

MEMORIA Y CALCULO DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

ÍNDICE

- 1.- Generalidades
- 2.- Reglamentación aplicable
- 3.- Compañía suministradora
- 4.- Condiciones
- 5.- Descripción de la instalación
 - 5.1.- Eléctrica
 - 5.1.1.- Tensión de suministro
 - 5.1.2.- Previsión de cargas
 - 5.1.3.- Instalación de enlace
 - 5.1.4.- Cuadro de protección, medida y control
 - 5.1.5.- Equipo para el ahorro energético
 - 5.1.6.- Conductores
 - 5.1.7.- Soportes de luminarias
 - 5.1.8.- Luminarias
 - 5.1.9.- Lámparas
 - 5.1.10.- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica
 - 5.1.11.- Puesta a tierra
 - 5.2.- Luminotécnica
 - 5.3.- Instalación
 - 5.3.1.- Red subterránea
 - 5.3.2.- Cimentaciones
 - 5.3.3.- Cruzamientos
 - 5.3.4.- Proximidades y paralelismos
- 6.- Cálculos
- 7.- Disposición final

1.- GENERALIDADES

Se trata de describir la instalación de alumbrado público de los viales de nueva creación y de la reforma del alumbrado existente en el tramo de la Avda. de Galicia afectado por las obras de urbanización.

Se procurará optimizar la inversión disminuyendo los costes de explotación mediante una correcta gestión energética y se establecerán las condiciones técnicas y garantías que las instalaciones deben reunir para dar cumplimiento a los objetivos básicos de economía y seguridad.

2.- REGLAMENTACION APLICABLE

Para la redacción del presente documento y posterior ejecución de la obra se tendrán en cuenta:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Real decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Directiva 89/336/CEE del Consejo de Europa de 3 de mayo de 1989, relativa a la compatibilidad electromagnética (D.O.C.E. 12-5-1992).
- Orden de 18 de julio de 1978, por la que se aprueba la Norma Tecnológica NTE-IEE/1978 "Instalaciones de electricidad: Alumbrado Exterior". Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo".
- Real Decreto 2642/1985, de 18 de diciembre, por el que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
- Guía para la reducción del Resplandor Luminoso Nocturno del Comité Español de Iluminación (CEI) de 1999.
- Publicaciones del Comité Español de Iluminación (CEI).
- Normativa de la Compañía Suministradora y todo tipo de Reglamento en vigor que le afecte durante el transcurso de la obra.

3.- COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La empresa suministradora en esta zona es Unión Fenosa Distribución, S.A., a la cual se han consultado las condiciones de servicio y normas específicas en cuanto a la construcción y montaje de la acometida, línea general de alimentación e instalación de contadores.

4.- CONDICIONES

En los viales de nueva creación, lógicamente, no hay instalación existente. Se proyecta construir una red de alumbrado específica que nos permita obtener los niveles de iluminación recomendados por la CIE para este tipo de vías.

En el tramo afectado de la Avda. de Galicia la instalación de alumbrado público es deficiente, puntos de luz con conjuntos de luminaria - lámpara de bajo rendimiento lúmen/vatio.

En ésta con este mismo fin, puesto que se urbanizará de nuevo, se colocarán puntos de luz de idénticas características a los implantados, en recientes actuaciones municipales, en otros tramos de esta misma Avda.

5.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION

La instalación a realizar quedará claramente definida con la exposición que a continuación se realiza.

5.1.- ELÉCTRICA

Las condiciones de partida y de la instalación eléctrica proyectada son las siguientes:

5.1.1.- Tensión de suministro

La distribución de energía es trifásica a cuatro hilos a un nivel de tensión de 400/230 V.

5.1.2.- Previsión de cargas

Se cumplirá lo establecido en la instrucción ITC-BT-09.

Según el número de puntos de luz a instalar, el tipo y potencia de las lámparas a utilizar, una detallada descripción de los mismos se realizará en próximos apartados, la previsión de cargas, siempre teniendo en cuenta el vigente RBT, será la que se recoge en las correspondientes hojas de cálculo que se acompañan.

Con el fin de conseguir ahorro energético, la instalación de alumbrado público se proyecta con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

5.1.3.- Instalación de enlace

La acometida enlazará la red de distribución pública con la caja general de protección. Es del tipo entubada en canalización subterránea y su instalación se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en el vigente RBT.

La función de caja general de protección se realiza en el mismo módulo utilizado para albergar el equipo de medida de energía.

La línea general de alimentación no existe como tal. El módulo de protección enlazará directamente con el equipo de medida.

El conductor utilizado será de cobre, el número de ellos será de cuatro (3F+N) y la sección será la resultante del correspondiente cálculo.

El emplazamiento del equipo de medida, considerado como idóneo, se ha elegido de conformidad con las instalaciones existentes de la empresa distribuidora de energía eléctrica y de acuerdo con las normas técnicas e instrucciones de dicha empresa.

El diseño y elementos interiores del módulo serán de alguno de los tipos recogidos por la compañía suministradora en sus normas particulares.

Se instalarán contadores de energía eléctrica, activa y reactiva, trifásicos, a cuatro hilos, y de 400/230 V. de tensión nominal para la intensidad requerida.

La derivación individual tampoco existe como tal. El equipo de medida enlazará directamente con los correspondientes dispositivos privados de mando y protección.

El conductor utilizado será de cobre, el número de ellos será de cuatro (3F+N) y la sección será la resultante del correspondiente cálculo.

5.1.4.- Cuadro de protección, medida y control

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω .

El sistema de accionamiento del alumbrado, realizado con interruptores horarios, dispone además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

El aparellaje se dimensionará de acuerdo con las cargas eléctricas de cada circuito y de conformidad con la reglamentación vigente.

5.1.5.- Equipo para el ahorro energético

El programa previsto, para el período de funcionamiento del alumbrado público, será el encendido total a primera hora y reducido a partir de medianoche u otra hora a determinar.

Para conseguir el fin propuesto se instalará en cabecera de la línea de alumbrado público, adosado al correspondiente armario de medida, maniobra, protección y distribución, un nuevo armario de servicio intemperie que alojará un equipo regulador de flujo-estabilizador de tensión.

5.1.6.- Conductores

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensiones nominales de 0,6/1 kV.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 KV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-21.123. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm².

Para alimentar los elementos de control y auxiliares se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será 2,5 mm².

5.1.7.- Soportes de luminarias

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra. La puerta solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra.

En nuestro caso se emplearán soportes metálicos de chapa de acero. Al objeto de evitar la corrosión, tanto interior como exterior, la protección de toda la superficie se realizará mediante galvanizado en caliente.

Serán columnas de forma troncocónica y conicidad 12 o 13 o/oo, con una tolerancia de +/- 0,5 o/oo. Estarán dotados de placa base embutida con cartabones de refuerzo debidamente soldados. La placa dispondrá de cuatro agujeros troquelados para efectuar el anclaje a la cimentación mediante los correspondientes pernos.

Dispondrán de un brazo (Avda. de Galicia) o de un casquillo de acoplamiento en punta, soldado al fuste y determinado en cada caso por el tipo de luminaria a utilizar.

Los conductores en el interior de los soportes serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm², y de tensión nominal de 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.

5.1.8.- Luminarias

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3.

Para definir las prestaciones de las luminarias, se han tenido en cuenta, no solo las características fotométricas, con objeto de cumplir las exigencias impuestas de nivel de iluminancia, con sus correspondientes uniformidades y grado de deslumbramiento, sino también las características constructivas, a fin de que sean las más adecuadas, en orden a minimizar los gastos de explotación y conservación de las mismas.

Se instalarán luminarias cerradas, modelo según presupuesto, con auxiliares eléctricos incorporados. El cuerpo es de aluminio inyectado y pintado en poliéster secado al horno, compuesto por dos piezas que forman dos compartimentos, uno contiene el bloque óptico y el otro aloja los auxiliares eléctricos. El diámetro de acoplamiento es de 60 mm, el grado de hermeticidad es IP 65 y la clase eléctrica I.

En cualquier caso, las luminarias estarán concebidas para obtener un alto rendimiento lumínico y larga vida.

5.1.9.- Lámparas

A la vista de la gama de lámparas existentes en el mercado, destinadas al alumbrado público y las características de éstas, en cuanto al rendimiento lumínico y vida media, se ha elegido, por ser la de mejores características, la lámpara de vapor de sodio alta presión, en los modelos y potencias siguientes:

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN (UNE-EN-60.662)

TIPO	POTENCIA (W)	FLUJO (lm)	EFICACIA (lm/W)	TEMPERATURA DE COLOR	RENDIMIENTO DE COLOR	DURACIÓN (horas)
Estándar tubular	150	16.500	110	1.950 K	23	16.000
	250	31.600	126,4			

Se ha previsto la utilización de lámparas de vapor de sodio alta presión por su gran rendimiento, elevada duración y agradable tonalidad.

5.1.10.- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Inferior o igual a 500 V	500	$\geq 0,5$

El procedimiento de medición será el indicado en el vigente RBT.

5.1.11.- Puesta a tierra

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se podrá realizar por conexión a red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser alados, mediante cables de tensión nominal 450/750V, con cubierta de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm².

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Se utilizarán como picas barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro, como mínimo. En el caso de utilizar barras de acero, éstas han de estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. En cualquiera de los casos, la longitud mínima de estos electrodos no será inferior a dos metros.

5.2.- LUMINOTÉCNICA

Nos basaremos en la “Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Alumbrado Público”, publicada por el Comité Español de Iluminación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Esta Guía Técnica se basa en las recomendaciones y normas de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), Comisión Europea de Normalización (CEN), Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), etc., así como en las recientes “Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras y Túneles” del Ministerio de Fomento de 1999.

Se adecuarán los alumbrados de las vías a su correspondiente situación de proyecto, dotándola de los niveles de iluminación convenientes según se especifica a continuación.

CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS DE TRÁFICO RODADO DE MODERADA VELOCIDAD

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO *
B 1	<ul style="list-style-type: none"> – Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. – Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. 	ME 2

Una vez identificado la vía en cuestión con una clase de alumbrado, se pasará a definir los valores luminotécnicos que deben cumplir. Así:

Clases de alumbrado serie ME (Calzadas Secas)

Clase De Alumbrado *	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia Media L_m (cd/m ²)	Uniformidad Global U_o	Uniformidad Longitudinal U_l	Incremento Umbral $TI(\%)^{**}$	Relación Entorno SR^{***}
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50

La implantación es bilateral pareada en oposición. La distancia vertical entre el plano de la lámpara y la rasante del pavimento será de 8 m. La interdistancia media se sitúa en los 25 m.

5.3.- INSTALACION

Seguidamente se definirán las diferentes y principales partes de la obra a realizar.

5.3.1.- Red subterránea

Las canalizaciones se dispondrán por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la siguiente tabla:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D ³ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro utilizado será de 90 mm.

Los tubos irán enterrados a la profundidad indicada en planos.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado público, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará un tubo de reserva.

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

El radio de curvatura de los tubos, una vez en su asentamiento definitivo, no será superior a 45°. En el caso de que el cambio de dirección exigiera un radio de curvatura mayor, se establecerán las correspondientes arquetas.

Las zanjas seguirán un trazado tal que en sus proximidades no existan o este prevista la plantación de árboles.

5.3.2.- Cimentaciones

Las columnas estarán consolidadas por fundaciones adecuadas, asegurando su estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su instalación deberá observarse:

Serán cimentadas en macizos de hormigón mediante pernos de anclaje. Se utilizará hormigón de resistencia característica HM-25, siendo las medidas del dado de hormigón las resultantes del cálculo efectuado.

5.3.3.- Cruzamientos

Los cables subterráneos, cuando estén entubados en el terreno, deberán cumplir:

Calles y carreteras

Los tubos protectores estarán recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Cables de telecomunicación

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada.

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas. Si no es posible lo dispuesto en el párrafo anterior, se pasará por debajo.

Acometidas (conexiones de servicio).

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

5.3.4.- Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos, entubados en el terreno, deberán cumplir:

Se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Cables de telecomunicación

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Canalizaciones de agua

Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Canalizaciones de gas

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

Acometidas (conexiones de servicio)

Al estar entubados los conductores, no es necesario mantener distancias mínimas.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

6.- CÁLCULOS

En el cálculo eléctrico, las líneas de alimentación a puntos de luz, con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz, esta corregido hasta un valor mayor o igual a 0,90.

Los cálculos eléctricos, en lo que respecta a la acometida, línea general de alimentación, equipo de medida, protecciones y líneas de alimentación de los puntos de luz se ajustarán a las bases de cálculo establecidas en el vigente RBT.

El cálculo de secciones de la red de alimentación de los puntos de luz desde el centro de mando y medida se realizará proyectando circuitos abiertos, con el criterio de reducir la longitud de los mismos y equilibrar en lo posible las cargas de los ramales con la finalidad de unificar secciones.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la caída de tensión, en cada circuito o tramo del mismo, serán las siguientes:

En distribución trifásica:

$$u = (L \times P) / (K \times S \times U)$$

$$u (\%) = (u \times 100) / U$$

En alimentación monofásica:

$$u_1 = (2 \times L \times P) / (K \times S \times U_1)$$

$$u_1 (\%) = (u \times 100) / U_1$$

La intensidad de corriente vendrá dada por:

$$I = P / [3^{1/2} \times U \times \cos \phi]$$

Siendo:

U = Caída de tensión (V) en distribuciones trifásicas

u₁ = Caída de tensión (V) en circuitos monofásicos

u (%) = Caída de tensión (%) en distribuciones trifásicas

u₁ (%) = Caída de tensión (%) en circuitos monofásicos

L = Longitud (m)

P = Potencia activa transportada (W)

I = Intensidad de corriente (A)

K = Conductividad (56 para el Cu, 35 para el Al.)

S = Sección del conductor (mm²)

U = Tensión compuesta de la línea (V)

U₁ = Tensión simple de la línea (V)

Cosφ = Factor de potencia

Para el factor de potencia se ha considerado el valor 0,95, pues existe compensación de energía reactiva individual en cada punto de luz.

Se adjunta tabla de cálculo en la que se reflejan los resultados obtenidos.

Antes de dar por válidos estos resultados, se ha comprobado que la intensidad de corriente máxima prevista en cada ramal está por debajo de los valores máximos permitidos por la instrucción MI BT 004.

En el cálculo luminotécnico, a la hora de elección del proceso adecuado, se han descartado, de acuerdo con la evolución histórica e incluso lógica en los cálculos luminotécnicos, los que utilizan procesos manuales, método del factor de utilización y método de los nueve puntos, eligiendo el cálculo por ordenador de iluminancias.

Este método de cálculo utiliza la matriz de intensidad de la luminaria a implantar, en la que se expresan las intensidades en función de los ángulos de orientación o azimut de los planos de distribución de la luminaria, y los ángulos de inclinación de los rayos luminosos sobre estos planos, así como la matriz de reflexión de pavimentos o r-tabla en función de los ángulos considerados.

El programa utilizado es el facilitado por el fabricante de la luminaria empleada, el cual contiene todas sus características fotométricas y factores específicos.

El proceso de cálculo que sigue el ordenador, puede ser resumido de la siguiente forma:

- Calcula, mediante arcos tangentes, el azimut u orientación y el ángulo de inclinación correspondientes a un punto con relación a la luminaria.
- Halla en la matriz de intensidades luminosas en candelas, para ese par de ángulos (C,Γ).
- Siguiendo la fórmula fundamental, que a continuación se indica, calcula la iluminación.

$$E = \frac{I \times \cos^3 \Gamma}{H^2}$$

Siendo:

E = Iluminación en lux, para ese punto y un solo aparato

I = intensidad luminosa en candelas

Γ = Inclinación en grados

H = Altura de montaje en metros

- Repite este proceso para todos los puntos de la zona de estudio y obtiene el total de la cuadrícula pedida.

Una vez finalizado el proceso se consigue la iluminación media y los coeficientes de uniformidad entre valores extremos y medio respectivamente.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Calles con 13 m de separación entre ejes de columnas pareadas opuestas:

E_{\min} : 22,6 lux

E_{med} : **38,8 lux**

E_{\max} : 66,3 lux

$U_g = E_{\min}/E_{\max} = 34,1$

$U_0 = E_{\min}/E_{\text{med}} = 58,2$

Calles con 17 m de separación entre ejes de columnas pareadas opuestas:

E_{\min} : 23,5 lux

E_{med} : **35,6 lux**

E_{\max} : 58,2 lux

$U_g = E_{\min}/E_{\max} = 40,3$

$U_0 = E_{\min}/E_{\text{med}} = 66,0$

Para el cálculo mecánico, mencionaremos que no se utilizan soportes especiales y el uso de los mismos coincide con las aplicaciones para las que fueron diseñados. Todos los utilizados responden a modelos comerciales debidamente homologados por lo que en la elección de los mismos se hará uso de las tablas de dimensionamiento facilitadas por el fabricante. No se requerirá pues la ejecución de cálculos específicos.

En cuanto a las cimentaciones se tendrá en cuenta, en primer término, la comprobación al vuelco, para lo cual los momentos estabilizadores de las fuerzas exteriores respecto al punto de vuelco deberán superar los momentos de vuelco, comprobándose en segundo término la seguridad al deslizamiento.

Respecto a los pernos de anclaje, se comprobará que las tracciones sobre los pernos no provocan tensiones que superen la resistencia de cálculo para adherencia.

Con el fin de no extendernos con operaciones matemáticas, se acompañan diversas tablas que, facilitadas por los fabricantes del material a emplear, nos proporcionan datos más que suficientes para la correcta realización de las cimentaciones.

En la puesta a tierra se tendrá en cuenta que el vigente RBT fija en 30 ohmios el valor máximo admisible para la resistencia de tierra.

Se adjunta en la página siguiente resultados de Hoja de cálculo.

7.- DISPOSICIÓN FINAL

Con todo lo expuesto se cree haber aportado los datos técnicos suficientes que permitan deducir claramente el alcance de la instalación a realizar.

En Ponferrada a 18 de Junio de 2008,

El Arquitecto,

Fdo. Alberto Iglesias Pérez
Col. 2.421 COAL