejidad de la obra en términos de circulación.
- Carencia de un guiado visual suficiente con el empleo del alumbrado convencional.
- Condiciones climatológicas que con frecuencia ponen en peligro la seguridad del tráfico.
- Costo elevado del terreno, bien por ser de naturaleza compleja o por la falta de espacio (núcleos muy concentrados).

En los casos en los que no se den claramente las anteriores circunstancias, será preceptivo para la implantación de postes de gran altura un estudio comparativo con el proyecto de un alumbrado convencional en el que se contemple no sólo el costo de primera instalación, sino los costos de mantenimiento incluyéndose, igualmente, los costos por consumo de energía.

3.3. Clasificación de nudos e intersecciones

Dada su mayor utilización en nudos e intersecciones, especificaremos con mayor detalle su normativa.

De acuerdo con sus características se pueden clasificar de varias formas: atendiendo a sus dimensiones o a otras peculiaridades.

En la presente Normativa, se establece la clasificación según las dimensiones:

CLASIFICACION DE NUDOS E INTERSECCIONES

CLASE DE INTERSECCION	INTERSECCION DE:	DIMENSIONES
Tipo A	Vías principales e iluminadas	> 4.000 m. ²
Tipo B	Vías secundarias e iluminadas	> 4.000 m. ²
Tipo C	Vías principales o secundarias no iluminadas	> 3.000 m. ²

3.4. Niveles y criterios de calidad

Atendiendo a las características específicas de este tipo de iluminación, se establecen los

siguientes criterios de calidad que deben satisfacerse:

3.4.1. Nivel y uniformidades de iluminancia

CLASE DE INTERSECCION	E. media (Lux)	U. general (%)	U. media (%)
Tipo A	30	35	65
Tipo B	25	35	65
Tipo C	20	25	50

Los niveles medios serán en servicio, aplicándose un coeficiente de depreciación $\geq 0,7$.

$$U. \text{ general} = \frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ máx}}, \text{ en toda la instalación.}$$

$$U. \text{ media} = \frac{E. \text{ mín}}{E. \text{ med}}, \text{ en toda la instalación.}$$

3.4.2. Prestaciones fotométricas

El proyecto de la instalación permitirá la obtención de las prestaciones fotométricas definidas en el punto anterior, debiéndose prestar especial atención en los nudos más complejos (calzadas en dos o más planos).

Para ello se procurará la obtención del mayor rendimiento mediante la utilización de lámparas idóneas y la concentración sobre las calzadas a iluminar de la máxima cantidad de flujo de las luminarias.

3.4.3. Control del deslumbramiento

Dada la peculiaridad de este tipo de alumbrado, que además requiere, de un modo prácticamente general, su tratamiento con sistemas de iluminación situados a alturas comprendidas entre los 20 m. y los 40 m., es muy difícil la aplicación de criterios concretos.

No obstante y con objeto de evitar deslumbramientos, utilizándose proyectores, y especialmente los de haz estrecho, se asegurará que el ángulo de inclinación utilizado no sea superior a 60°-65°, es decir, de acuerdo con la distribución de la luz el haz quede prácticamente cortado en ángulos, con respecto a la vertical, superiores a los especificados.

3.4.4. Mantenimiento y seguridad

Por sus características, este tipo de instalaciones permite una seguridad en el mantenimiento al no precisar, para su realización, la invasión de la calzada y, consecuentemente, el estrechamiento del tráfico en la misma.

Igualmente, las características del material de la instalación, su naturaleza (idónea para las sollicitaciones de trabajo y ambientales a las que va a estar expuesto) y el tipo de soporte de los aparatos de iluminación mediante una estructu-

ra, que puede descenderse hasta el suelo, permiten un mantenimiento seguro y eficaz.

3.5. Zona de adaptación o transición

De acuerdo con el apartado 6 del Capítulo 5. CRITERIOS DE CALIDAD LUMINOTECNICA, se dotará al alumbrado del nudo o intersección, del correspondiente tramo de adaptación o transición en las condiciones y con los criterios definidos en el apartado anteriormente citado.

3.6. Criterios de diseño

De acuerdo con los criterios de calidad antes reseñados, determinamos los criterios de diseño más significativos, tales como los que se refieren tanto a la ubicación de los aparatos de iluminación como a su orientación y distribución fotométrica.

3.6.1. Implantación

Se situarán con una distribución geométrica que en su conjunto presente un aspecto estético agradable y cuidando en los nudos más complejos (con calzadas en dos o más planos) que no se produzcan sombras en las calzadas menos elevadas y por contra una abundancia de luz en las más elevadas, es decir, que ninguna calzada resulte privilegiada si todas son de las mismas características.

3.6.2. Fotometría

Será habitualmente de carácter asimétrico, dado que se pretende iluminar una superficie en la que, habitualmente, los puntos de luz se encuentran desplazados de las calzadas, requiriéndose menos luz al pie del poste que en zonas alejadas.

Asimismo, se utilizarán sistemas ópticos de direccionamiento privilegiado para favorecer los sentidos de circulación de los vehículos.

3.7. Lámparas

Por sus características específicas, hay muy pocos tipos de lámparas utilizables en esta clase de iluminaciones.

—Sodio alta presión

Elevada eficacia y duración de vida, así como una gran potencia puntual (400 W y 1.000 W).

—Halogenuros metálicos

Eficacia de orden medio, y elevada potencia puntual (1.000 W y 2.000 W).

De entre las lámparas anteriormente enumeradas, se utilizará, prácticamente con carácter general, la lámpara de vapor de sodio de alta presión de 400 W de potencia.

3.8. Luminarias

Mecánicamente, las luminarias para este tipo de alumbrado han de tener una construcción

más robusta de lo normal, con objeto de que resistan las presiones del viento que se producen en las posiciones donde van montadas.

La carcasa será de aleación de aluminio y los cristales frontales de vidrio templado.

La luminaria será del tipo proyector y su sistema óptico será diseñado de forma que evite el deslumbramiento pero asegure que el flujo luminoso llegue al área donde se precisa.

Deberá poseer el grado de protección IP-65, según UNE 20.324.

Por su seguridad eléctrica estará clasificada como Clase I, según UNE 20.314.

Fotométricamente, tendrán un rendimiento total superior al 70 %.

De cara a su mantenimiento, será sencillo, permitiendo el acceso independiente, bien a la lámpara o bien a los auxiliares eléctricos.

Estarán soportadas sobre bastidores comunes, de forma que permitan su subida y bajada mediante accionamientos mecánicos.

3.9. Sistemas de subida y bajada de las luminarias

Consistirán en un bastidor (sobre el que irán montados los aparatos), dotado de cables de suspensión y de alimentación eléctrica, capaces de adaptarse a cualquier tipo de columna (truncocónica, cilíndrica o troncopiramidal) y cuya forma y dimensión dependerá del tipo y número de luminarias que deban soportar.

Deberán cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Gran simplicidad y seguridad de funcionamiento.
- Mínimo mantenimiento del mecanismo de subida y bajada.
- Resistencia adecuada a los agentes corrosivos mediante el empleo de materiales idóneos, tales como el acero inoxidable y el aluminio anodizado en las partes móviles.
- Automatización completa del movimiento mediante protecciones por fines de carrera.
- Máxima seguridad mediante el empleo de freno para bloqueo de la estructura (bastidor) en caso de rotura de alguno de los cables de suspensión y utilización de motor autofrenante que deje de funcionar por sobrecarga.
- Cable de alimentación fijo, no subiendo ni bajando con el movimiento del bastidor.
- Sistema de guía que evite el golpeteo del bastidor sobre el poste en las maniobras de subida y bajada.
- Preferiblemente, y a efectos de lograr una mayor autonomía del punto de luz, el sistema moto-reductor irá incorporado en el interior de cada columna.

3.10. Postes

Son los elementos cuya misión principal consiste en soportar la plataforma móvil. Estarán diseñados para que en su interior pueda alojarse el mecanismo de subida y bajada de la plataforma citada.

Se construirán fundamentalmente en acero y con sección redonda (correspondiente a formas

de tipo "escalonado" o de perfil cónico) o poligonal.

Deberán estar protegidos contra la corrosión, adoptándose para ello el sistema duplex (galvanizado en caliente y pintado).

disposición final

9. DISPOSICION FINAL

Las instalaciones de alumbrado público proyectadas, se ajustarán a lo dispuesto en la presente Normativa.

Cualquier mejora o adaptación de las mismas por variación de los criterios base que sirvieron para su confección, únicamente podrán ser realizados previo conocimiento y aprobación de la Oficina técnica de la Diputación Foral de Vizcaya.

