

## MEMORIA DE ALUMBRADO PÚBLICO

### 1.- ANTECEDENTES Y TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO EXTERIOR.

Se redacta el presente proyecto de alumbrado público como complemento del proyecto general en la **Urbanización PARCIAL de la C/. Antonio Leyva entre las calles San Alberto Magno y Marqués de San Felices de Zaragoza.**

Titular : Excmo Ayuntamiento de Zaragoza  
Domicilio : Pza del Pilar s/n (50.003)  
C.I.F. : P-5030300-G  
Area de Urbanismo y Sostenibilidad : Servicio Técnico de Infraestructuras  
Emplazamiento de la Instalación : C/. Antonio Leyva (parcial) – Bº Oliver  
Localidad / Provincia : Zaragoza / Zaragoza  
Uso : Alumbrado Vial Funcional y Vial Ambiental

### 2.- OBJETO.

El objeto del presente proyecto de alumbrado público incluido como separata o ANEXO de la **Urbanización PARCIAL de la C/. Antonio Leyva entre las calles San Alberto Magno y Marqués de San Felices de Zaragoza**, en Zaragoza, consiste en establecer las condiciones técnicas de diseño y económicas, para optimizar la eficiencia y ahorro energético en la instalación de alumbrado exterior y limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta, así como la descripción de las obras e instalaciones necesarias ejecutar, desde el punto de suministro eléctrico hasta los puntos de luz, incluyendo la obra civil y la obra eléctrica, al objeto de que tal servicio pueda prestarse con las debidas garantías de seguridad y calidad.

A la hora de proyectar el alumbrado público se han tenido en cuenta la normativa legal vigente, tanto de índole técnica como administrativa, especialmente la dictaminada en el Real Decreto 1890/2008 “Reglamento de Eficiencia Energética” en las instalaciones de alumbrado exterior, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y de las Normas Técnicas Municipales para Instalaciones de Alumbrado Público (19-5-03), siempre y cuando no difieran con Reglamentos de rango superior, siguiendo unos criterios de calidad y bases de cálculo estrictos, así como los condicionantes estéticos y de la geometría de las zonas a iluminar, estableciendo un criterio general para minimizar los costes de instalación y mantenimiento.

### 3.- ESTADO ACTUAL DEL ALUMBRADO PUBLICO.

El alumbrado público actual de la C/. Antonio Leyva en el tramo previsto urbanizar, está compuesto mayoritariamente por brazos con un saliente aproximado de 1,5m, implantados en las fachadas de los edificios o en postes de hormigón armado centrifugado a una altura aproximada de 7m, las luminarias tienen el cierre de vidrio y las lámparas son de vapor de sodio alta presión de 150w de potencia, además de dos puntos de luz aislados del resto de la instalación anterior, compuestos por columnas troncocónicas de chapa de acero galvanizado modelo AZ de 8m de altura con luminaria ONIX 2 con lámpara de 150w SON-T.

La implantación de la instalación de alumbrado es variada longitudinalmente, pasando de Unilateral a Bilateral Tresbolillo (principalmente) alternándose entre ambas con interdistancias que oscilan entre los 20 y 26m entre puntos de lados opuestos en el Bilateral Tresbolillo y de 18 a 28m en Unilateral.

Con excepción del cruce de calzada subterráneo actual en la C/. Antonio Leyva junto a la C/. San Vicente Ferrer y de los puntos de luz compuestos pos columna AZ de 8m, cuya instalación es subterránea bajo tubo, el resto de la instalación es aérea, bien grapeada por las fachadas o bien sobre fiador.

En el tramo de calle a urbanizar, el alumbrado público actual se alimenta a través de un cuadro de medida y maniobra situado en la C/. San Vicente Ferrer con Antonio Leyva denominado **Z2-160** que lleva anexo un cuadro con regulador estabilizador en cabecera de línea para poder realizar el apagado de Media Noche mediante la reducción de tensión a través del reloj astronómico digital, actuando generalmente a partir de las 23,00H.

La tensión de alimentación del citado cuadro es de 3x230/400V, es decir, 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

Los dos puntos de luz actuales junto a la calle San Alberto Magno (columnas AZ de 8m), están alimentados desde el cuadro situado en la calle mencionada frente al Nº 11, denominado **Z2-163** que lleva anexo un cuadro con regulador estabilizador en cabecera de línea para realizar el apagado de Media Noche de la instalación. La tensión de suministro del mismo es de 3x230/400V.

En el plano Nº 4 y en la documentación aportada en el ANEXO 7, queda reflejada la instalación actual en el ámbito de actuación y de su entorno así como la que es objeto de desmontaje.

#### **4.- DESCRIPCION DE LA ZONA PROYECTADA.**

La zona de referencia se encuentra enclavada en el Bº Oliver, delimitada de Norte a Sur por las fachadas de las edificaciones existentes que conforman el perfil transversal de la C/. Antonio Leyva (de anchura variable) y de Este a Oeste por las calles Marqués de San Felices y San Alberto Mago respectivamente.

El perfil transversal proyectado en la urbanización, queda de la siguiente forma:

- Acera Norte (Nº pares)                      - Anchura variable comprendida entre los 1,95m y los 2,52m.
- Calzada de circulación rodada           - Dos (2) carriles de circulación de 3,40m cada uno.
- Acera Sur (Nº impares)                   - Anchura variable comprendida entre los 2,27m y los 2,90m.

#### **5.- CARACTERÍSTICAS Y VALORES DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.**

En éste y sucesivos puntos, se aporta la documentación necesaria y suficiente de las características de la iluminación obtenida y de todos y cada uno de los componentes así como de las obras a ejecutar, que han servido de base para la redacción del presente proyecto de alumbrado exterior, especialmente en la mejora de la eficiencia energética y en referencia al cumplimiento del Reglamento de Eficiencia Energética aprobado por el Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre.

##### **5.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y CLASES DE ALUMBRADO.**

El nivel de iluminación es el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (iluminancia, luminancia, uniformidades, deslumbramiento, relación de entorno, etc.), establecidos en el Reglamento de Eficiencia Energética (Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre).

Los niveles máximos de luminancia o iluminancia media de la instalación de alumbrado exterior, no podrán superar en más de un 20% los niveles medios establecidos en la ITC-EA-02, hay que tener en consideración que esos valores son de referencia con excepción de los alumbrados festivos o navideños que son máximos de potencia instalada.

Los requisitos fotométricos anteriores, luminancia e iluminancia media, no serán aplicables a aquellas instalaciones, zonas, tramos o parte de ellas que se justifique debidamente la excepcionalidad, debiendo ser aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

La clasificación de las vías que han sido tenidas en cuenta en la elaboración del presente proyecto, de conformidad con las tablas establecidas en la ITC-EA-02, que han servido de base para realización del estudio de eficiencia energética (Anejo 4), son las siguientes:

Calle	Clasif.	Tipo de Vía Velocidad de tráfico Km/h	Situación de Proyecto	Clase de Alumbrado
C/. A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) mod. Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) mod. Alumbrado Vial Ambiental	<b>E</b>	Vía peatonal $v \leq 5$	<b>E1</b>	<b>S2</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Ambiental	<b>E</b>	Vía peatonal $v \leq 5$	<b>E1</b>	<b>S1</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>B</b>	De moderada velocidad $30 < v \leq 60$	<b>B1</b>	<b>ME3c</b>
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Ambiental	<b>E</b>	Vía peatonal $v \leq 5$	<b>E1</b>	<b>S1</b>
Plaza S. Alberto Magno-A.Leyva modif. Alumbrado Vial Ambiental	<b>E</b>	Vía peatonal $v \leq 5$	<b>E1</b>	<b>S1</b>
C/. San Vicente Ferrer modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>D</b>	De baja velocidad $5 < v \leq 30$	<b>D4</b>	<b>S1</b>
C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán modif. Alumbrado Vial Funcional	<b>D</b>	De baja velocidad $5 < v \leq 30$	<b>D4</b>	<b>S1</b>

Requisitos fotométricos aplicables a la clasificación de los viales proyectados:

Calle	Lm Cd/m <sup>2</sup>	Uo mínima	U1 mínima	TI %	SR	Em (lux)	Emin (lux)
Viales con Alumbrado Vial Funcional B – B1 – ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50	-	-
Viales con Alumbrado Vial Ambiental E – E1 – S1	-	-	-	-	-	15	5
Viales con Alumbrado Vial Ambiental E – E1 – S2	-	-	-	-	-	10	3
Viales con Alumbrado Vial Funcional D – D4 – S1	-	-	-	-	-	15	5

## 5.2- NIVELES LUMINOTÉCNICOS PROYECTADOS DEL ALUMBRADO EXTERIOR.

Los pavimentos establecidos para los viarios de circulación rodada (alumbrado vial funcional) se han considerado Clase RIII (tipo de reflexión, ligeramente especular brillante), con un S1 (factor especular 1) de 1,11 y un Qo (grado de luminosidad) de 0,07, valores normalizados por la Comisión Internacional de Iluminación).

Siguiendo los criterios establecidos para la obtención de una calidad de alumbrado vial aceptable dentro de los límites marcados por la presente legislación, los valores obtenidos de iluminancia, luminancia con sus uniformidades media y longitudinal, según los cálculos luminotécnicos efectuados para cada una de las zonas, proyectadas o previstas modificar, partiendo de los parámetros proyectados o existentes, son los siguientes:

Valores de iluminancia y uniformidades:

Calle	$E_{min}$ lux	$E_{med}$ Lux	$E_{máx}$ lux	$U_o$ %
C/. A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Alumbrado Vial Funcional – Calzada 6,8m	10,00	20,00	35,00	49,80
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Funcional - Calzada 7m	11,00	20,00	32,00	58,30
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Ambiental – Acera 4m	5,95	13,00	26,00	45,70
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 8m	16,40	18,70	23,90	88,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 8m	16,50	19,00	26,80	87,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Ambiental – Acera 9m	4,80	15,10	46,00	32,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Alumbrado Vial Funcional - Calzada 5m	15,90	18,70	24,30	85,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 5m	15,90	18,70	24,40	85,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Ambiental – Acera 9m	4,80	15,10	46,00	32,00
Plaza S. Alberto Magno-A.Leyva modif. Alumbrado Vial Ambiental	4,30	15,60	27,50	28,00
C/. San Vicente Ferrer modif. Alumbrado Vial Funcional – Toda la calle 12m	7,33	18,22	35,00	40,20
C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán modif. Alumbrado Vial Funcional – Toda la calle 12m	9,13	18,23	37,00	50,10

Valores de luminancia, uniformidades e incremento de umbral del deslumbramiento perturbador:

Calle	$L_m$ Cd/m <sup>2</sup>	$U_o$ %	$U_i$ %	TI %	SR
C/. A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Alumbrado Vial Funcional – Calzada 6,8m	1,19	64,0	61,0	9	0,67
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Funcional - Calzada 7m	1,21	55,0	65,0	9	0,76
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares mod. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 8m	1,14	88,0	87,0	7	0,90
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 8m	1,15	87,0	85,5	7	0,90
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 5m	1,11	91,0	88,0	7	1,00
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Funcional – Calzada 5m	1,11	91,0	88,0	7	1,00

### 5.3- RELACIÓN DE LUMINARIAS.

El factor más desfavorable de depreciación de las luminarias (FDLU) para el mantenimiento de la instalación, en función del nivel de contaminación atmosférico de la zona de implantación, es el grado de hermeticidad de las luminarias, por lo que se recomienda que sea IP66 para la obtención de una mejora de la eficiencia energética de la instalación, especialmente en las de alumbrado vial funcional.

El cierre del sistema óptico de las luminarias, también es de especial importancia por lo que con excepciones siempre que se pueda deberá ser de vidrio, ya que conserva el índice de transmisión de la luz a lo largo del tiempo.

La relación de las luminarias establecidas en el presente proyecto y modificaciones previstas efectuar en el alumbrado público del entorno, son las siguientes:

Calle	LUMINARIA Y ÓPTICA	REND. $\eta$ (%)	FLUJO HEMISFER. SUPER. (FHS <sub>INST</sub> )
C/ A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	87,59	0,125
C/ A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 10° (NW)	87,59	0,125
C/ A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Ambiental	NEBRASKA 12LED a 500mA T2 con 0° (NW)	80,81	0,125
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	85,60	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	85,60	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Ambiental	TECEO1 16LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	83,90	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	85,60	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	85,60	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Ambiental	TECEO1 16LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	83,90	0,000
Plaza S. Alberto Magno - A.Leyva modif. Alumbrado Vial Ambiental	KIO LED 24LED confort a 500mA 5068 (SIMETRICA) con 0° (NW) 5068 (ASIMETRICA) con 0° (NW)	70,40	4,200
		70,40	4,200
C/ San Vicente Ferrer modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	87,59	0,125
C/ Dr. Jesús Valdés Guzmán modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	87,59	0,125

En cumplimiento de las ITC-EA-04, las lámparas para instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lm/w, para alumbrado de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- 60 lm/w, para alumbrados vial (funcional y ambiental), específico y ornamental.

No obstante, establecemos unos requisitos mínimos de eficacia luminosa para las luminarias, siendo para el alumbrado vial funcional igual o superior 110 lm/w y para el ambiental igual o superior a 95 lm/w.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y la lámpara de descarga, no superará lo establecido en el apartado 4 de la ITC-EA-04.

Las luminarias de LEDs con la corriente de alimentación elegida, en cuanto a sus características, rendimiento y vida útil, han sido las siguientes:

Luminaria Nº de Led / corriente alim. / Temp. color	Potencia TOTAL (w)	Flujo LEDs (lm)	Flujo Luminaria Óptica / ( lm )	Rend. ( $\eta$ )	Eficiencia del sistema (lm/w)
<b>NEBRASKA</b> - 48LEDs / 500mA / Blanco Neutro	75	9.504	(T3) / 8.325	87,59%	111
<b>NEBRASKA</b> - 12LEDs / 500mA / Blanco Neutro	19	2.376	(T2) / 1.920	80,81%	101
<b>TECEO 2</b> - 56LEDs / 500mA / Blanco Neutro	87	12.006	(5139) / 10.277	85,60%	118
<b>TECEO 1</b> - 16LEDs / 500mA / Blanco Neutro	26	3.456	(5139) / 2.899	83,90%	111
<b>KIO LED</b> - 24 LEDs / 500mA / Blanco Neutro	38	5.146	(5146) / 3.625	70,40%	95

#### 5.4- TIPO Y ALTURA DE SOPORTES, IMPLANTACIÓN E INTERDISTANCIA.

A la hora de diseñar una instalación de alumbrado público, hay que tener en cuenta una serie de factores que servirán para la elección de la altura del soporte de instalación de las luminarias, como pueden ser entre otros, el perfil transversal del viario proyectado o existente, la altura de las edificaciones, la anchura de las aceras, etc., y como consecuencia de ello variará la elección del tipo y altura del soporte, la implantación a adoptar y su interdistancia, todo ello en aras a obtener los cálculos luminotécnicos previstos dentro de los valores que marcados en cumplimiento de la ITC-EA-02.

La altura de montaje de las luminarias, el tipo de implantación y las interdistancias entre los soportes, resultantes de los cálculos obtenidos anteriormente, son las siguientes:

Calle	Tipo Soporte	Altura inst. luminaria (m)	Implantac.	Interd. (m)
C/. A. Leyva (TRAMO PROYECT.)	Col. AZ	8	Unilateral	25
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif.	Col. AZ EXIST. Brazo Adicional	8 4,5	Unilateral Unilateral	25 25
C/. S.A. Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares mod.	Col. AZ EXIST.	10	B. Tresbolillo	20
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif.	Col. AZ EXIST. Brazo Adicional	10 4,5	B. Tresbolillo Unilateral	20 40
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif.	Col. AZ EXIST.	10	B. Tresbolillo	20
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif.	Col. AZ EXIST. Brazo Adicional	10 4,5	B. Tresbolillo Unilateral	20 40
Plaza S. Alberto Magno-A.Leyva modif.	Col. AZ EXIST.	4	-	-
C/. San Vicente Ferrer modif.	Col. AZ EXIST.	8	Unilateral	25
C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán modif.	Col. AZ EXIST.	8	B. Tresbolillo	25

#### 5.5- FACTOR DE MANTENIMIENTO.

El factor de mantenimiento propuesto en la elaboración del presente proyecto para la realización de los cálculos luminotécnicos aportados en el Anejo 1, en el que se han adoptado una serie de premisas a tener en cuenta para el diseño de un plan de mantenimiento, es decir, en la programación de trabajos y su frecuencia referidos a ese plan.

Para la adopción del plan de mantenimiento, hay que tener en cuenta los factores principales causantes de la depreciación de alumbrado exterior, de acuerdo con la ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética:

- FDLU - Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara
- FSL - Factor de supervivencia de la lámpara
- FDLU - Factor de depreciación de la luminaria

Estableciéndose a priori, un periodo de funcionamiento anual de la instalación de 4.000H y un intervalo de limpieza de las luminarias proyectadas de 4 años en una zona con un grado de contaminación del ambiente Medio.

El factor de mantenimiento fijado en los cálculos luminotécnicos realizados, como resumen del punto 3.3 del Anejo 3, es el siguiente:

FACTORES	SON-T	CDO-TT	LED
FDFL	-	-	-
FSL	-	-	-
FDLU	-	-	-
<b>FACTOR DE MANTENIMIENTO</b>	-	-	<b>0.85</b>

### 5.6- LIMITACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMINOSA: RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.

En cumplimiento de la ITC-EA-03, la clasificación de la zona de protección contra la contaminación luminosa del ámbito del proyecto y la obtención de los valores límite del flujo lumínico hemisferio superior instalado ( $FHS_{INST}$ ) de las luminarias proyectadas, es el siguiente:

Calle	Luminaria / Optica / Inclinación Temp. Color	Zona de Limitación	Flujo Hemisferio Superior Inst. ( $FHS_{INST}$ )
C/ A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	E3	0,125
C/ A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 10° (NW)	E3	0,125
C/ A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Alumbrado Vial Ambiental	NEBRASKA 12LED a 500mA T2 con 0° (NW)	E3	0,125
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares modif. / Alumb. Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Alumbrado Vial Ambiental	TECEO1 16LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Funcional	TECEO2 56LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
C/ S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Alumbrado Vial Ambiental	TECEO1 16LED a 500mA 5139 con 10° (NW)	E3	0,000
Plaza S. Alberto Magno - A.Leyva modif. Alumbrado Vial Ambiental	KIO LED 24LED confort a 500mA: - 5068 (SIMETRICA) con 0° (NW) - 5068 (ASIMETRICA) con 0° (NW)	E3	4,200 4,200
C/ San Vicente Ferrer modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	E3	0,125
C/ Dr. Jesús Valdés Guzmán modif. Alumbrado Vial Funcional	NEBRASKA 48LED a 500mA T3 con 0° (NW)	E3	0,125

Los valores del flujo hemisférico superior instalado o emisión directa de las luminarias instaladas en cada zona no superarán los límites establecidos ITC-EA-03.

Aparte de la limitación del flujo hemisférico superior que reduce las emisiones directas hacia el cielo, existen emisiones indirectas, es decir, la reflexión de la superficie iluminada y paramentos, que supone un 75% aproximadamente de la totalidad de la luz, por lo que deberá ajustarse los niveles de iluminación no superando los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02 y los valores del factor de utilización y el factor de mantenimiento cumplimentarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

### 5.7- RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO Y REGULACIÓN DEL NIVEL LUMINOSO.

El funcionamiento del alumbrado exterior, deberá estar garantizado a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, para ello deberá encenderse y apagarse con precisión mediante el uso de relojes astronómicos, relojes astronómicos digitales o sistemas de encendido centralizado para instalaciones de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superior a 5kW.

Para poder ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta a ciertas horas de la noche, se procederá a la reducción del nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, específico, ornamental y de señales con potencia superior a 5kW, salvo que por razones de seguridad no fuera recomendable, debiendo proceder a su justificación.

En el Anejo 3 (costes de conservación y mantenimiento), se ha establecido el horario anual de funcionamiento del alumbrado exterior en las horas oficiales en el orto y ocaso configuradas en los relojes astronómicos.

El sistema establecido en el presente proyecto para realizar la regulación del nivel luminoso, ha sido la de programar los driver de alimentación de los LEDs de las luminarias (previo a su instalación), en varios tramos horarios con unas potencias predeterminadas en cada uno de ellos (Anejo 4 punto 4.7), pudiendo ser alterado por el Técnico o Director de Obra responsable del alumbrado público, tanto en la amplitud del tramo horario como la potencia establecida para cada una de las luminarias y en para cada uno de los tramos.

Los tramos horarios y potencia que deberán programarse inicialmente los driver, a juicio del autor del proyecto, tanto para el alumbrado vial funcional como para el vial ambiental, ha sido el siguiente:

Para todas las luminarias proyectadas con **56, 48, 24, 16 y 12 LEDs** a 500mA, el número de tramos horarios será de cuatro. El primero el comprendido entre el ocaso del día hasta las 23,00H (**1.183,10H**), el segundo entre las 23,00H y las 01,00H (**730H**), el tercero entre las 01,00H y las 06,00H (**1.825H**) y por último el cuarto entre las 06,00H y el alba (**564,82H**).

La potencia establecida para cada uno de los tramos propuestos y para cada una de las luminarias proyectadas respectivamente, será la siguiente: para el primer tramo el **100%** de la potencia, para el segundo el **75%**, para el tercero el **60%** y para el cuarto el **75%**.

#### **5.8.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.**

En el Anejo 4 se ha procedido a realizar el cálculo de eficiencia energética de los distintos tramos establecidos en el presente proyecto de alumbrado exterior, teniendo en cuenta el perfil transversal de los mismos y los valores de las iluminancias medias obtenidas en los cálculos luminotécnicos (Anejo 1), con el siguiente resultado:

Calle	Malla (Long x Anc.) (m <sup>2</sup> )	E <sub>med</sub> (lux)	ε (m <sup>2</sup> . lux / w)
C/. A. Leyva (TRAMO PROYECT.) Anchura TOTAL de la calle	12,10 x 25,00	18,0	72,6000
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Anchura TOTAL de la calle menos acera 4m	11,00 x 25,00	17,0	62,3333
C/. A. Leyva (TRAMO ACTUAL) modif. Acera de 4m	4,00 x 25,00	13,0	68,4211
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 1) y Lagos de Millares modif./ Anchura TOTAL de la calle 20m	20,00 x 40,00	16,3	74,9425
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Anchura TOTAL de la calle menos acera 9m	16,00 x 40,00	17,5	64,3678
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 2) modif. Acera de 9m	9,00 x 40,00	15,1	209,0769
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 3) modif. Anchura TOTAL de la calle	18,00 x 40,00	16,8	69,5172
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Anchura TOTAL de la calle menos acera 9m	16,00 x 40,00	17,5	64,3678
C/. S. Alberto Magno (TRAMO 4) modif. Acera de 9m	9,00 x 40,00	15,1	209,0769
Plaza S. Alberto Magno - A.Leyva modif. Zona rectangular	21,00 x 33,00	15,6	47,4158
C/. San Vicente Ferrer modif. Anchura TOTAL de la calle	12,00 x 25,00	18,2	72,8800
C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán modif. Anchura TOTAL de la calle	12,00 x 25,00	18,2	72,9200

### **5.9.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.**

Al igual que en el punto anterior, en el Anejo 4 se ha calculado el índice de eficiencia energética (  $I_E$  ), el índice de consumo energético ( ICE ) de los tramos de los viarios establecidos, con la siguiente clasificación energética:

- C/. Antonio Leyva (Tramo proyectado) Anchura Total (12,10m) - **A**
- C/. Antonio Leyva (Tramo actual) - Anchura Total menos acera de 4m (11m) - **A**
- C/. Antonio Leyva (Tramo actual) – Acera de 4m - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 1) y Lagos de Millares - Anchura Total (20m) - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 2) - Anchura Total menos acera de 9m (16m) - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 2) - Acera de 9m - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 3) - Anchura Total (18m) - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 4) - Anchura Total menos acera de 9m (16m) - **A**
- C/. San Alberto Magno (Tramo 4) - Acera de 9m - **A**
- Pza peatonal en C/.San Alberto Magno con C/. Antonio Leyva - **A**
- C/. San Vicente Ferrer - Anchura Total (12m) - **A**
- C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán - Anchura Total (12m) - **A**

### **6.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA EN LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA PROYECTADA.**

Según lo establecido en el alumbrado actual de la calle Antonio Leyva entre las calles M<sup>a</sup> Carmen Soldevila y Nobel (de acuerdo al proyecto ejecutado en años anteriores) como continuación a la zona ahora proyectada en sentido de la circulación de vehículos, se ha optado en el tramo con el perfil transversal proyectado por la implantación del mismo tipo de soportes con el objeto de unificar criterios (en cuanto a la implantación) y modelos, estando compuestos por columnas modelo AZ troncocónicas de chapa de acero galvanizado de 8mts de altura, en las que se instalan luminarias modelo NEBRASKA de 48LEDs a 500mA con una temperatura de color de 4.000°K (blanco neutro) con un flujo luminoso de salida de la luminaria de 8.325 lm y una potencia total de consumo (placas de LEDs y driver) de 75W.

Además del alumbrado público previsto en la nueva urbanización, se ha previsto realizar modificaciones en varias de las calles del entorno a la misma como son la C/. San Alberto Magno, la C/. Lagos de Millares, la C/. San Vicente Ferrer, la C/. Dr. Jesús Valdés Guzmán, el cruce la C/. M<sup>a</sup> Carmen Soldevilla y la prolongación de la C/. Antonio Leyva, sustituyendo las luminarias actuales con lámparas de descarga de 250w y 150w de vapor de sodio alta presión por luminarias de LED con el consiguiente ahorro energético que con ello supone y la gran disminución de emisión de gases a la atmósfera.

La instalación de alumbrado en el tramo proyectado, se prevé alimentarla desde el cuadro de medida y maniobra existente en la C/. San Vicente Ferrer con Antonio Leyva, denominado **Z2-160**, que lleva anexo un cuadro aparte con un regulador estabilizador en cabecera de línea.

En el citado cuadro existen cuatro circuitos independientes, en los que se prevé realizar modificaciones, con el objeto de mejorar la potencia y distribución por zonas en previsión de futuras actuaciones, además de asegurar la caída de tensión (<3%) en los puntos de luz finales de los circuitos actuales.

Uno de los cambios más significativos, es la desconexión del alumbrado público actual que se prevé modificar de la C/. San Vicente Ferrer, alimentado del cuadro existente Z2-163 sito en la C/. San Alberto Magno, su desconexión en el último punto de luz de dicha calle con Lagos de Millares y su conexión al CIRCUITO 1 del cuadro Z2-160 para conectar la instalación de alumbrado del sector de la calle Lucio Anneo Séneca y entorno a través de la calle Juan Domingo Perón con San Vicente Ferrer previa eliminación del cruce aéreo actual en la C/. Juan Domingo Perón con Tejar.

La modificación o cambio de luminarias de descarga por LED a sí como la sustitución de las cajas de derivación actuales por otras con prensaestopas y bornas en las que se incluye una de toma de tierra y unión a línea de enlace con tierra de  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  tipo V-750 a/v, sustitución de conductor de alimentación a las luminarias de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$  (F+N) por conductor de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  (F+N+TT) tipo RV-K 0,6/1KV, van a continuar alimentándose desde los cuadros actuales sin realizar ninguna otra modificación con excepción de la instalación de varios brazos con luminarias hacia la acera (debido a su anchura), a una altura de 4,5m en las columnas existentes o el desmontaje de algunos brazos o luminarias que no son necesarios mantenerlos, según los cálculos lumínico-técnicos efectuados que resultan suficientes.

Los cuadros en los que se realizan sustitución de luminarias con el consiguiente ahorro energético, son los siguientes: Z2-163 sito en la C/. San Alberto Magno, Z2-100 sito en la C/. A. Leyva con Lope de Vega y Z2-194.

Todos las luminarias llevarán instalados driver de alimentación a los LEDs, programables y compatibles con controladores DALI, controladores 1-10V, hasta 5 tramos horarios, corriente de alimentación ajustable, salida de luz constante y con reguladores estabilizadores en cabecera de línea (bajada de tensión).

La instalación eléctrica proyectada es totalmente subterránea bajo tubo, con excepción de las subidas (conversión subterráneo/aéreo) previstas realizar para dar continuidad y alimentar el alumbrado actual de las calles perpendiculares a Antonio Leyva del alumbrado actual.

Completa la instalación de alumbrado público, la obra civil a realizar consistente en la ejecución de canalización en tierra o acera, la canalización de cruces de calzada, la construcción de las arquetas de derivación o paso de  $60 \times 60 \text{ cm}$  de  $80 \text{ cm}$  de profundidad, las arquetas de cruce de calzada de  $60 \times 60 \times 130 \text{ cm}$ , las cimentaciones de las columnas proyectadas y las demoliciones y reposiciones fuera del ámbito de actuación.

Los criterios de calidad que se han tenido en cuenta son los siguientes:

- Luminancia media y uniformidades global y longitudinal.
- Iluminancia media y uniformidades media y general.
- Control de los deslumbramientos molesto y perturbador.
- Limitación de la luz intrusa o molesta.
- Mantenimiento y conservación adecuada.

#### **6.1.- SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.**

El suministro del alumbrado público proyectado en la Urbanización parcial de la C/. Antonio Leyva, se prevé realizarlo desde un cuadro de medida y maniobra existente en la C/. San Vicente Ferrer con Antonio Leyva denominado Z2-160 cuyo punto de suministro es la red aérea trenzada posada por la fachada de los edificios, que discurre por el sector a una tensión de  $3 \times 230/400 \text{ V}$ .

Deberá actualizarse, una vez ejecutados los cambios adoptados, la potencia contratada en los cuadros en los que se produzcan las intervenciones previstas (desmontaje de puntos de luz, cambios de alimentación de cuadros y sustituciones de luminarias con lámparas de descarga por luminarias de LED), en los que se proporcionado el consiguiente ahorro energético.

Los cuadros en los que se actúa, son los siguientes:

**Z2-160 / Z2-163 / Z2-100 / Z2-113 / Z2-194**

## **6.2.- OBRA CIVIL DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.**

La instalación del alumbrado público proyectada es del tipo subterráneo bajo tubo.

La obra civil en la ejecución de la instalación del alumbrado público se entiende por la realización de las cimentaciones, zanjas en acera, tierra o cruce de calzada, arquetas de derivación, paso o cruce de calzada de 60x60cm y de derivación o paso 40x40cm, éstas últimas se implantarán por lo general en las zonas ajardinadas y siempre y cuando los ramales que salgan de las arquetas no sea superior a dos, las cimentaciones de los cuadros o armarios de medida y maniobra y las demoliciones y reposiciones fuera del ámbito de actuación que sean necesarias ejecutar.

Junto a cada cuadro de maniobra y medida se construirá una arqueta de 60x60cm, para facilitar el paso de los conductores de los circuitos de salida previstos en el mismo. Así mismo los conductos de unión entre dicha arqueta y el cuadro (mínimo 4 conductos), sellando convenientemente con tapones de material plástico o con espuma de poliuretano expandido u otro material idóneo, de tal forma que la humedad existente en la canalización subterránea no trascienda al interior de cuadro. Por lo que respecta al conducto por donde entra la acometida o derivación individual, se realizará la misma operación, realizando el sellado del tubo en el propio cuadro.

El cálculo, dimensionamiento y ejecución de las cimentaciones, las características y dimensiones de los pernos, tuercas y arandelas, la tipología de las zanjas y sus cotas, los cruces con otras canalizaciones y servicios, las arquetas y los ensayos de verificación, se ajustarán a lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

El diámetro de los tubos, vendrá dado en función del número, clase y sección de los conductores que alojen en la instalación subterránea y como mínimo será de 110mm de diámetro exterior.

Los tubos a colocar en la canalización de alumbrado público podrán ser dos tipos:

- Tubos de PVC-U liso tipo de presión PN6 según la norma UNE-EN-1452 de 110mm de diámetro.
- Tubos de PEAD (corrugado exterior liso interior) de 450N según la norma UNE-EN-50086 1 y 50086-2-4 de 110mm de diámetro.

## **6.3.- OBRA ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.**

Comprenden las redes de alimentación de los puntos de luz y la puesta a tierra de la instalación.

En la previsión de cargas se cumplimentará lo establecido en la Instrucción ITC BT-09 y se tendrán en cuenta las bases de cálculo dispuestas en las Instrucciones ITC BT-12 a la 19. Respecto a los sistemas de protección se estará a lo prescrito por las Instrucciones ITC BT-09, 22 y 23.

En las redes subterráneas los conductores serán de cobre del tipo RV-0,6/1kV, según denominación Norma UNE, y serán unipolares constituidos por tres conductores independientes o fases iguales, y uno así mismo independiente y de idéntica sección para el conductor neutro y de 6 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

Los conductores de las redes aéreas serán de cobre con aislamiento RV-0,6/1kV de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>, multipolares 3F+N+TT (manguera de 5x6 mm<sup>2</sup>) uno de los cuales servirá unión con la red de tierra y tendrá la misma sección que los conductores activos o fases.

La puesta a tierra de los soportes (en redes subterráneas) se realizará conectando individualmente cada soporte, mediante conductor de cobre con aislamiento reglamentario de 16 mm<sup>2</sup> de sección, a una línea de enlace con tierra de conductor de cobre con aislamiento reglamentario, de secciones conformes con el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-09, con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>.

Las luminarias Clase I se conectarán a tierra desde el punto de la toma de tierra del soporte, para ello se unirá con conductor de cobre de 1x16 mm<sup>2</sup> de sección tipo V-750 de color a/v, la grapa doble de latón estampado de latón de la pica de toma de tierra o grapa adecuada de la línea de enlace con tierra (conexión de la TT del soporte) con la borna de la caja de derivación marcada a tal efecto y desde donde mediante conductor multipolar de 3x2,5mm<sup>2</sup> RV-K tipo 0,6/1kV (F+N+TT) se conectará la alimentación del equipo de auxiliares eléctricos y la toma de tierra de la luminaria Clase I, dando cumplimiento al artículo 9 de la ITC-BT-09.

Además, se deberá tener en cuenta en el cambio de las luminarias actuales con lámparas de descarga por luminarias de LEDs instaladas en columnas, la sustitución del conductor de alimentación a la luminaria desde la caja de derivación de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$  (F+N) por el conductor de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  (F+N+TT) tipo RV-K 0,6/1KV, la caja de derivación por otra con prensaestopas en número y dimensiones adecuadas a los conductores existentes incorporando además una borna donde se conecta con conductor tipo V-750 de color amarillo verde de  $16 \text{ mm}^2$  de sección de unión con la línea de enlace con tierra.

Las redes eléctricas, empalmes y derivaciones, líneas y puesta a tierra, cumplirán lo regulado en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

#### **7.- ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.**

En cumplimiento del Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07, se incluye el Estudio de Eficiencia Energética del presente proyecto, en el **Anejo 4**.

#### **8.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.**

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, se incluye el Estudio de Gestión de los Residuos previstos generar en el presente proyecto, en el **Anejo 5**.

En los distintos Capítulos del presupuesto, relativo a la ejecución de la obra civil de alumbrado público prevista realizar, como canalizaciones, arquetas, cimentaciones, etc., así como las demoliciones a efectuar, generalmente fuera del ámbito de actuación del proyecto general, para la ejecución de las unidades de obra civil contempladas anteriormente, vendrán especificadas las correspondientes mediciones, a establecer en el Estudio de Gestión de Residuos.

El citado Anejo contendrá como mínimo los siguientes apartados, redactados de acuerdo con el citado R. D.:

- Un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.
- Un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.
- Un presupuesto.

Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará como llevará a cabo obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vaya a producir de acuerdo con las indicaciones descritas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero. El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen por parte del poseedor a un gestor se hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación del poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o en metros cúbicos codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los residuos estarán en todo momento en adecuadas condiciones de higiene y seguridad evitando en todo momento la mezcla de fracciones seleccionadas.

#### **9.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El Estudio de Seguridad y Salud está incluido en el Proyecto General de la Obra, como Anejo del mismo y del que forma parte como ANEXO el presente proyecto de alumbrado público.

#### **10.- PLAZO DE EJECUCIÓN.**

El plazo de ejecución de las obras de alumbrado público, será el definido en el Proyecto General de la Obra del que forma parte integral y cuyas obras se sincronizan y ejecutan coordinadamente con el mismo.

La no terminación de las obras en el plazo previsto sin existir reconocimiento expreso de causa justificada para su ampliación por el Ayuntamiento, llevará aparejada la aplicación de los artículos 196 y siguientes de la Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público.

Se hace expresamente la advertencia de que las inclemencias climatológicas no tendrán la consideración de fuerza mayor que justifique el retraso a los efectos señalados.

#### **11.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.**

La clasificación de Contratistas, viene definido en el Artículo 7.4 del Capítulo VII del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente Proyecto.

#### **12.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.**

Aplicando los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones resultantes de las diferentes unidades de obra que integran la ejecución del presente proyecto, precios que, por otro lado, entendemos corresponden a costes reales, obtenemos un PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL de las obras, que asciende a la cantidad de **CIENTO OCHO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS ( 108.388,07 € )**, y que se refiere al costo directo de las obras.

Incrementando la cantidad anterior en el porcentaje del 13% en concepto de gastos generales, financieros y fiscales, así como demás costos, tasas, impuestos y gravámenes e incrementando igualmente el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL de las obras en otro 6% en concepto de Beneficio Industrial, obtenemos el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. que asciende a la cantidad de **CIENTO VEINTIOCHO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS ( 108.981,80 € )** sobre la que se aplicará el 21% en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido, para obtener PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON I.V.A. de las obras, que asciende a la cantidad de **CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL SESENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS ( 156.067,98 € )**, que servirá de base para la licitación de las mismas.

I. C. de Zaragoza, Diciembre de 2.016

EL JEFE DE LA UNIDAD DE ALUMBRADO,



Fdo: Domingo Bel Gaudó

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL,  
JEFE DE SECCION DE PROYECTOS DE A.P.



Fdo: Víctor González Navarro

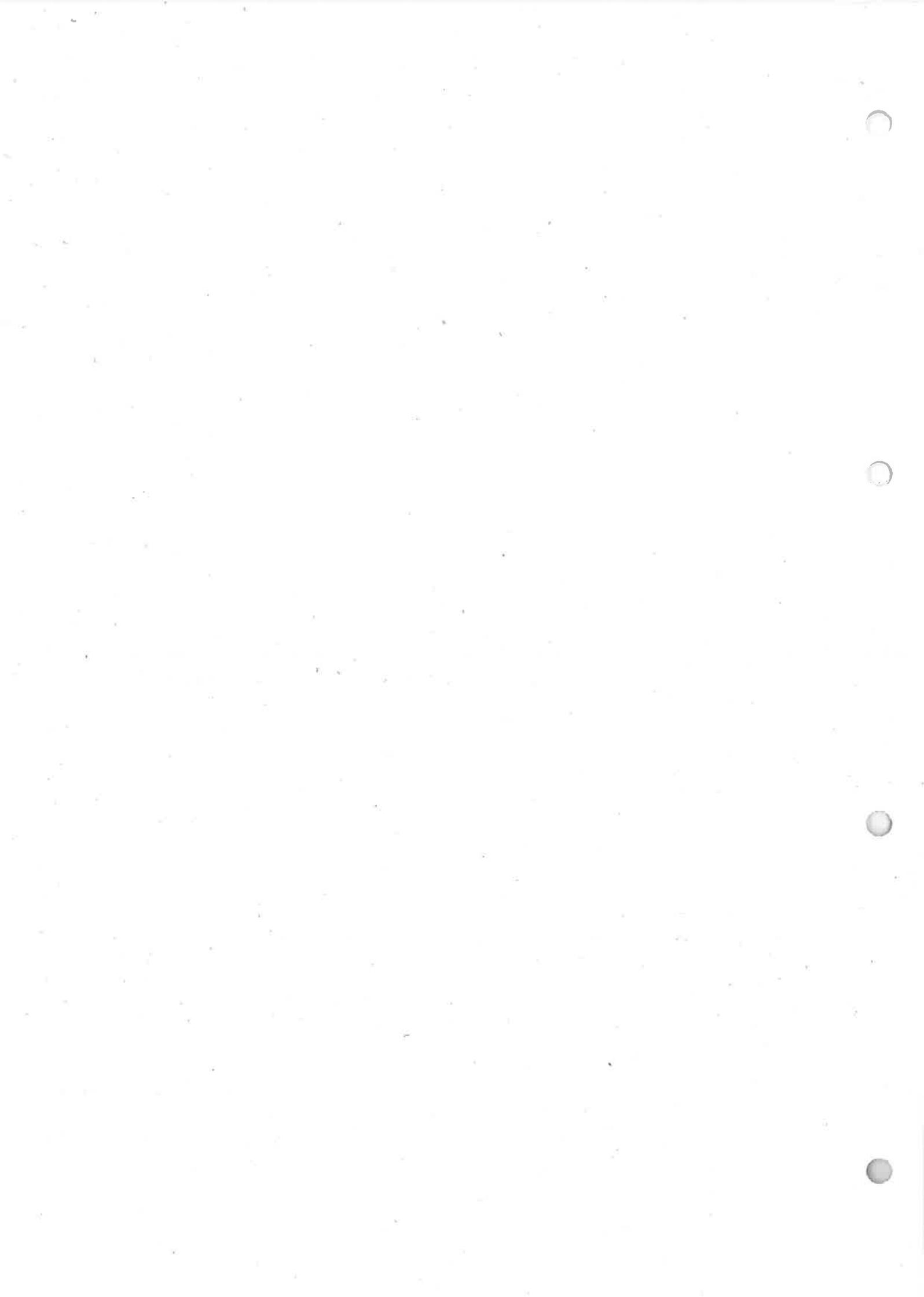


ANNEXES



# ANEXO 1

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS



## ANEJO 1

### CALCULOS LUMINOTECNICOS

#### 1.1.- CALCULOS LUMINOTECNICOS

El cálculo de la iluminancia, sus uniformidades, luminancia y uniformidades y el deslumbramiento, depende de muy diversos factores, como las características del punto de luz (altura, potencia, tipo de lámpara, características de la luminaria, etc.), de lo que se desprende que se trata de cálculos laboriosos nada fáciles de ejecutar manualmente por el proyectista.

A lo largo del tiempo las características fotométricas y mecánicas de la instalación de alumbrado exterior se degradan paulatinamente con el paso del tiempo debido a diferentes causas, siendo unas de las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes materiales que componen el sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos vandálicos, etc.

La depreciación de los valores de la luminancia o iluminancia en una instalación de alumbrado exterior, es debida fundamentalmente a la acumulación de polvo o suciedad sobre el punto de luz y a la reducción del flujo luminoso de las fuentes de luz a lo largo de su vida, por lo que el resultado obtenido después de un determinado periodo de funcionamiento de la instalación es distinto del obtenido al inicio de la instalación como nueva, resultando un factor de mantenimiento al cociente entre la iluminancia media en servicio y la iluminancia media inicial.

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad, resultando que sea lo más aproximado a la misma, dependiendo de que la frecuencia de mantenimiento sea lo más baja que pueda llevarse a acabo.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación del flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo.
- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento.
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria.
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.
- El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

El factor de mantenimiento a aplicar en la realización de los correspondientes cálculos luminotécnicos del alumbrado exterior, vendrá dado por lo señalado en la ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética. No obstante habrá que prevenir una serie de actuaciones a lo largo del tiempo para disminuir en la mejor manera, la degradación de la instalación de alumbrado exterior, por lo que habrá que determinar un adecuado mantenimiento.

La Comisión Internacional de Alumbrado (C.I.E.) recomienda que el coeficiente de mantenimiento no deba ser superior a 0,8, para que la instalación sea rentable, y en caso de que esto no se consiguiera con el método de conservación elegido, habría que cambiarlo por otro más exigente, siempre y cuando se utilicen lámparas de descarga, respecto a la utilización de luminarias equipadas con Led, se estima que el factor de mantenimiento no supere el valor de 0,85. Cualquier valor del factor de mantenimiento superior a dicho valor deberá justificarse adecuadamente.

#### 1.2.- CALCULO DE ILUMINANCIA

Las iluminancias pueden calcularse de tres formas diferentes:

- Método del Factor de Utilización.

- Método de los Nueve Puntos.
- Cálculo por Ordenador.

### 1.3.- METODO DEL FACTOR DE UTILIZACION

Se denomina coeficiente o factor de utilización  $F_u$  de una luminaria, a la relación entre el flujo útil que llega a la calzada y el flujo emitido por la lámpara.

$$F_u = \Phi_u / \Phi_l$$

El coeficiente o factor de utilización de la luminaria lo suministra el fabricante o bien un laboratorio de ensayos, mediante dos curvas:  $F_{u1}$ , que corresponde a la emisión anterior de la luminaria (lado calzada), y  $F_{u2}$ , relativa a la parte posterior (lado acera).

Las curvas del factor de utilización, deducidas de la matriz de intensidad de la luminaria, expresan en ordenadas, porcentajes de emisión luminosa, y en abscisas relaciones de anchura de calzada a altura de montaje.

La fórmula de cálculo de la iluminancia media en lux es la siguiente:

$$E_m = \Phi \cdot F_u / A \cdot d$$

Donde:

$E_m$	: Iluminancia media en lux
$\Phi$	: Flujo de la lámpara en lúmenes.
$F_u$	: Factor de utilización.
$A$	: Anchura de la calzada en metros.
$d$	: Separación entre luminarias en metros.

El cálculo se realiza obteniendo las relaciones anchura de calzada a altura de montaje  $h$  del punto de luz, tanto hacia adelante como hacia atrás.

Conocidas dichas relaciones se llevan al eje de abscisas las curvas del factor de utilización y, mediante dichas curvas, se obtienen en ordenadas los valores  $F_{u1}$  y  $F_{u2}$  del factor de utilización.

Según la situación de la luminaria en planta, el factor de utilización resultante  $F_u$  será el siguiente:

Situación en bordillo de acera	$F_u = F_{u1}$
Situación encima de calzada	$F_u = F_{u1} + F_{u2}$
Situación sobre eje de calzada	$F_u = 2 F_{u1} = 2 F_{u2}$
Situación encima de la acera	$F_u = F_{u1} - F_{u2}$

Obtenido el factor de utilización  $F_u$ , se calcula mediante la fórmula establecida el valor inicial de la iluminancia media  $E_m$ . Para el cálculo de dicha iluminancia media en servicio debe tenerse en cuenta un factor de depreciación como máximo de 0,8, siendo más idóneo el adoptar 0,7, por ser más realista.

Este método del factor de utilización no es exacto, calculándose un valor de la iluminancia media  $E_m$  aproximado, no conociéndose las uniformidades. En general, el método se utiliza como un primer tanteo de aproximación a la separación idónea entre puntos de luz para obtener las prestaciones luminotécnicas requeridas.

### 1.4.- METODO DE LOS NUEVE PUNTOS

La luz emitida por una luminaria produce en un punto P la siguiente iluminancia horizontal:

$$E = I \cdot (c, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma / h^2$$

Siendo:

$E$	: Iluminancia en lux
-----	----------------------

$I(c, \gamma)$  : Intensidad luminosa emitida por la luminaria en la dirección del punto P determinada por los ángulos,  $(c, \gamma)$ .  
 $H$  : Altura de montaje de la luminaria.

La iluminancia vertical en un punto P en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto y la altura h de montaje de la luminaria, viene dado por la expresión:

$$E_v = I.(c, \gamma). \text{Sen } \gamma \cos^2 \gamma / h^2$$

La intensidad luminosa puede venir especificada mediante matrices de intensidad, diagramas polares y diagramas isocandelas en proyección azimutal.

Asimismo, para el cálculo de la iluminancia en el punto P se puede partir de la curva isolux unitaria para 1 mts de altura y 1000 lúmenes de flujo nominal, deducido de la matriz de intensidad de la luminaria.

En el cálculo de iluminancias no hay que considerar una única luminaria, sino todas las que emiten luz a la zona de cálculo, siendo por tanto la iluminancia en un punto la siguiente:

$$E = \Sigma [ I (c_i, \gamma_i). \cos^3 \gamma_i / h^2 ]$$

El cálculo de la iluminancia en cada uno de los puntos de una calzada, considerando todas las luminarias que influyen, resulta largo y costoso por lo repetitivo, siendo acertado utilizar el ordenador.

El método de los nueve puntos es una simplificación en el cálculo, obteniéndose una iluminancia media  $E_m$  muy aproximada mediante una media ponderada, así como las uniformidades media  $U_m$  y extrema o general  $U_g$ .

La forma de operar del método de los nueve puntos consiste en dibujar en papel vegetal o transparente el plano de la calzada a escala reducida, que será 40/h siempre que las curvas isolux unitarias de la luminaria estén dibujadas en escala 1/25. El plano de la calzada con la situación de los nueve puntos  $P_1, P_2, \dots, P_9$  y las luminarias  $L_1, L_2, \dots$ , se superpone sobre la curva isolux unitaria, colocando en su origen la luminaria  $L_1$ , haciendo coincidir los ejes coordenadas.

Sobre la curva isolux unitaria se leen los valores de los puntos  $B_1, B_2, \dots, B_{10}$ ;  $C_1, C_2, \dots, C_{10}$ ;  $D_1, D_2, \dots, D_{10}$ . Seguidamente y teniendo en cuenta para cada tipo de implantación (unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral oposición o pareada) la influencia de todas las luminarias sobre cada uno de los nueve puntos  $P_1, P_2, \dots, P_9$ ; se obtienen las iluminancias en dichos puntos aplicando las fórmulas matemáticas que reflejen la citada influencia.

Las cifras obtenidas en cada uno de los nueve puntos son valores unitarios para 1000 lúmenes de flujo luminoso y 1 mts de altura de montaje, obteniéndose los valores reales  $P_1, P_2, \dots, P_9$ , multiplicando los valores unitarios por el factor de conversión:

$$C = \Phi / 1000 . h^2$$

La iluminancia media  $E_m$  se calcula sumando los valores reales de los nueve puntos  $P_1, P_2, \dots, P_9$ , previamente multiplicados por su respectivo coeficiente multiplicador. Dicha suma se divide entre 16 (suma de los coeficientes multiplicadores), obteniéndose el valor  $E_m$  de la iluminancia media.

Finalmente, considerando los valores reales de los nueve puntos, se obtienen la iluminancia máxima  $E_{max}$  y mínima  $E_{min}$ , procediéndose al cálculo de las uniformidades media y general:

$$U_{med} = E_{min} / E_{med}$$

$$U_g = E_{min} / E_{max}$$

### 1.5.- CALCULO POR ORDENADOR

Para el cálculo por ordenador se prepara un fichero de entrada de datos, en el que se irán introduciendo los datos geométricos y de otro tipo, y posteriormente los datos fotométricos de las luminarias (matrices de intensidad).

El orden de introducción de datos en el fichero de entrada es el siguiente:

- Datos que definen el contorno de la calzada.
- Disposición geométrica de los puntos de luz.
- Características de las hileras de luminarias, tales como orientación, flujo luminoso, etc.
- Cuadrícula de cálculo sobre la calzada.
- Matrices de intensidad de las luminarias.

La iluminancia de un punto viene dada por la siguiente expresión:

$$E = \Sigma [ I (c_i, \gamma_i) \cdot \cos^3 \gamma_i / h^2 ]$$

El proceso de cálculo es el siguiente:

- 1.- Se genera la cuadrícula de cálculo.
- 2.- Para cada punto de la cuadrícula de cálculo, el ordenador determina el azimut C y el ángulo de inclinación y correspondiente a cada luminaria y, mediante adecuados sistemas de interpolación, se obtiene de la matriz de intensidades, el valor correspondiente de la intensidad debida a cada luminaria.
- 3.- El ordenador realiza las operaciones indicadas en a expresión de la iluminancia, teniendo en cuenta todas las luminarias, obteniéndose la iluminancia en cada uno de los puntos de la cuadrícula de cálculo.
- 4.- Por último calcula la iluminancia media de la zona de cálculo y las uniformidades media y general.

El fichero de salida contendrá un listado de los datos de entrada excepto los fotométricos, una tabla con la iluminancia en cada punto de la cuadrícula de cálculo, y los valores de la iluminancia media  $E_m$  y de las uniformidades media  $U_m$  y general  $U_g$ .

### **1.6.- CALCULO DE LUMINANCIAS**

Aun cuando las luminarias pueden calcularse mediante métodos gráficos tales como el cálculo con diagramas iso-r e isocandelas, cálculo con diagramas iso-q e isolux, y cálculo por el método de las curvas de utilización de luminancia, todos ellos son métodos manuales gráficos aproximados largos y reiterativos, con posibilidad de errores, por lo que actualmente apenas se utilizan.

El cálculo de luminancias debe realizarse siempre en ordenador mediante un adecuado programa de cálculo, en el orden siguiente:

- Fichero de entrada de datos.
- Programa de cálculo.
- Fichero de salida de resultados.

### **1.7.- CALCULO DE DESLUMBRAMIENTOS**

El deslumbramiento molesto es el fenómeno por el cual el ojo del observador experimenta una penosa sensación de exceso de luz, que le dificulta la visión de los objetos y le produce una fatiga ocular.

Si el fenómeno aumenta el efecto producido es la imposibilidad de distinguir los detalles en el campo visión, debido a la aparición de una especie de velo luminoso, definiéndose de esta manera el denominado deslumbramiento perturbador.

### **1.8.- DESLUMBRAMIENTO MOLESTO**

El deslumbramiento molesto G es la apreciación subjetiva en una instalación de alumbrado público, en condiciones dinámicas, de la existencia de un cierto deslumbramiento que reduce la comodidad de conducción de un vehículo. Este deslumbramiento está muy ligado a la fatiga y a la pérdida de agudeza visual.

La expresión del deslumbramiento molesto G es la siguiente:

$$G = IEL + VRI$$

Donde:

- G : Índice del deslumbramiento molesto.  
IEL : Índice específico de la luminaria.  
VRI : Valor real de la instalación.

### 1.9.- DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR

El deslumbramiento perturbador es la apreciación subjetiva en una instalación de alumbrado público, en condiciones estáticas, de una pérdida de visión expresada como un incremento de umbral para diferencias de luminancias, es decir, sensibilidad de contrastes. Este deslumbramiento es mucho más grave que el molesto a efectos de daños visuales, ya que provoca la creación de un velo luminoso deslumbrante en la retina que puede llegar a eliminar las propiedades visuales de una persona.

La luminancia veladora o iluminancia de velo es la luminancia uniforme equivalente, resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la facultad que posee el ojo para apreciar los contrastes.

El deslumbramiento perturbador o incremento de umbral relativo TI, depende fundamentalmente de la iluminancia de velo, cuya expresión es la siguiente:

$$L_v = K \cdot \Sigma (E_g / \theta^2) \quad (\text{en cd / m}^2)$$

Donde:

- K : Constante que depende de la edad del conductor, y aunque es variable se adopta como valor medio 10 si los ángulos se expresan en grados, y  $3 \times 10^{-3}$  si se expresan en radianes.  
 $E_g$  (lux) : Iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión.  
 $\theta$  (grados) : Angulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación.

Se considera que influyen en el deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500m de distancia del observador.

El cálculo, aun cuando puede ejecutarse por métodos gráficos, se realiza normalmente mediante ordenador y el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral relativo TI, se expresa en tanto por ciento y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$TI = 65 [ L_v / (L_m)^{0,8} ] \quad (\text{en \%})$$

Siendo:

- $L_v$  : Luminancia de velo.  
 $L_m$  : Luminancia media de la calzada.

Formula válida para luminancias medias de calzada ( $L_m$ ) entre 0,05 y 5 cd/m<sup>2</sup>

En el caso de niveles de luminancia media en las calzadas superiores a 5 cd/m<sup>2</sup>, el incremento de umbral de contraste viene dado:

$$TI = 95 [ L_v / (L_m)^{1,05} ] \quad (\text{en \%})$$

### **1.9.1.- ANGULO DE APANTALLAMIENTO**

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de  $20^\circ$  con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo.

### **1.9.2.- POSICIÓN DEL OBSERVADOR**

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

- a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada.
- b) En dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre exactamente  $20^\circ$  con la línea de visión, es decir a una distancia igual a  $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$ . En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando  $20^\circ$ ) y se considerará para los cálculos, el mayor de los dos.
- c) En dirección transversal se situará a  $1/4$  de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500m.

### **1.9.3.- CONTROL DE LA LIMITACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO EN GLORIETAS**

En el caso de glorieta no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluye a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación, con una altura de la misma de 1,50m.

- **Posición 1:** Sobre una vía de tráfico que afluye a la glorieta, y el observador mirando al centro de la isleta.

- **Posición 2:** Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

### **1.10.- RELACIÓN ENTORNO SR**

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los bordes de la calzada.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura ( $A_{SR}$ ) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea a la calzada, se tomará para ( $A_{SR}$ ) la anchura de ese espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

#### **1.10.1- Número y posición de los puntos de cálculo en sentido longitudinal.**

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido transversal.

#### **1.10.2- Número y posición de los puntos de cálculo en sentido transversal.**

El número de puntos de cálculo será  $n=3$  si  $A_{SR} > 2,5$  y  $n=1$  en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función de la anchura ( $A_{SR}$ ) de la zona de cálculo, como:

$$D = 2 (A_{SR} / n)$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia (d/2), de la primera y última luminaria, respectivamente.

### **1.11.- RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO**

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa o reflejada por las superficies iluminadas

Clasificación de zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<b>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS</b> Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior.

La luminosidad del cielo producida por el alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento.

El flujo hemisférico superior instalado  $FHS_{inst}$  o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3, y E4, no superará los límites establecidos en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO
	$FHS_{INST}$
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

Además de ajustarse a los valores de la tabla anterior, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

### 1.12.- LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA ESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

Al objeto de limitar los efectos de la luz intrusa o molesta de las instalaciones de alumbrado exterior sobre residentes o ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, excepto el alumbrado festivo y el navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la siguiente tabla:

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical ( $E_v$ )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias ( $I$ )	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas ( $L_m$ )	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas ( $L_{m\acute{a}x}$ )	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ( $L_{m\acute{a}x}$ )	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% Para adaptación a $L = 0,1 \text{ cd/m}^2$	TI = 15% Para adaptación a $L = 1 \text{ cd/m}^2$	TI = 15% Para adaptación a $L = 2 \text{ cd/m}^2$	TI = 15% Para adaptación a $L = 5 \text{ cd/m}^2$