

ANEJO 15: OBRAS COMPLEMENTARIAS

ANEJO N° 15: OBRAS COMPLEMENTARIAS

ÍNDICE

1.- INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	2
1.1.- Objeto	2
1.2.- Reglamentos, normativa y recomendaciones	2
1.3.- Descripción general.....	2
1.4.- Actuación de iluminación entre el P.K. 691+800 y P.K. 697+500.....	2
1.4.1.- Situación previa	2
1.4.2.- Suministro de energía.....	3
1.4.3.- Criterios generales de iluminación.....	3
1.4.4.- Descripción de la solución propuesta	6
1.4.4.1.- Alimentación eléctrica	7
1.4.5.- Niveles lumínicos.....	7
1.4.6.- Descripción general de la instalación	7
1.4.6.1.- Luminarias	7
1.4.6.2.- Soportes	8
1.4.7.- Factor de utilización de la instalación	8
1.4.8.- Factor de mantenimiento de la instalación	9
1.4.9.- Limitación de la contaminación luminosa: resplandor luminoso nocturno.....	10
1.4.10.- Calificación energética de la instalación	10
1.4.10.1.- Eficiencia energética	10
1.4.10.2.- Calificación energética	11
1.4.11.- Limitación de la contaminación luminosa. Resplandor luminoso nocturno.....	12
1.4.11.1.- Limitaciones de las Emisiones Luminosas.....	13
1.4.12.- Régimen de funcionamiento y sistema de encendido.....	13

APÉNDICE N° 1: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

APÉNDICE N° 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.- INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

1.1.- OBJETO

El presente anejo tiene por objeto describir las actuaciones de electricidad y alumbrado que se desarrollan en el Proyecto "ACTUACIONES PARA LA MEJORA DE SEGURIDAD VIAL EN LA N-340. P.K. 691+800 – P.K. 697+500".

La ejecución del proyecto se ajustará a las prescripciones del Pliego de Condiciones Técnicas.

1.2.- REGLAMENTOS, NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

El proyecto se realiza según la normativa vigente, reglamentación y recomendaciones, que se exponen a continuación.

Reglamento de verificación eléctrica y regularidad en el suministro de energía. Decreto del Ministerio de Industria del 12-03-54 (BOE 15-4-54). Modificación artículos 2 y 92 BOE 27-12-68.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT según Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Mº de Industria B.O.E. 18-Septiembre-2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E. de 1 de agosto de 1984.

Normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. Resolución de 19 de Junio de 1984 de la Dirección General de Energía. B.O.E. 26-Junio-84.

Desarrollo y complemento del Real Decreto 7/1988 de 8 de Enero, sobre exigencias de seguridad de material eléctrico, relacionado con las normas españolas acordes con la CEE. Orden de 6 de Junio de 1989, del Mº de Industria y Energía. B.O.E. 21-Junio-89.

Normas sobre acometidas eléctricas. Real Decreto 2949/1982, de 15 de Octubre, de Mº de Industria y Energía. B.O.E. 12-Noviembre-82. Corrección de errores. 4-Diciembre-82 Corrección de errores. B.O.E. 29-Diciembre-82. Corrección de errores. B.O.E. 21-Febrero-83.

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Recomendaciones CEN/TC 169/WG6N100E: "Standard for the Lighting of Road Tunnels" sobre Criterios de Iluminación para Alumbrado de Túneles.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión R.D.842/2002 de 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.01 a ITC-BT-51.

Recomendaciones CIE (Comisión Internationale de l'Eclairage).

Normas UNE

Recomendaciones UNESA

Normas de régimen interno y Recomendaciones de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica (Normas MTDYC y MTNEDIS para líneas aéreas de MT, líneas Subterráneas de MT, Centros de Transformación y Normas Particulares para instalaciones de Medida de Energía Eléctrica).

Normas de diseño de aparataje eléctrica:

UNE 20099, 20104-1.

CEI129, 265-1, 298.

UNE 20100, 20135, 21081, 21136, 21139, RU6407 B

CEI 56, 420, 694.

UNE 20101 RU5201.

1.3.- Descripción general

En este anejo se va a describir las actuaciones de iluminación en las glorietas ubicadas en los pp.kk 691+800 y 697+500.

1.4.- Actuación de iluminación entre el P.K. 691+800 y P.K. 697+500.

La actuación de iluminación entre los P.K. 691+400 y P.K. 697+500 afecta a las rotondas situadas según la lista de actuaciones que a continuación se presenta:

Actuación P.K. 692+000

Glorieta P.K. 691+800

Actuación P.K. 697+500

Glorieta P.K. 697+500

1.4.1.- Situación previa

Para acometer las actuaciones proyectadas previamente se ha de desmontar el alumbrado existente. Las glorietas con alumbrado a desmontar son:

Actuación P.K. 692+000

Glorieta P.K. 691+900

Actuación P.K. 697+500

Glorieta P.K. 697+600

Las unidades lumínicas a desmontar se representa en el anejo de planos.

1.4.2.- Suministro de energía

El suministro de energía para el alumbrado exterior proyectado se realizará mediante una línea en Baja Tensión desde centro de mando, que transcurrirá en canalización subterránea bajo tubo, hasta los puntos de luz.

La glorieta del p.k. 191+800 dispondrá de un centro de mando y la glorieta del P.K. 697+500, que se alimentará desde la línea actual de alumbrado que da servicio a la zona.

Los centros de mando se alimentarán mediante acometidas en baja tensión desde la red de compañía existente en la zona.

1.4.3.- Criterios generales de iluminación

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de la seguridad del tráfico y percepción visual son:

- Nivel de luminancia e iluminancia.
- Uniformidad de los valores de luminancias e iluminancias.
- Apariencia de color y rendimiento en color.
- Grado de limitación del deslumbramiento.
- Eficacia de la geometría de la instalación para la orientación visual.

Los niveles de luminancia media recomendados oscilan entre 0,30 y 2,00 cd/m² dependiendo del tipo de vía, de la intensidad de tráfico y de la velocidad de circulación.

El criterio de uniformidad, desde el punto de vista de la "seguridad de percepción" es la relación L_{min}/L_{med}, que en ningún lugar de la vía debe ser inferior a 0'35 en vías de tráfico moderado y a 0'4 en las de tráfico intenso. Se ha establecido, sin embargo, que un alumbrado viario, aún cuando cumple con éste requisito puede siempre presentar un aspecto desagradable de luz sombra. Por consiguiente, se debe emplear un criterio adicional, el de "facilidad de percepción". Este criterio se expresa mediante la relación L_{min}/L_{máx}, medida a lo largo del eje de cada carril, también llamada "uniformidad longitudinal".

En el alumbrado exterior se utilizan dos criterios relacionados con la noción de deslumbramiento: el deslumbramiento "fisiológico" o "perturbador" se califica en términos de perceptibilidad; el deslumbramiento "psicológico" o "molesto" se califica en términos de comodidad. Las investigaciones han demostrado que muchas veces no hay ningún deterioro del nivel de perceptibilidad si el grado de deslumbramiento es aceptable desde el punto de vista de la comodidad visual.

Se han hecho extensas investigaciones para determinar el índice de deslumbramiento aplicable al alumbrado de las vías públicas, se utilizaron modelos a escala y también instalaciones actualmente en uso.

Se solicitó gran número de observadores para evaluar el grado de deslumbramiento molesto de varias instalaciones, según una escala de 1 a 9. El promedio de estas evaluaciones para una instalación dada indica su grado de deslumbramiento molesto expresado en valores de G.

Los resultados de estas investigaciones indican que el deslumbramiento molesto de una vía con alumbrado artificial depende principalmente de:

- La intensidad lumínica en un ángulo de 80° con la vertical en el plano C=0°, 180.
- La intensidad lumínica en un ángulo de 88° con la vertical en el plano C=0° 188.
- La luz emitida en el área aparente de las luminarias, proyectada bajo un ángulo de 76° F.
- La luminancia media de la superficie de la calzada L_m.
- La altura entre el plano visual y el de las luminarias, h.
- El número de luminarias por kilómetro P.

ÍNDICE	DESLUMBRAMIENTO	EVALUACIÓN
1	INSOPORTABLE	MALO
3	INQUIETANTE	INADECUADO
5	ADMISIBLE	REGULAR
7	SATISFACTORIO	BUENO
9	IMPERCEPTIBLE	EXCELENTE

Un análisis de estos factores permite establecer una fórmula para calcular el índice de deslumbramiento, G, de una determinada instalación. La fórmula indicada a continuación es válida para alturas de montaje inferiores a 20 m.

$$G = 13'84 - 3'31 \log I_{80^\circ} + 1'3 (\log I_{80^\circ}/I_{88^\circ})^{0,5} - 0'08 \log I_{80^\circ}/I_{88^\circ} + 1'29 \log F + C + 0'97 \log L_m + 4'41 \log h' - 1'46 \log p$$

El criterio para el deslumbramiento perturbador (o sea, la pérdida de perceptibilidad o facultad de percepción) es el llamado "incremento de umbral" TI, que se puede calcular mediante la sensibilidad de contraste del ojo, que depende de la luminancia media de la vía, L_m, y la luminancia de velo, L_v. Para valores de L_m entre 0'05 y 5 cd/m², que son típicos en el alumbrado de vías, este criterio puede sustituirse por el descrito, por la relación L_v/L_m.

Como resumen damos a continuación las tablas del Reglamento de Eficiencia de Energética que establecen el tipo de vía y el tipo de alumbrado a instalar:

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1.

Tabla 1- Clasificación de las vías.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad de tráfico rodado (km/h)
A	De alta velocidad	v>60
B	De moderada velocidad	30<v≤60
C	Carriles bici	--
D	De baja velocidad	5<v≤30
E	Vías peatonales	v≤5

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto correspondientes a la clasificación de vías anteriores.

Tabla 2: Clases de alumbrado para vías tipo A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
A1	Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías)	ME 1 ME 2 ME 3a
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera	
	Alta (IMD) > 25.000	
	Media (IMD) – Entre 15.000 y 25.000	
	Baja (IMD) < 25.000	
A1	Carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas)	ME 1 ME 2
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera	
	Alta (IMD) > 15.000	
	Media y baja (IMD) < 15.000	
A2	Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.	ME 1

	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	ME 2
	Control de tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios.	ME 3a
	Parámetros específicos.	ME 4a
A3	Vías colectoras y rondas de circunvalación.	ME 1
	Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.	ME 2
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	ME 3a
	Control de tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios.	ME 4a
	Parámetros específicos.	ME4b

Tabla 3: Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante	ME 2/ME3c ME4b/ME5/ME6
	Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas	
	Intensidad de tráfico	
	IMD ≥ 7.000	
	IMD < 7.000	
B2	Carreteras locales en áreas rurales	ME 2/ME3b ME4b/ME5
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera	
	IMD ≥ 7.000	
	IMD < 7.000	

Tabla 4: Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
C1	Carriles Bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	S1/S2 S3/S4
D1-D2	Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías Aparcamientos en general Estacionamiento de autobuses Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A/CE2 CE3/CE4
D3-D4	Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto Normal	CE2/S1/S2 S3/S4

Tabla 5: Clases de alumbrado para vías tipo E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
E1	Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada Paradas de autobús con zonas de espera Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4
E2	Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones: Alto Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4

En la siguiente tabla se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

La elección de la clase de alumbrado viene determinada por las tablas dispuestas en el Real Decreto 1890, y expuestas anteriormente según las cuales, se clasifica:

Tabla 9: Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de alumbrado	Luminancia horizontal	
	Iluminancia media	Uniformidad Media
	Em (lux) (mínima mantenida)	Um (mínima)
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Esta tabla establece los niveles mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.

Nombre de la Instalación (Diferentes Secciones)	Tipo de Vía	Situación de Proyecto	Clase de Alumbrado
VIALES	CARRETERAS INTERURBANAS CON ACCESOS NO RESTRINGIDOS	A3	ME2
GLORIETAS	ALUMBRADO ESPECÍFICO (1)	-	CE1

En zonas urbanas o en carreteras dotadas de alumbrado público, el nivel de iluminación de las glorietas será como mínimo un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación, cumpliéndose en todo caso lo establecido en el apartado 2.3 referente a zonas especiales de viales.

1.4.4.- Descripción de la solución propuesta

El alumbrado proyectado consiste en la implantación de báculos bilaterales, unipolares y al tresbolillo, con interdistancias y alturas según la siguiente tabla resumen.

Vial	Interdistancias	Altura	Tipo luminaria
4 m	46 m	12 m	VSAP
4 m	28 m	8 m	LED
7 m	40 m	12 m	VSAP
7 m	22 m	8 m	LED
14 m	24 m	12 m	VSAP

La Glorieta del p.k. 691+800 se iluminará desde el centro, mediante 4 proyectores de 400 w, equipados con lámparas de VSAP y situados en columnas de 18 m de altura.

La glorieta del P.K. 697+600, se iluminará desde los bordes mediante luminarias de Led.

La distribución de los puntos de luz se realiza según la ubicación resultante de los estudios luminotécnicos realizados para la clasificación anteriormente realizada. En el anejo correspondiente se presentan los cálculos luminotécnicos.

1.4.4.1.- Alimentación eléctrica

La alimentación a las luminarias proyectadas se realizará desde un centro de mando de alumbrado proyectado, adecuadamente ubicado según se indica en planos. Esta alimentación se realiza mediante canalización subterránea bajo tubo que transcurrirá según planos hasta la llegada de las líneas a los puntos de luz.

Los conductores empleados serán multipolares y unipolares de cobre, aislado para una tensión nominal de 1.000 V, mediante aislamiento tipo XLPE - 0,6/1 KV.

Cada centro de mando constará de un interruptor automático general con protección y corte omnipolar y, por cada circuito de salida, de un contactor accionado desde el centro de control y de forma opcional mediante luminómetro, de un interruptor diferencial rearmable y regulable, así como de un interruptor automático de curva "c". Dispondrá asimismo, para casos de maniobra manual, de un interruptor en cada circuito de salida. Este centro de mando estará dotado con equipo estabilizador regulador flujo, que permitirá la disminución de luz en las horas nocturnas de poco uso de la zona, permitiendo así un importante ahorro de energético.

Las alimentaciones a unidades luminosas, en tendido subterráneo, se ejecutarán sin elementos de empalmes cuando la sección del cable de alimentación general, sea igual o inferior a 25 mm², haciendo la entrada en la arqueta o caja de derivación correspondiente. Dichos conductores se conectarán a los bornes de una caja de conexión y protección de poliéster con fibra de vidrio, que a tal efecto se instalará lo más cerca posible al punto de luz. Desde las citadas cajas, se derivará para alimentar el equipo de alto factor, compuesto de reactancia, en unos casos del tipo autorreguladora y en otros del tipo reactor condensador, arrancador y lámpara, mediante conductor de cobre con aislamiento de policloruro de vinilo, designación XLPE 0'6/1KV de 3 x 2'5 mm² de sección.

Cuando la sección del conductor de la red general, sea superior a 25 mm², las derivaciones a la unidad luminosa, se realizarán mediante KITS en forma de "T", ejecutándose las mismas de tal forma que la continuidad en el aislamiento del conductor sea la misma en toda la longitud del cable empleado.

Cada punto de luz dispondrá de una caja de derivación estanca IP-65, que dispondrá de bornes interiores para las derivaciones a puntos de luz.

Los materiales utilizados en las cajas de protección deberán ser aislantes de clase A, según norma UNE 21305-90, en posición de servicio el grado de protección será según norma UNE 20324-93.

Se ha proyectado una red general de tierras, formada por un conductor de protección de cobre electrolítico con aislamiento UNE V-750 de policloruro de vinilo color verde-amarillo, de 16 mm² de sección.

Este cable discurrirá por el interior de la canalización; los empalmes, en los casos que fuese necesario, se realizarán mediante soldadura de alto punto de fusión. De éste cable principal partirán las derivaciones a cada punto a poner a tierra, (masas metálicas de los electrodos, columnas, centro de mando, etc), con cable de la misma sección y material unidos a las partes metálicas mediante tornillo, tuerca y arandela de cobre o aleación rica en cobre que garantice el contacto permanente. La línea principal de

tierra, que une el electrodo hasta la primera derivación o empalme, tendrá siempre una derivación de 35 mm².

1.4.5.- Niveles lumínicos

Los niveles obtenidos para esta implantación, justificados en el anexo de cálculos luminotécnicos, son los siguientes:

Valor máximo. (Emax.), Valor medio. (Em.), Valor mínimo. (Emin.), Uniformidad media. (Uo.)

ÁREA DE ESTUDIO	Emin lux	Em lux	Emax lux	Uo %
Rin=20m	19.9	30.2	46.6	65.8
Rin=25m	17.5	30.4	40.5	57.5
VIAL 4M (ONYX)	11.9	22.2	43.9	53.5
VIAL 7M (ONYX)	15.3	24.0	43.3	64.0
VIAL 14M (ONYX)	15.8	24.1	46.1	65.7
VIAL 4M (SENSO)	11.8	20.7	32.0	57.0
VIAL 7M (SENSO)	14.1	22.3	35.2	63.2

1.4.6.- Descripción general de la instalación

La instalación de alumbrado proyectada estará constituida principalmente por los siguientes elementos:

1.4.6.1.- Luminarias

Luminaria hermética ONYX 2, grado de estanqueidad IP66, constituida por cuerpo de fundición de aluminio inyectado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas mediante dos bisagras, bloque óptico Sealsafe formado por el protector de vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio, brillantado y anodizado, con placa de auxiliares eléctricos desmontable y pieza giratoria de fijación que permite la instalación lateral o vertical.

Luminaria LED SENSO, compuesta por un protector de vidrio ligeramente curvo anti-reflectante y auto-limpiable y un cuerpo de aluminio donde se ubica el bloque óptico (IP66) y el compartimento de auxiliares (IP66), ambos independientes y accesibles in situ. Diseño compacto gracias a la tecnología LED que permite alturas de montaje de 6 a 10m gracias a las diferentes configuraciones disponibles, ya que puede ir equipada con diferente número de LED de alto flujo luminoso según las necesidades de la aplicación (SENSO 1, hasta 62LED. SENSO 2, hasta 96 LED). Fotometría flexible, distribución alumbrado público optimizada gracias al sistema ORIENTO FLEX®.

Proyector hermético NEOS-3, grado de hermeticidad IP66. Consta de dos partes fabricadas de aleación de aluminio inyectado y pintado. Cuerpo con reflector fabricado con aluminio abrigantado y anodizado (disponibilidad de varios reflectores) y con placa de auxiliares eléctricos desmontable. Protector de vidrio reforzado sellado al marco por medio de silicona. Horquilla de fijación con un disco graduado para el ajuste de inclinación in situ. Capa de pintura en polvo de poliéster.

En la ejecución de los estudios de iluminación correspondientes a dicho proyecto, hemos empleado las siguientes luminarias con los correspondientes datos.

ÁREA DE ESTUDIO	LUMINARIA	RENDIMIENTO (η) (%)
VIAL	ONYX-2	80.8
VIAL	SENSO	75.0
GLORIETA	NEOS3	78.3

Con lo que de estos datos obtenemos un resultado satisfactorio atendiendo a lo expuesto en la ITC-EA-04 del Real Decreto 1890, Tabla 9.

Según la "INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA EA-04", con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- a) 40 lm/w, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- b) 65 lm/w, para alumbrados vial, específico y ornamental.

A la vista de la gama de lámparas existentes en el mercado, destinadas al alumbrado y las características de éstas, en cuanto a rendimiento lumínico y vida media, se ha elegido, por ser la de mejores características, las siguientes

Tecnologías de lámparas y Modelos	Potencia	Luminaria en la que se utiliza	Flujo inicial	Eficiencia de lámpara
Sodio Alta Presión SAP	400 W	NEOS-3	56.5 Klm	141.25 lm/W
Sodio Alta Presión SAP-T	250 W	ONYX-2	33.2 Klm	132.8 lm/W
Led's Tipo Cree XP-E	1.15 W	SENSO	0.094 Klm	81.7 lm/Led

Lámpara	Equipo Auxiliar	Potencia Activa consumida	Flujo total	Eficiencia del sistema
Sodio Alta Presión SAP	ELT SAP 400 W	404 W	56.5 Klm	139.85 lm/W
Sodio Alta Presión SAP-T	ELT SAP 250 W	258.3 W	33.2 Klm	128.5 lm/W
Led's Tipo Cree XP-E	LED	120W	9 Klm	75.2 lm/W

1.4.6.2.- Soportes

Los soportes de las luminarias de alumbrado público, 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 16/05/89). 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 sopores, sus anclajes, se dimensionaran de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento con un coeficiente de seguridad mínimo que asegure su resistencia.

1.4.7.- Factor de utilización de la instalación

El factor de utilización de una instalación, es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar, como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Para realizar su cálculo partimos de la siguiente relación: $E_M = (F_U \times F_M \times F_L) / S$

Donde:

E_M = Es la Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto, y se mide en "Lux".

F_U = Es el factor de utilización (en valores por unidad)

F_M = Es el factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)

F_L = Es el flujo luminoso emitido por la lámpara instalada (se mide en lúmenes)

S = Es la superficie de referencia iluminada de la calzada a estudiar (se mide en metros cuadrados)

ÁREA DE ESTUDIO	FU
VIAL 4M (ONYX)	0.171
VIAL 7M (ONYX)	0.281
VIAL 14M (ONYX)	0.338
VIAL 4M (SENSO)	0.300
VIAL 7M (SENSO)	0.445
Rin=20m	0.224
Rin=25m	0.181

1.4.8.- Factor de mantenimiento de la instalación

El factor de mantenimiento (fm) es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio – Eservicio), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminación media inicial – Einicial).

$$fm = E_{servicio} / E_{inicial} = E / E_i$$

El factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará:

$$fm = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

Siendo:

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

Tabla 10 – Factores depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73

Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Tabla 11 – Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Tabla 12 – Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican en las tablas situadas en el Anexo2 del presente documento (Tablas 10, 11 y 12), y las establece el Real Decreto en su ITC-EA-06, según esas tablas, los resultados adaptados al proyecto en cuestión son:

Nombre de la instalación	Tipo de lámpara	FDFL	FSL	FDLU	FM (*)
GLORIETA CONVENCIONAL	SAP	0.9	0.89	0.90	0.72
VIAL	SAP-T	0.90	0.89	0.91	0.72
VIAL	LED				0,85

1.4.9.- Limitación de la contaminación luminosa: 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 hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

El Real Decreto en su ITC-EA-03 dispone unas tablas, tablas 13 y 14, las cuales fijan determinadas zonas con diferentes valores para el flujo lumínico hemisférico superior (FHS) de las luminarias en dicha instalación.

En concreto, como la instalación tratada en este documento se encuentra en una zona periurbana, pertenece a una zona E2, y debe de cumplir con un FHS <5%

ÁREA DE ESTUDIO	LUMINARIA	ZONA DE LIMITACIÓN	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHSinst
GLORIETA	NEOS3	E3	0.00 %
VIAL	ONYX-2	E2	0.90 %
	SENSO		0.11 %

Con lo que de estos datos obtenemos un resultado satisfactorio.

1.4.10.- Calificación energética de la instalación

1.4.10.1.- Eficiencia energética

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior, se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\epsilon = (S \times EM) / P$$

Siendo:

ϵ = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m² x Lux / W)

EM = Es la Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto, y se mide en "Lux".

S = Es la superficie de referencia iluminada de la calzada a estudiar (se mide en metros cuadrados)

P = Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (Wattios)

Los requisitos mínimos que marca el real decreto 1890/2008 de 14 de Noviembre de 2008 son para el caso de alumbrado vial funcional y vial ambiental y vienen determinados en la ITC-EA-01, en las tablas 15 y 16.

Tabla 15 - Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

ILUMINANCIA MEDIA EM (Lux)	€
≥ 30	22
25	20
20	17.5
15	15
10	12
≤7,5	9.5
Nota – Para los valores de iluminancia media comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.	

Tabla 16 - Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

ILUMINANCIA MEDIA EM (Lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA REF. (€R)
≥20	13
15	11
10	9
7,5	7
≤5	5
Nota – Para los valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.	

Resultados obtenidos para nuestra instalación:

ÁREA DE ESTUDIO	Superficie Iluminada (m2)	Em (lux)	Potencia Activa Total Instalada (w)	€
Rin=20m	1207	30.2	1.616	22.557
Rin=25m	1457	30.4	2.424	18.27
VIAL 4M (ONYX)	184	22.2	258.3	15.81
VIAL 7M (ONYX)	280	24.0	258.3	26.01
VIAL 14M (ONYX)	336	24.1	258.3	31.35
VIAL 4M (SENSO)	112	20.7	120	19.32
VIAL 7M (SENSO)	154	22.3	120	28.61

Los resultados son satisfactorios acorde al Real Decreto.

1.4.10.2.- Calificación energética

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto alumbrado de navidad y carteles luminosos se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética IC se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación € y el de eficiencia energética de referencia €R en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla perteneciente al Real Decreto en la ITC-EA-01, tabla 17.

$$IC = € / IR$$

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de letras que va desde la letra A (más eficiente) a la G (menos eficiente). El índice utilizado para escala de letras será el índice de consumo energético ICE que es igual al inverso de IC, dicha calificación se determina en la tabla 18, perteneciente al Real Decreto ITC-EA-01.

$$ICE = 1 / IC$$

Tabla 17 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial Funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada Em	Eficiencia energética de referencia €R(m2 lux /	Iluminancia media en servicio proyectada Em	Eficiencia energética de referencia €R(m2 lux /
≥30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤7,5	14	7,5	7
--	--	≤5	5

Nota – Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

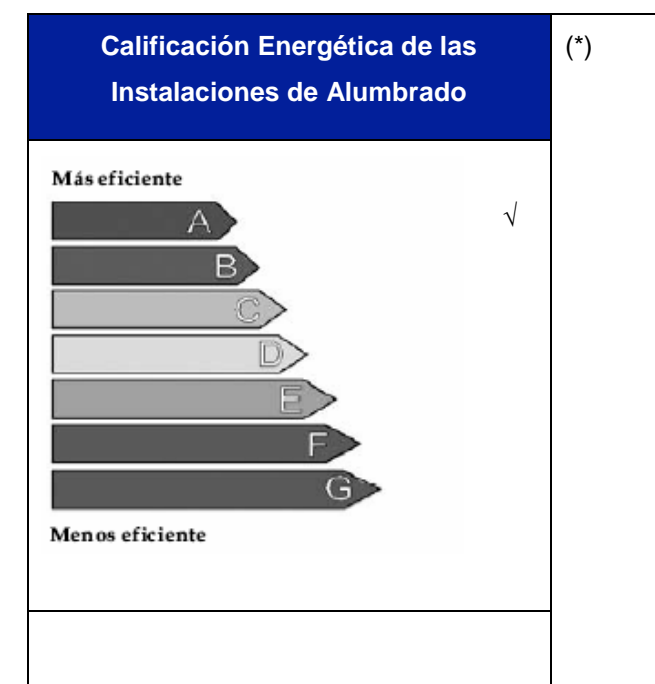
Tabla18 - Calificación energética.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	ICE	IE
A	ICE < 0.91	IE > 1.1
B	0.91 ≤ ICE < 1.09	1.1 ≥ IE > 0.92
C	1.09 ≤ ICE < 1.35	0.92 ≥ IE > 0.74
D	1.05 ≤ ICE < 1.79	0.74 ≥ IE > 0.56
E	1.79 ≤ ICE < 2.63	0.56 ≥ IE > 0.38
F	2.63 ≤ ICE < 5.00	0.38 ≥ IE > 0.20
G	ICE ≥ 5.00	IE ≤ 0.20

A continuación se detalla la calificación detallada de la instalación estudiada:

ÁREA DE ESTUDIO	IE	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
VIAL 4M (ONYX)	0.579	D
VIAL 7M (ONYX)	0.916	C
VIAL 14M (ONYX)	1.102	A
VIAL 4M (SENSO)	0.731	D
VIAL 7M (SENSO)	1.045	B
Rin=20m	1.735	TIPO A
Rin=25m	1.406	TIPO A
Rin=30m	1.121	TIPO A

Con los resultados obtenidos, la etiqueta de Calificación Energética, queda como sigue:



1.4.11.- Limitación de la contaminación luminosa. Resplandor luminoso nocturno

En la tabla 13 se clasifican las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas.

Tabla 13 - Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<p>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:</p> <p>Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natura, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar</p>
E2	<p>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:</p> <p>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</p>
E3	<p>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</p> <p>Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.</p>
E4	<p>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD alta:</p> <p>Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja nocturna</p>

1.4.11.1.- Limitaciones de las Emisiones Luminosas

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará los límites establecidos en la tabla 14

Tabla 14 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHSinst
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%

E4	≤ 25%
----	-------

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta sobre residentes y ciudadanos en general, con excepción del alumbrado festivo y navideño, las instalaciones de alumbrado exterior se diseñarán para cumplir los valores máximos siguientes:

Parámetros luminotécnicos	Zona E1	Zona E2	Zona E3	Zona E4
Iluminación vertical	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media fachadas	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima fachadas	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máx señales y anuncios	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste				
sin iluminac.	ME5	ME3 / ME4	ME1 / ME2	
TI = 15 % para adaptación a	TI = 15 % para adaptación a	TI = 15 % para adaptación a	TI = 15 % para adaptación a	
L = 0,1 cd/m ²	L = 1 cd/m ²	L = 2 cd/m ²	L = 5 cd/m ²	

1.4.12.- Régimen de funcionamiento y sistema de encendido

El sistema de encendido, anteriormente descrito, justifica el cumplimiento del Artículo 8. Régimen de funcionamiento, establecido en el Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, dado que la instalación consta de reloj astronómico, y regulador de flujo.

Para reducir en lo posible el consumo de energía eléctrica, satisfaciendo en todo momento las necesidades visuales de los usuarios, el encendido y apagado de la instalación de alumbrado exterior se realiza mediante interruptor horario astronómico digital, incorporado en el módulo control.

Las instalaciones de alumbrado exterior, estarán en funcionamiento como máximo durante el periodo comprendido entre la puesta de sol y su salida o cuando la luminosidad ambiente lo requiera.

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, alumbrado específico, alumbrado ornamental y alumbrado de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada superior a 5 kW. Para este fin, se equipa al centro de mando con un regulador de flujo.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento

establecidos. La regulación del nivel luminoso se podrá realizar por medio de alguno de los siguientes sistemas: balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia, reguladores-estabilizadores en cabecera de línea o balastos electrónicos para doble nivel de potencia.

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula. Además de los sistemas de encendido automáticos, es recomendable instalar un sistema de accionamiento manual, para poder maniobrar la instalación en caso de avería o reposición de los citados elementos.

Para obtener ahorro energético en casos tales como instalaciones de alumbrado ornamental, anuncios luminosos, espacios deportivos y áreas de trabajos exteriores, se establecerán los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, para lo que se dispondrá de relojes astronómicos o sistemas equivalentes, capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales y anuales.

APÉNDICE Nº 1: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Información general

Detalles de las mallas

• Malla (1)

General

Tipo : Activado : Máscaras Color :

Geometría

Posición de

X : Y : Z :

Tamaño

Nº X : Interdistancia X : Tamaño X :
 Cantidad : Paso : Tamaño :

Cálculo

Iluminancia : Faceta :

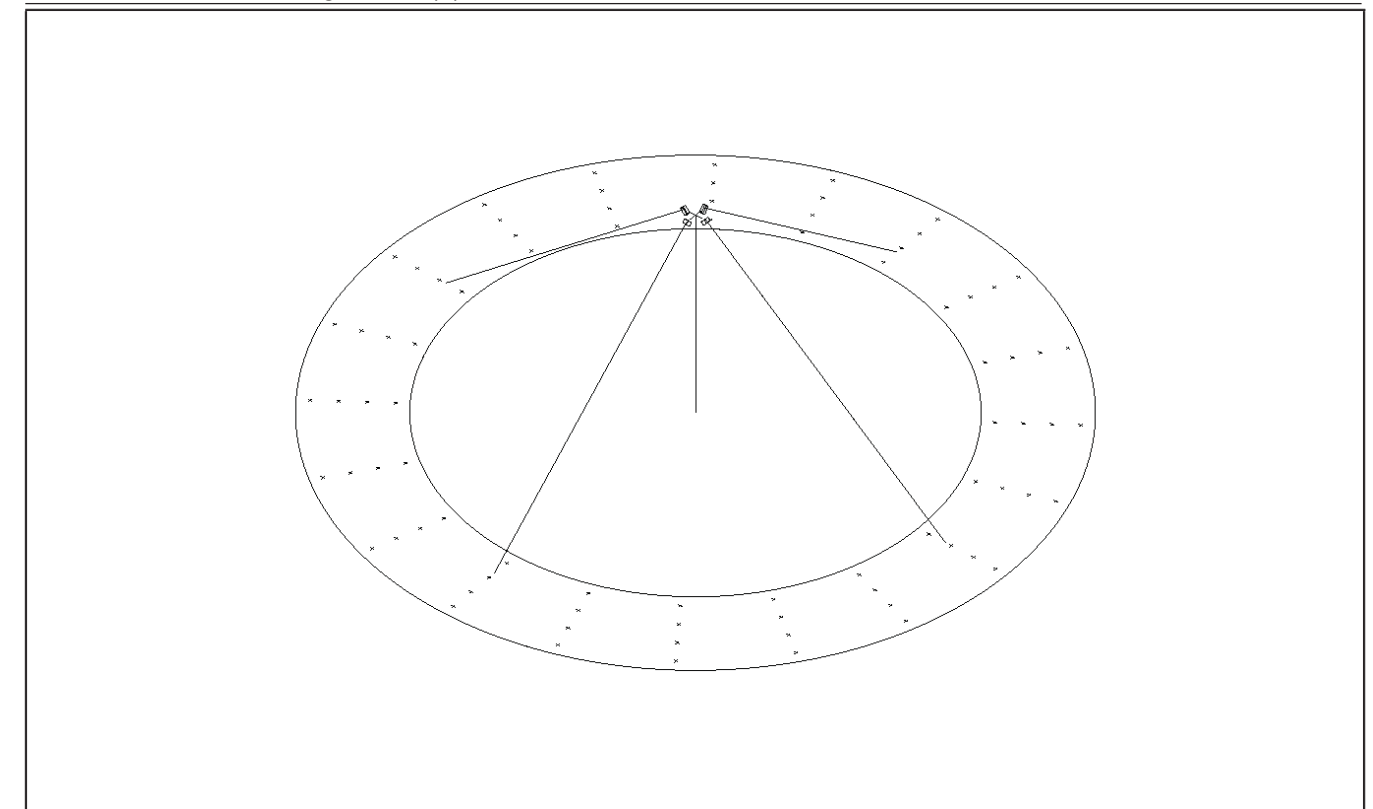
Resumen

Resumen sobre las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla (1)	Min	Máx	Med (A)	Min/Máx	Min/Med
Iluminancia (lux)	19,9	46,6	30,2	42,7	65,8

Vista actual Configuración (1)



Resultados de las mallas

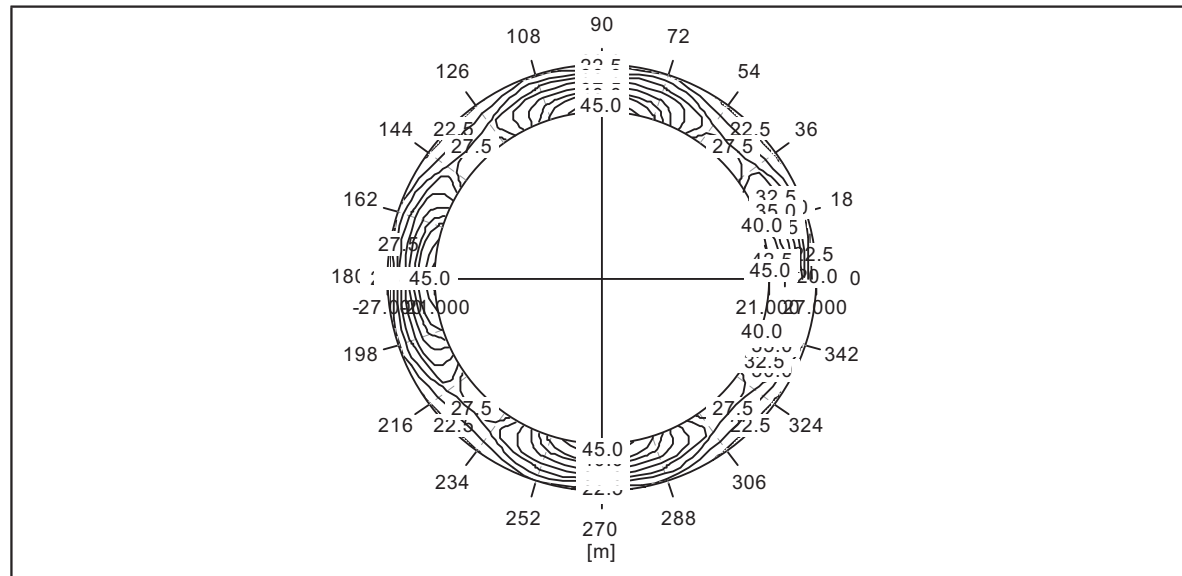
Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla (1) : Iluminancia [lux]

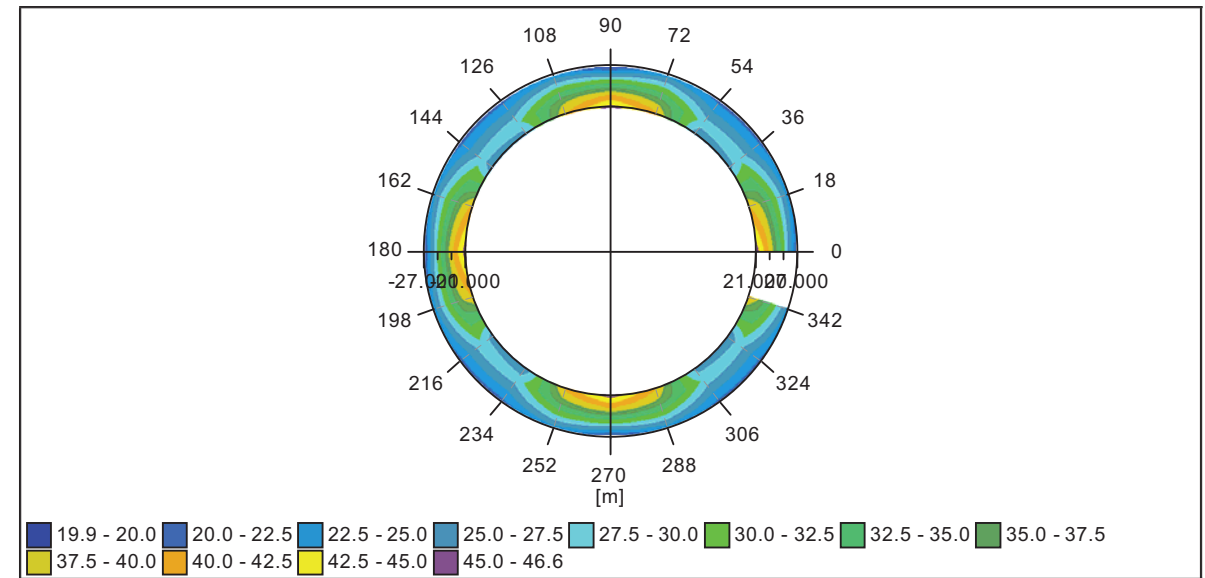
Mín : lux Med (A) : lux Máx : lux Uo : % Ug : %

342,0	40,9	36,5	30,8	24,3
324,0	25,1	28,8	25,4	21,7
306,0	26,2	29,4	25,7	21,8
288,0	40,2	36,8	30,7	23,6
270,0	46,6	39,6	30,9	19,9
252,0	40,9	36,5	30,8	24,3
234,0	25,1	28,8	25,4	21,7
216,0	26,2	29,4	25,7	21,8
198,0	40,2	36,8	30,7	23,6
180,0	46,6	39,6	30,9	19,9
162,0	40,9	36,5	30,8	24,3
144,0	25,1	28,8	25,4	21,7
126,0	26,2	29,4	25,7	21,8
108,0	40,2	36,8	30,7	23,6
90,0	46,6	39,6	30,9	19,9
72,0	40,9	36,5	30,8	24,3
54,0	25,1	28,8	25,4	21,7
36,0	26,2	29,4	25,7	21,8
18,0	40,2	36,8	30,7	23,6
0,0	46,6	39,6	30,9	19,9
a/X	21,00	23,00	25,00	27,00

Malla (1) : Iluminancia [lux]



Malla (1) : Iluminancia [lux]




Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
211051	Neos 3/Vidrio liso/1216/SAP-T/400/-78/Eje/0	56,5	0,72	

Detalles de los grupos

Circular																
Nº	Principio				Luminaria					Geometría						
	X	Y	H	Offset	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Cantida	Paso	Rotación	Pendient	Inclinaci	
<input checked="" type="checkbox"/> 1	0,000	0,000	18,000	1,000	211051	90	50,0	0,0	1	0,000	4	90,0	0,000	0,000	0,000	

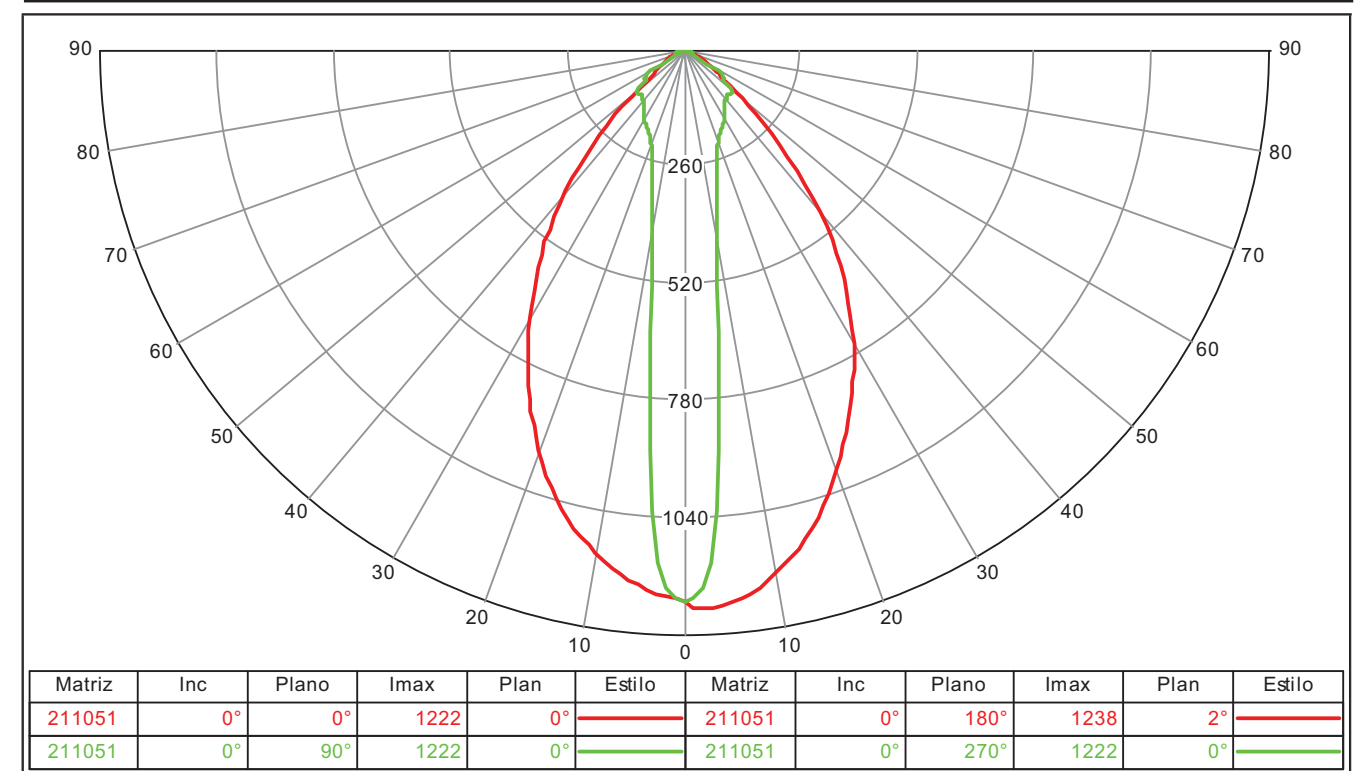
Documentos fotométricos

211051



Neos 3/Vidrio liso/1216/SAP-T/400/-78/Eje/0

Diagrama Polar / Cartesiano



GLORIETA PK697

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525

Fichero : ... \GLORIETA PK697.lpf

Información general

Detalles de las mallas

• Malla (1)

General

Tipo : Activado : Máscaras Color :

Geometría

Posición de

X : Y : Z :

Tamaño

Nº X : Interdistancia X : Tamaño X :
 Cantidad : Paso : Tamaño :

Cálculo

Iluminancia : Faceta :

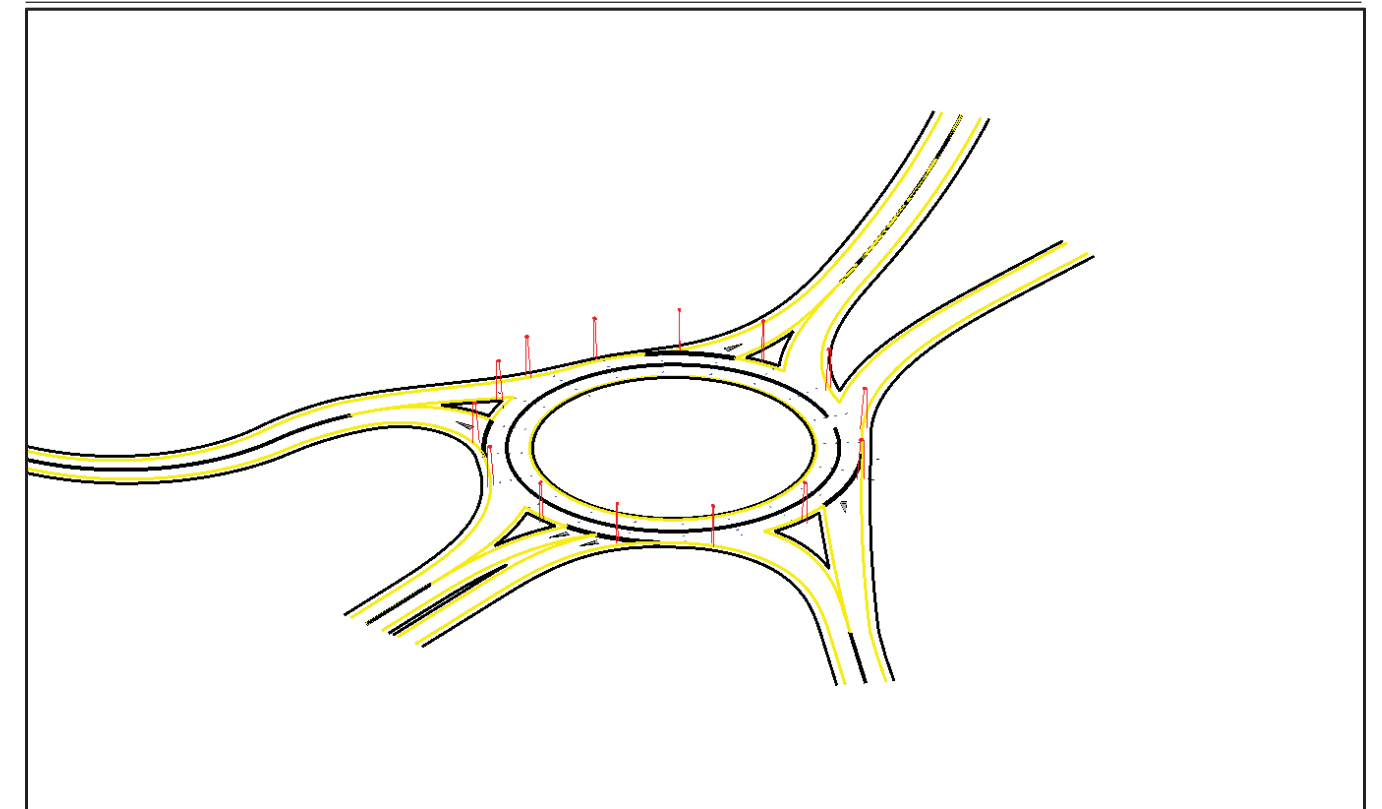
Resumen

Resumen sobre las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla (1)	Min	Máx	Med (A)	Min/Máx	Min/Med
Iluminancia (lux)	11.7	52.6	29.2	22.3	40.2

Vista actual Configuración (1)



Resultados de las mallas

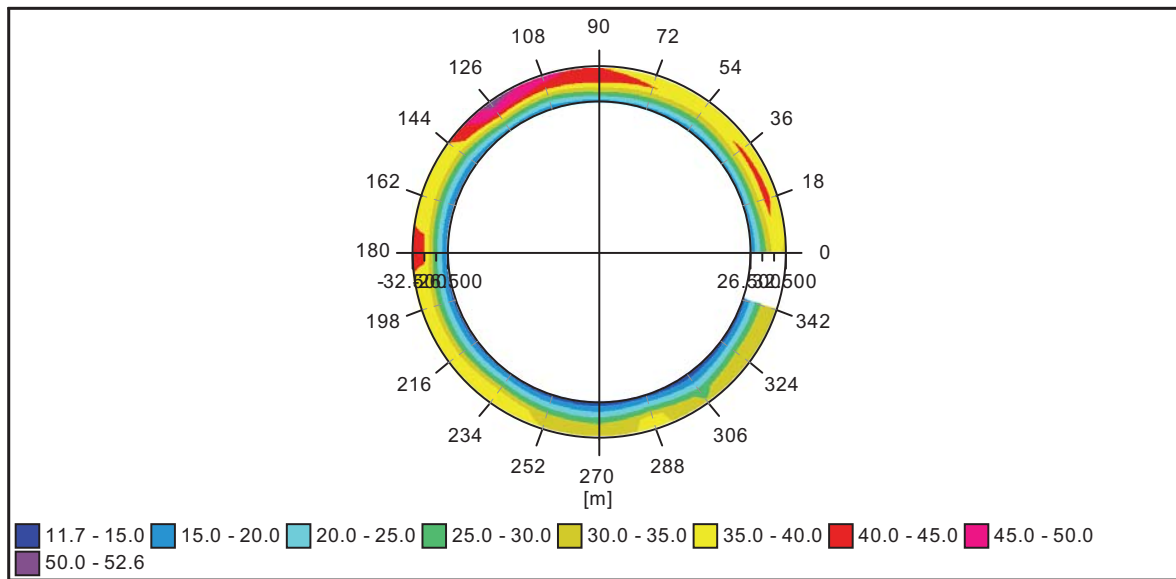
Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla (1) : Iluminancia [lux]

Mín : 11.7 lux Med (A) 29.2 lux Máx : 52.6 lux Uo : 40.2 % Ug : 22.3 %

342.0	13.8	24.2	34.0	33.1
324.0	12.9	23.7	34.8	34.5
306.0	11.7	20.0	28.8	30.4
288.0	13.1	24.2	36.4	36.9
270.0	12.2	21.0	30.6	31.1
252.0	12.6	22.9	33.3	35.0
234.0	14.4	26.0	38.7	38.7
216.0	14.1	24.3	35.7	37.0
198.0	13.9	25.0	36.2	38.0
180.0	15.1	27.5	41.0	41.2
162.0	14.6	25.7	37.8	38.7
144.0	15.0	25.8	37.5	39.8
126.0	17.1	31.3	48.4	52.6
108.0	15.8	27.9	42.5	47.9
90.0	17.8	31.5	43.8	40.1
72.0	17.1	29.3	40.3	36.7
54.0	16.4	27.6	37.7	35.5
36.0	17.2	29.8	40.8	37.2
18.0	17.4	30.4	41.7	37.5
0.0	15.7	26.7	36.7	34.0
a/X	26.50	28.50	30.50	32.50

Malla (1) : Iluminancia [lux]



Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
9601EB	Senso 2 / Vidrio Cubeta/6103/96 XP-E 3500K/120/Distribución 1 E	9.0	0.85	

Detalles de los grupos

Circular																
Nº	Principio				Luminaria				Geometría							
	X	Y	H	Offset	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Cantida	Paso	Rotación	Pendient	Inclinaci	
✓ 1	0.000	0.000	8.000	34.000	9601EB	265	5.0	0.0	1	0.000	5	25.5	350.000	0.000	0.000	
✓ 2	0.000	0.000	8.000	34.500	9601EB	265	5.0	0.0	1	0.000	5	25.5	130.000	0.000	0.000	
✓ 3	0.000	0.000	8.000	34.500	9601EB	265	5.0	0.0	1	0.000	2	30.0	260.000	0.000	0.000	
✓ 4	0.000	0.000	8.000	34.500	9601EB	265	5.0	0.0	1	0.000	1	25.5	320.000	0.000	0.000	
✓ 5	0.000	0.000	8.000	35.500	9601EB	265	5.0	0.0	1	0.000	1	25.5	114.000	0.000	0.000	

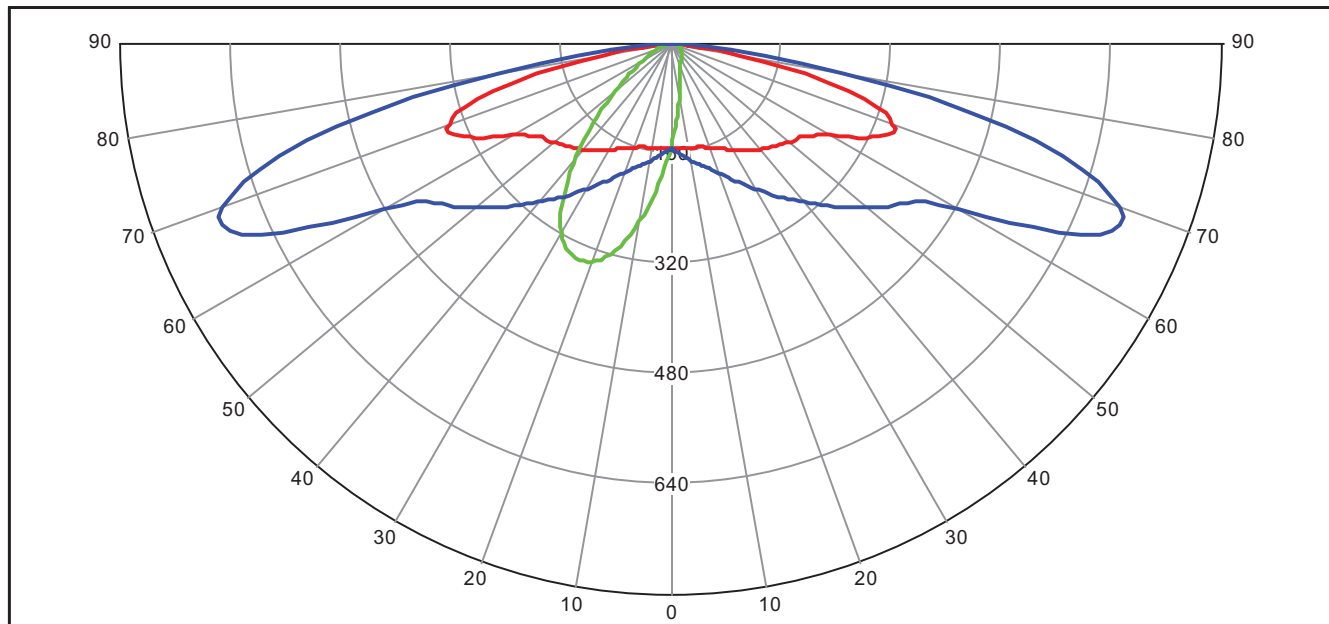
Documentos fotométricos

9601EB



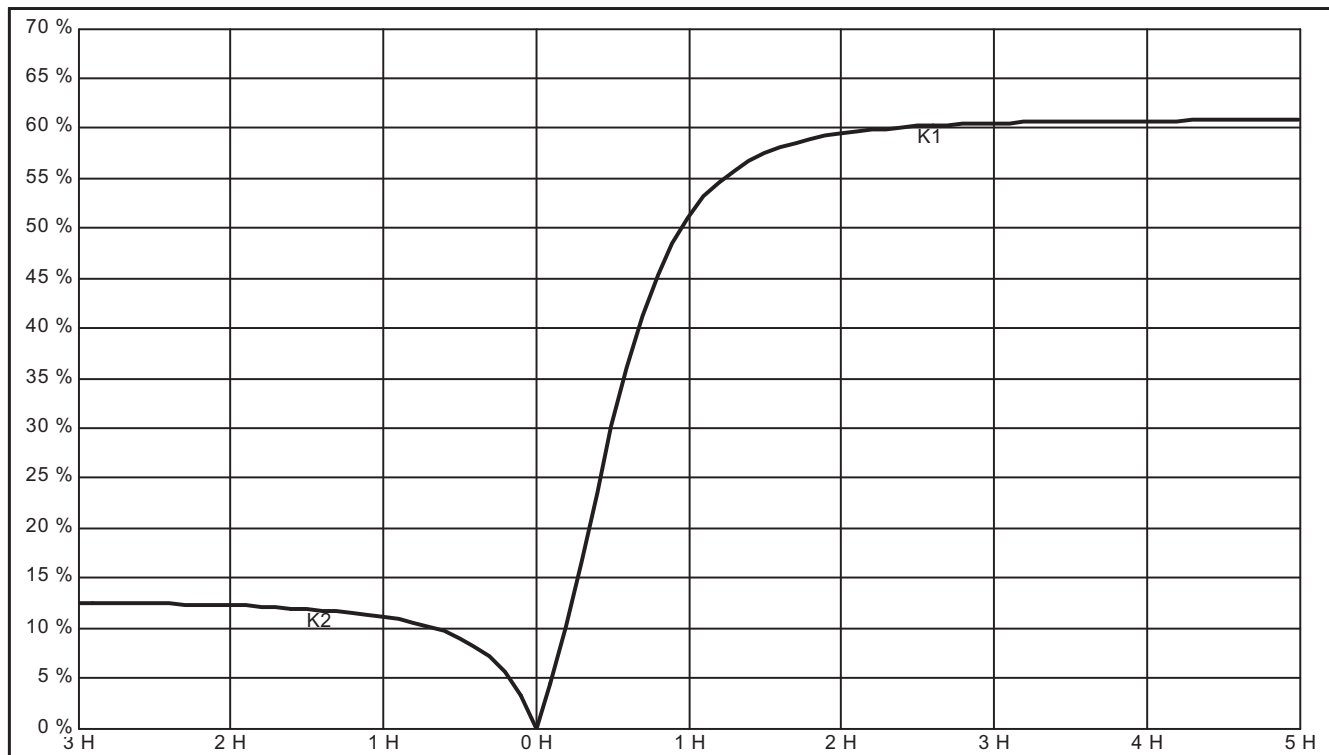
Senso 2 / Vidrio Cubeta/6103/96 XP-E 3500K/120/Distribución 1 E

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	I _{max}	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	I _{max}	Plan	Estilo
9601EB	0°	0°	349	69°		9601EB	0°	180°	349	69°	
9601EB	0°	90°	341	23°		9601EB	0°	270°	152	0°	
9601EB	0°	10°	702	69°		9601EB	0°	170°	702	69°	

Curva de utilización



Matriz	Inc	Rendimiento (0-90°)	Rendimiento (0-máx °)	Estilo
9601EB	0°	75.0%	75.0%	




Interpolación cuadrática
VIAL 4M

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525


Fichero : ... \VIAL 4M.lpf

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Disposición :  Conducción :  Sentido : 
 Número de Ancho de carril : m Ancho de m
 Tabla R : Qo :
 Cálculo : Luminancia Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Semicilíndrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia : m Altura : m Retranqueo : m Retroceso : m
 Inclinación : °
 Tipo : Protector : 
 Reflector : Configuración :
 Fuente : Potencia : W Flujo : klm FM :

Resumen

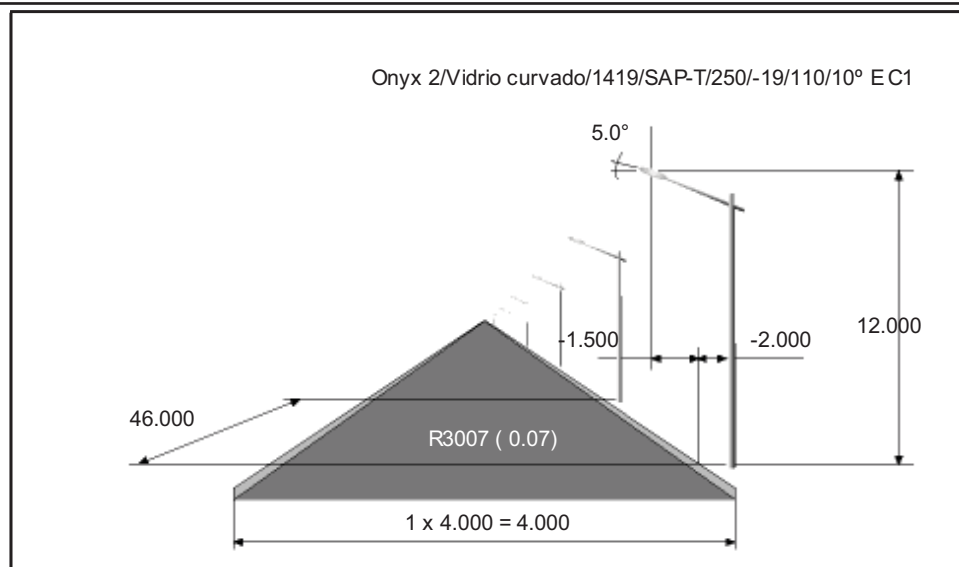
Luminancia

1
 Obs Y : m
 Lmed : cd/m²
 Uo : %
 UI : %
 TI : %
 Posición del m

Iluminancia

E_{min} : lux
 E_{med} : lux

Esquema



Resultados de las mallas

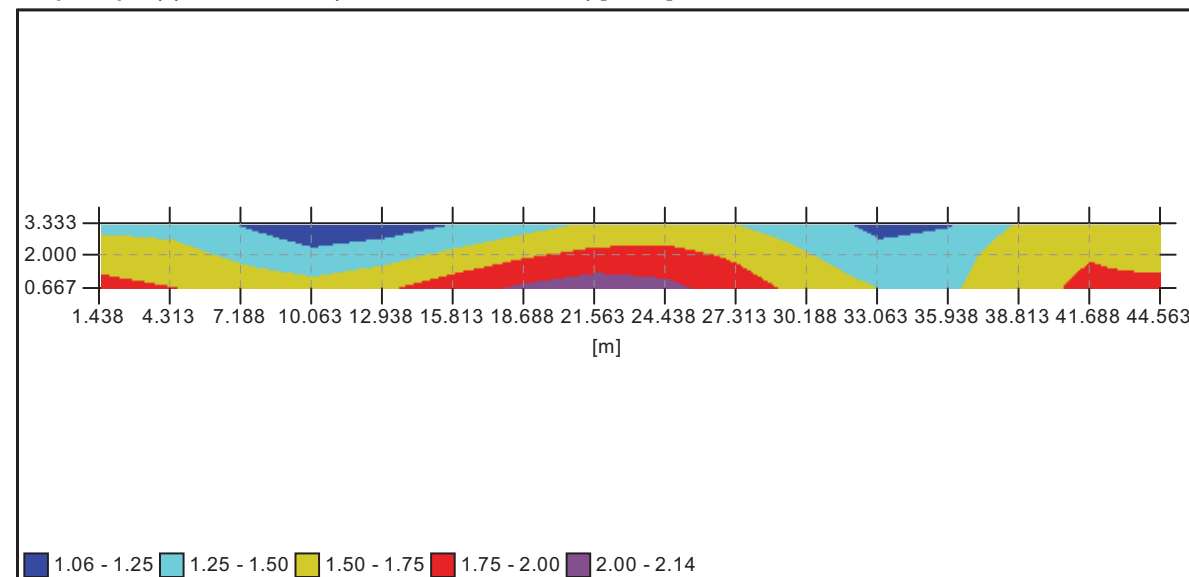
Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]

Min : cd/m² Med : cd/m² Máx : cd/m² Uo : % Ug : %

3.333	1.41	1.39	1.22	1.06	1.10	1.23	1.39	1.52	1.56	1.48	1.34	1.18	1.23	1.52	1.53
2.000	1.66	1.60	1.44	1.31	1.40	1.57	1.72	1.83	1.83	1.71	1.51	1.32	1.37	1.71	1.74
0.667	1.81	1.76	1.66	1.60	1.72	1.89	2.05	2.14	2.07	1.86	1.66	1.50	1.46	1.71	1.77
Y/X	1.438	4.313	7.188	10.063	12.938	15.813	18.688	21.563	24.438	27.313	30.188	33.063	35.938	38.813	41.688

3.333	1.48
2.000	1.70
0.667	1.79
Y/X	44.563

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]



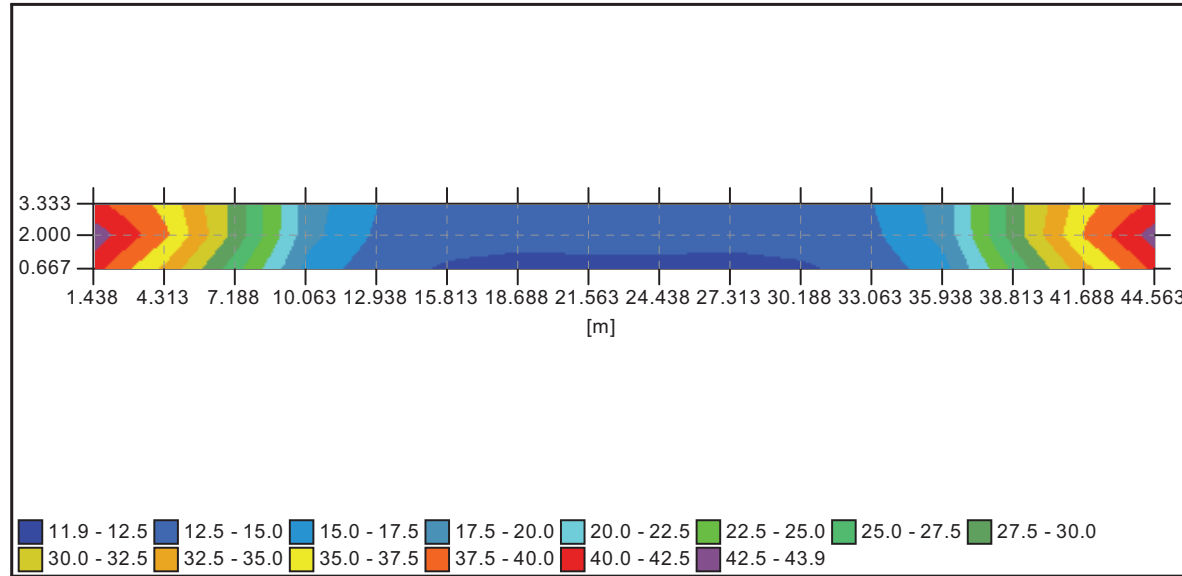
Malla principal (2) : Iluminancia [lux]

Min : 11.9 lux Med : 22.2 lux Máx : 43.9 lux Uo : 53.5 % Ug : 27.0 %

3.333	40.4	36.5	28.8	18.6	15.0	14.1	14.0	14.2	14.2	14.0	14.1	15.0	18.6	28.8	36.6
2.000	43.8	37.9	28.9	18.4	14.5	13.4	13.2	13.3	13.3	13.2	13.4	14.5	18.4	28.9	37.9
0.667	40.9	34.4	25.8	16.7	13.3	12.2	11.9	12.0	12.0	11.9	12.2	13.3	16.7	25.8	34.4
Y/X	1.438	4.313	7.188	10.063	12.938	15.813	18.688	21.563	24.438	27.313	30.188	33.063	35.938	38.813	41.688

3.333	40.4
2.000	43.9
0.667	40.9
Y/X	44.563

Malla principal (2) : Iluminancia [lux]



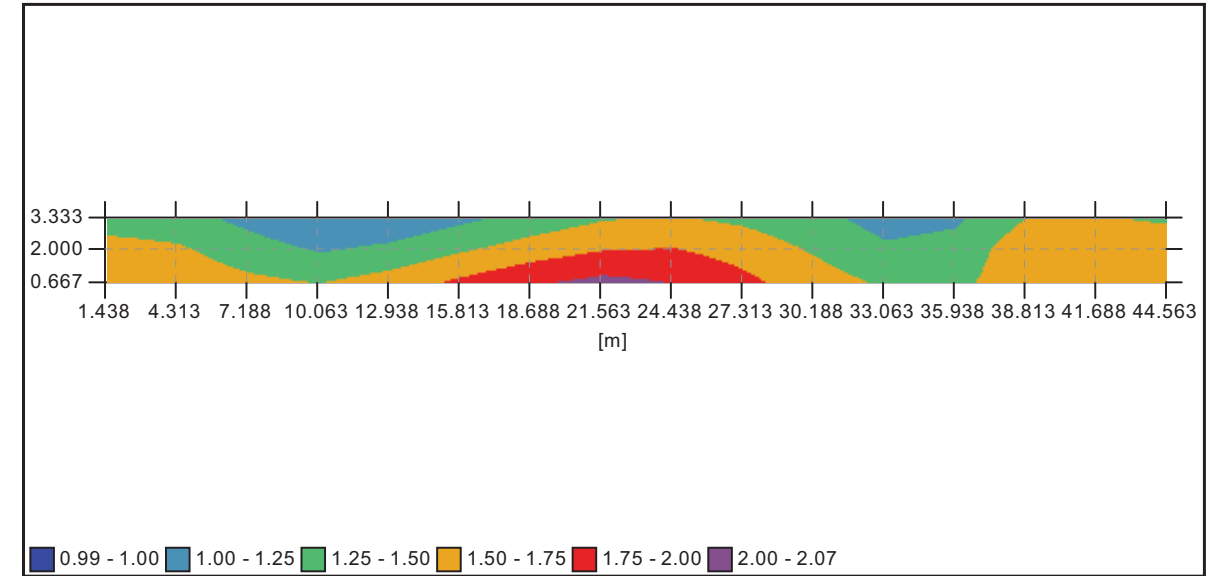
Malla principal (TI) (3) : Luminancia (TI) (< -60.000; 1.000; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.99 cd/m² Med : 1.51 cd/m² Máx : 2.07 cd/m² Uo : 65.7 % Ug : 48.1 %

3.333	1.37	1.34	1.16	0.99	1.04	1.18	1.33	1.46	1.51	1.43	1.31	1.15	1.20	1.49	1.51
2.000	1.59	1.53	1.36	1.22	1.31	1.47	1.62	1.73	1.76	1.65	1.47	1.29	1.34	1.67	1.70
0.667	1.74	1.66	1.56	1.49	1.61	1.80	1.96	2.07	1.99	1.81	1.62	1.46	1.43	1.68	1.74
Y/X	1.438	4.313	7.188	10.063	12.938	15.813	18.688	21.563	24.438	27.313	30.188	33.063	35.938	38.813	41.688

3.333	1.45
2.000	1.66
0.667	1.74
Y/X	44.563

Malla principal (TI) (3) : Luminancia (TI) (< -60.000; 1.000; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (4) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.31 cd/m² Med : 1.59 cd/m² Máx : 1.83 cd/m² Uo : 82.5 % Ug : 71.5 %

2.000	1.66	1.60	1.44	1.31	1.40	1.57	1.72	1.83	1.83	1.71	1.51	1.32	1.37	1.71	1.74
Y/X	1.438	4.313	7.188	10.063	12.938	15.813	18.688	21.563	24.438	27.313	30.188	33.063	35.938	38.813	41.688

2.000	1.70
Y/X	44.563

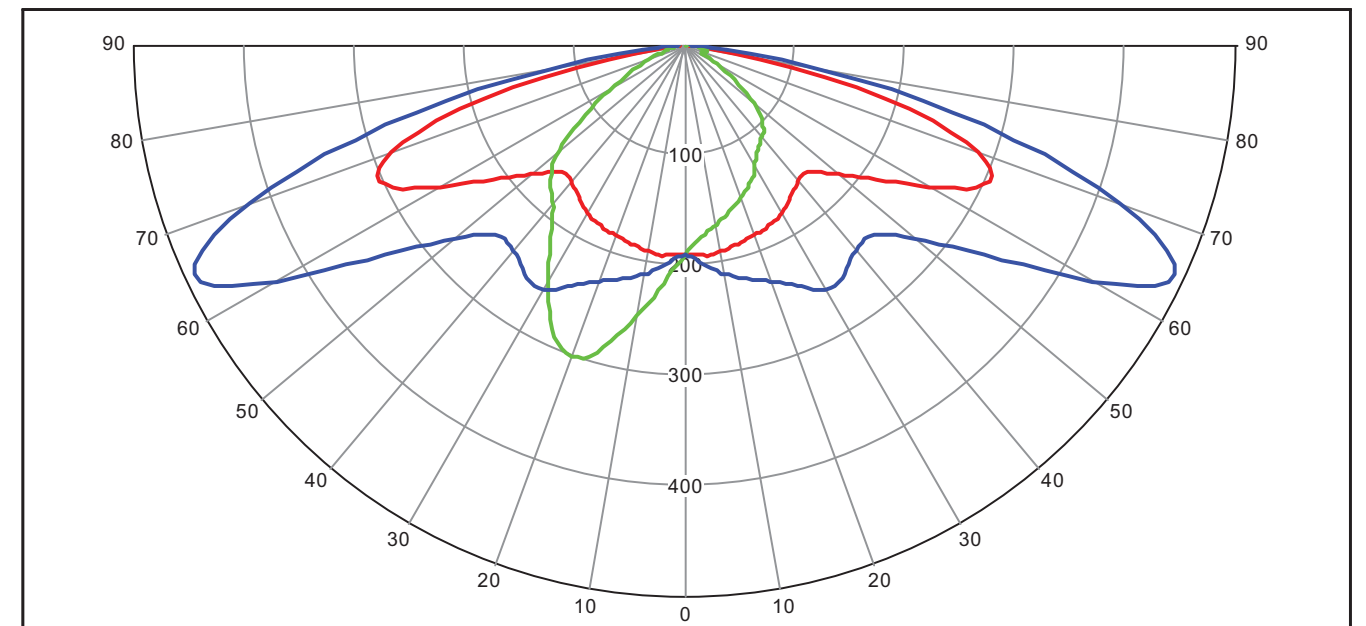
Documentos fotométricos

932347



Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/250/-19/110/10° E C1

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo
932347	5°	0°	302	66°		932347	5°	180°	302	66°	
932347	5°	90°	300	20°		932347	5°	270°	190	0°	
932347	5°	20°	490	65°		932347	5°	160°	490	65°	




Interpolación cuadrática
VIAL 4M (SENSO)

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525

Fichero : ... \VIAL 4M (SENSO).lpf

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Disposición :  Conducción :  Sentido : 
 Número de : 1 Ancho de carril : 4.000 m Ancho de : 4.000 m
 Tabla R : R3007 Qo : 0.070
 Cálculo : Luminancia Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Semicilíndrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia : 28.000 m Altura : 8.000 m Retranqueo : -1.500 m Retroceso : -2.000 m
 Inclinación : 5.0 °
 Tipo : Senso 2 Protector : Vidrio Cubeta 9601EB
 Reflector : 6103 Configuración : Distribución 1 E
 Fuente : 96 XP-E 3500K Potencia : 120 W Flujo : 9.0 klm FM : 0.85

Resumen

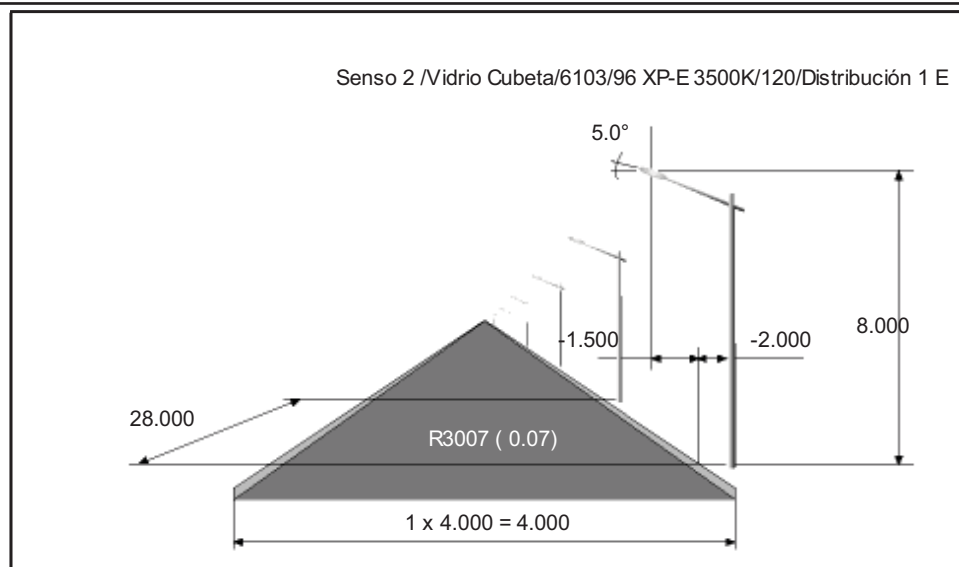
● Luminancia

1
 Obs Y : 2.000 m
 Lmed : 1.49 cd/m²
 Uo : 73.3 %
 UI : 90.7 %
 TI : 9.9 %
 Posición del : -17.875; 1.000; 1.500 m

● Iluminancia

E_{min} : 11.8 lux
 E_{med} : 20.7 lux

Esquema



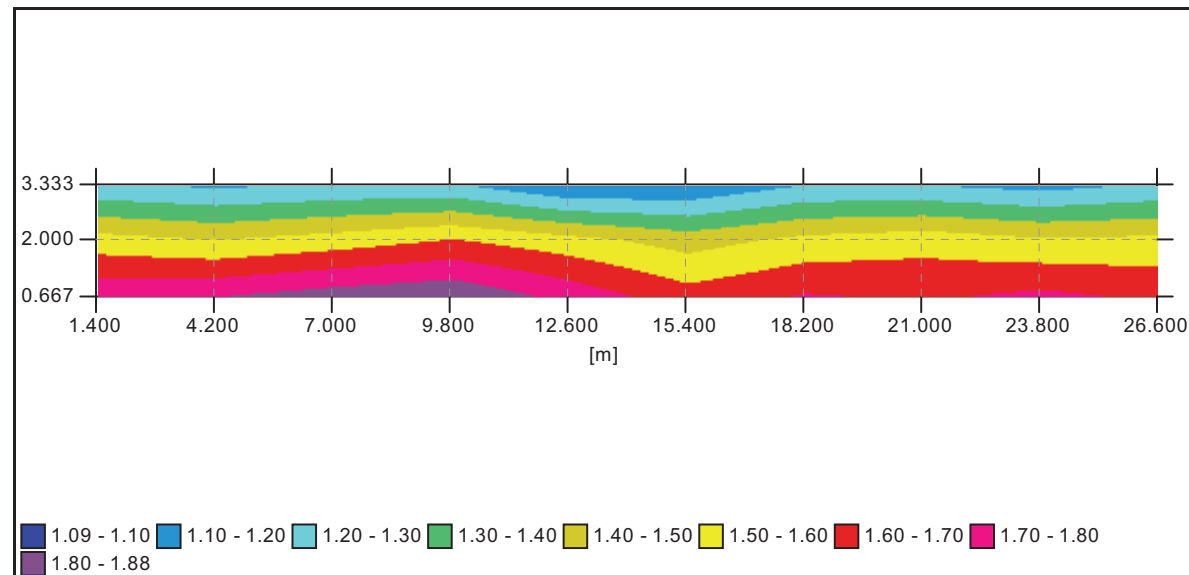
Resultados de las mallas

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.09 cd/m² Med : 1.49 cd/m² Máx : 1.88 cd/m² Uo : 73.3 % Ug : 57.8 %

3.333	1.21	1.18	1.21	1.21	1.09	1.10	1.20	1.20	1.16	1.21
2.000	1.54	1.50	1.55	1.61	1.54	1.46	1.53	1.56	1.52	1.53
0.667	1.78	1.79	1.85	1.88	1.76	1.64	1.71	1.68	1.72	1.68
Y/X	1.400	4.200	7.000	9.800	12.600	15.400	18.200	21.000	23.800	26.600

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]

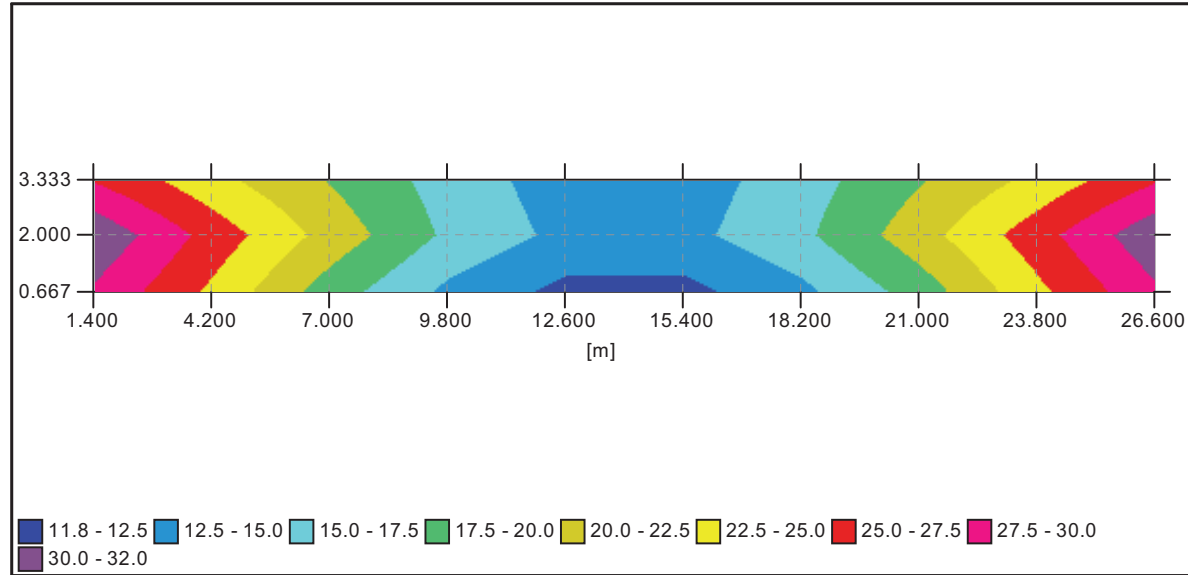


Malla principal (2) : Iluminancia [lux]

Min : 11.8 lux Med : 20.7 lux Máx : 32.0 lux Uo : 57.0 % Ug : 36.9 %

3.333	27.2	23.2	19.8	16.4	13.7	13.7	16.4	19.8	23.2	27.2
2.000	31.9	26.5	21.5	17.0	14.3	14.3	17.0	21.5	26.5	32.0
0.667	29.6	24.4	18.7	14.4	11.8	11.8	14.4	18.7	24.5	29.6
Y/X	1.400	4.200	7.000	9.800	12.600	15.400	18.200	21.000	23.800	26.600

Malla principal (2) : Iluminancia [lux]

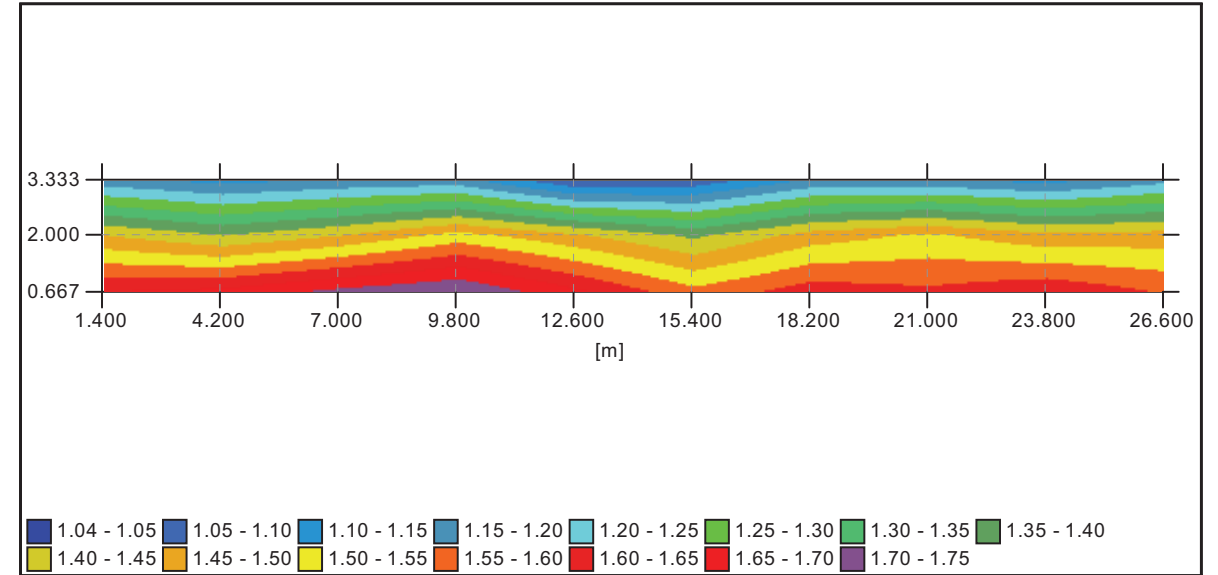


Malla principal (TI) (3) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.000; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.04 cd/m² Med : 1.41 cd/m² Máx : 1.75 cd/m² Uo : 73.9 % Ug : 59.7 %

3.333	1.17	1.13	1.15	1.16	1.04	1.06	1.15	1.16	1.13	1.18
2.000	1.45	1.40	1.45	1.52	1.46	1.39	1.47	1.51	1.46	1.47
0.667	1.65	1.66	1.71	1.75	1.66	1.56	1.63	1.61	1.64	1.59
Y/X	1.400	4.200	7.000	9.800	12.600	15.400	18.200	21.000	23.800	26.600

Malla principal (TI) (3) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.000; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (4) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 2.000; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.46 cd/m² Med : 1.53 cd/m² Máx : 1.61 cd/m² Uo : 95.1 % Ug : 90.7 %

2.000	1.54	1.50	1.55	1.61	1.54	1.46	1.53	1.56	1.52	1.53
Y/X	1.400	4.200	7.000	9.800	12.600	15.400	18.200	21.000	23.800	26.600

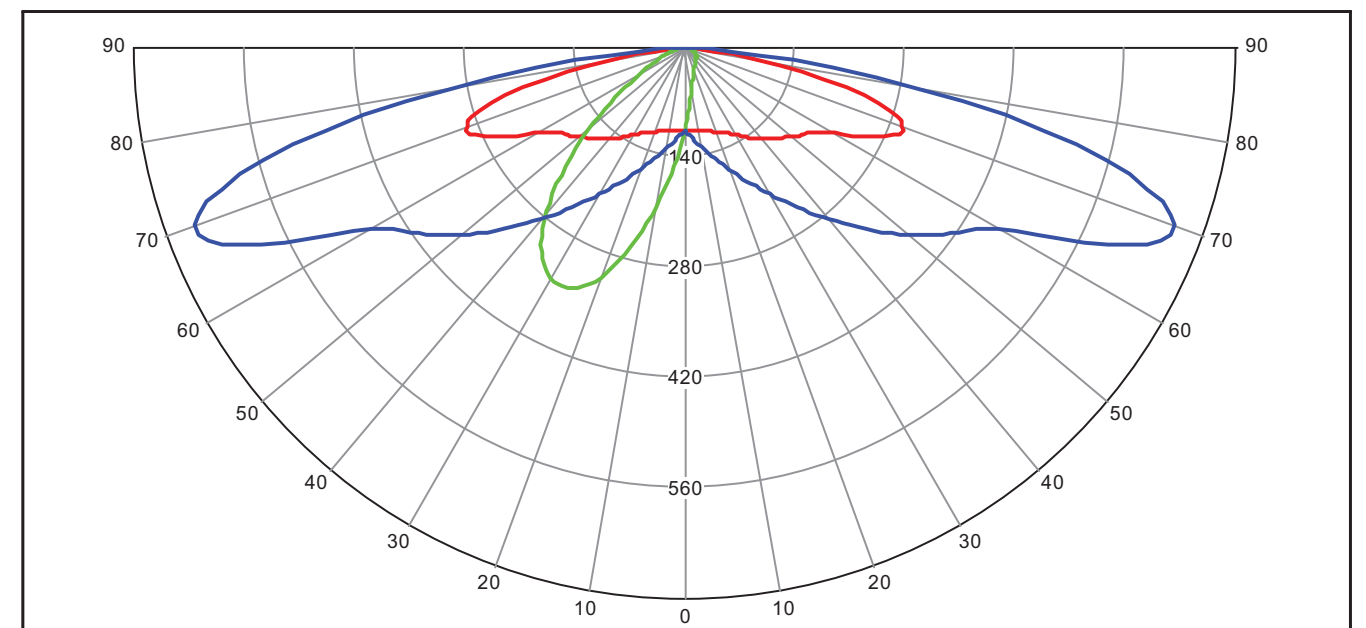
Documentos fotométricos

9601EB



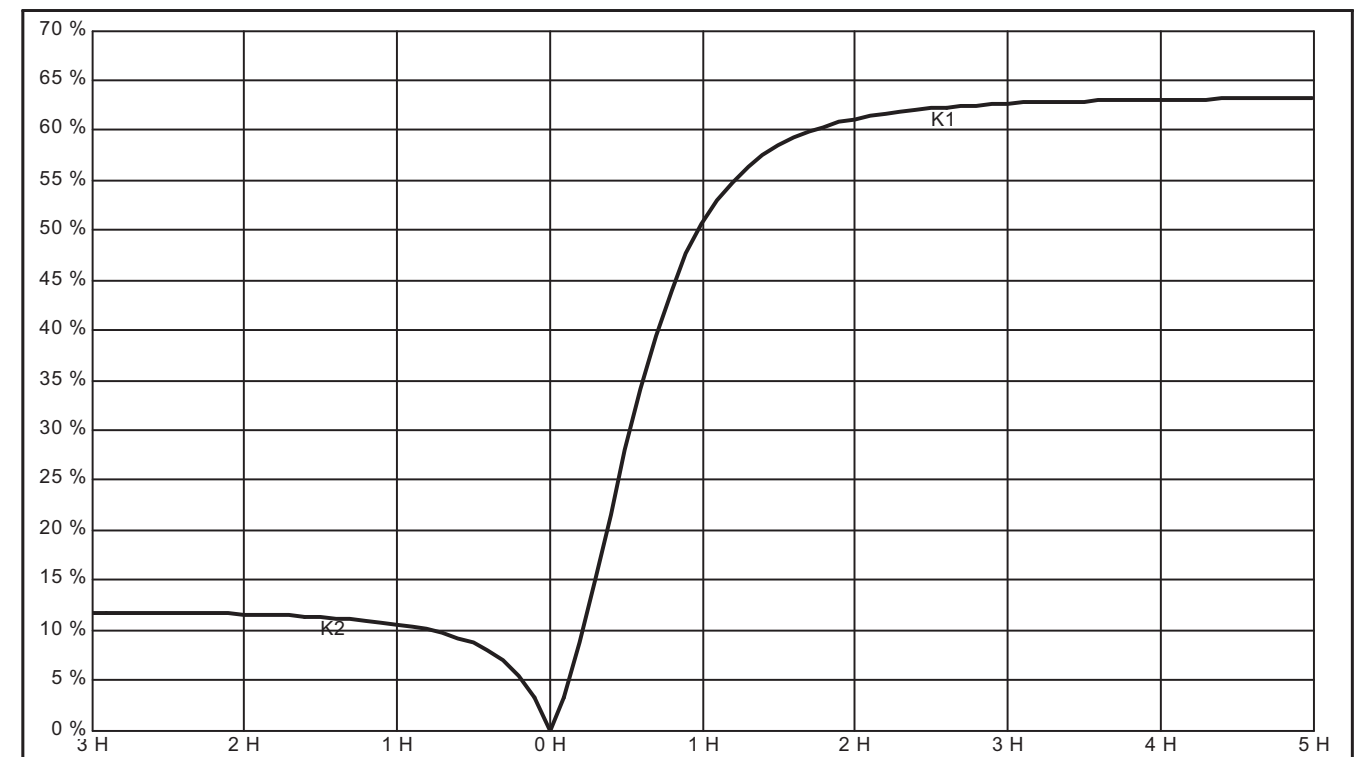
Senso 2 / Vidrio Cubeta/6103/96 XP-E 3500K/120/Distribución 1 E

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo
9601EB	5°	0°	297	69°		9601EB	5°	180°	297	69°	
9601EB	5°	90°	341	28°		9601EB	5°	270°	106	0°	
9601EB	5°	15°	661	70°		9601EB	5°	165°	661	70°	

Curva de utilización



Matriz	Inc	Rendimiento (0-90°)	Rendimiento (0-máx °)	Estilo
9601EB	5°	75.3%	75.4%	




Interpolación cuadrática
VIAL 7M

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525

Fichero : ... \VIAL 7M.lpf

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Disposición :  Conducción :  Sentido : 
 Número de : Ancho de carril : m Ancho de : m
 Tabla R : Qo :
 Cálculo : Luminancia Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Semicilíndrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia : m Altura : m Retranqueo : m Retroceso : m
 Inclinación : °
 Tipo : Protector : **932347**
 Reflector : Configuración :
 Fuente : Potencia : W Flujo : klm FM :

Resumen

● Luminancia

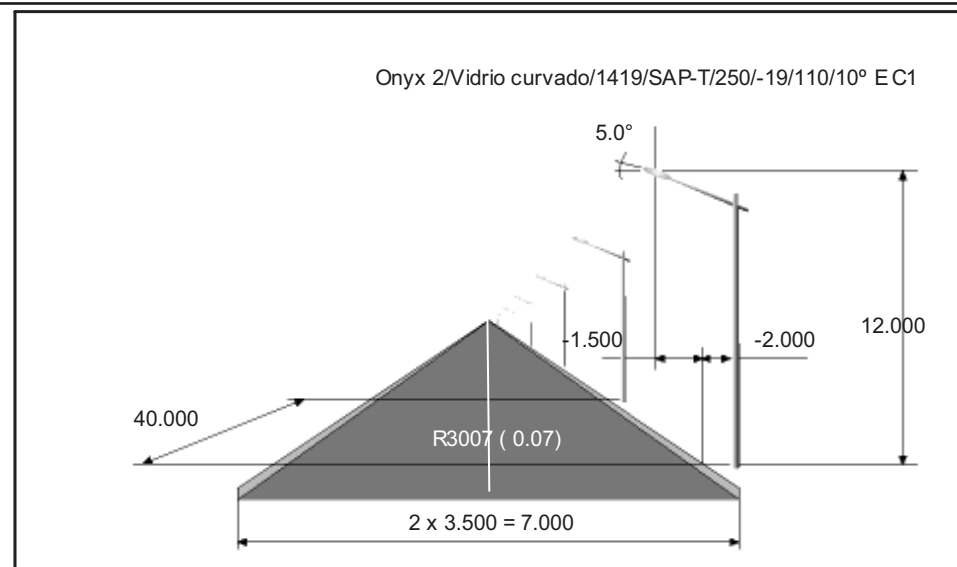
	1	2
Obs Y	<input type="text" value="1.750"/>	<input type="text" value="5.250"/> m
Lmed	<input type="text" value="1.51"/>	<input type="text" value="1.68"/> cd/m ²
Uo	<input type="text" value="56.7"/>	<input type="text" value="54.4"/> %
UI	<input type="text" value="76.5"/>	<input type="text" value="76.1"/> %
TI	<input type="text" value="9.8"/> %	

Posición del m

● Iluminancia

E_{min} : lux
 E_{med} : lux

Esquema



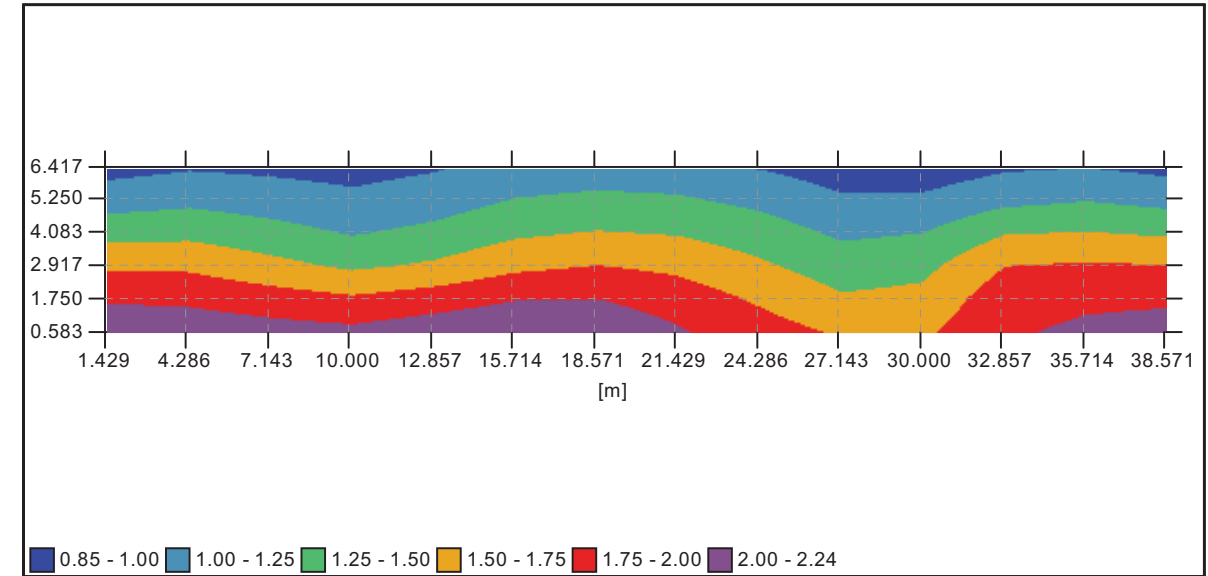
Resultados de las mallas

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : cd/m² Med : cd/m² Máx : cd/m² Uo : % Ug : %

6.417	0.90	0.97	0.94	0.91	0.97	1.09	1.12	1.09	0.98	0.87	0.85	0.96	0.99	0.92
5.250	1.13	1.19	1.12	1.05	1.12	1.26	1.30	1.28	1.18	1.03	1.04	1.18	1.23	1.16
4.083	1.40	1.43	1.34	1.23	1.31	1.45	1.51	1.48	1.37	1.21	1.25	1.48	1.51	1.46
2.917	1.71	1.70	1.57	1.45	1.54	1.69	1.75	1.69	1.54	1.38	1.43	1.75	1.78	1.76
1.750	1.97	1.95	1.86	1.79	1.87	1.99	2.00	1.88	1.71	1.53	1.57	1.91	1.96	1.97
0.583	2.17	2.15	2.10	2.06	2.16	2.24	2.20	2.03	1.86	1.72	1.71	1.97	2.05	2.09
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

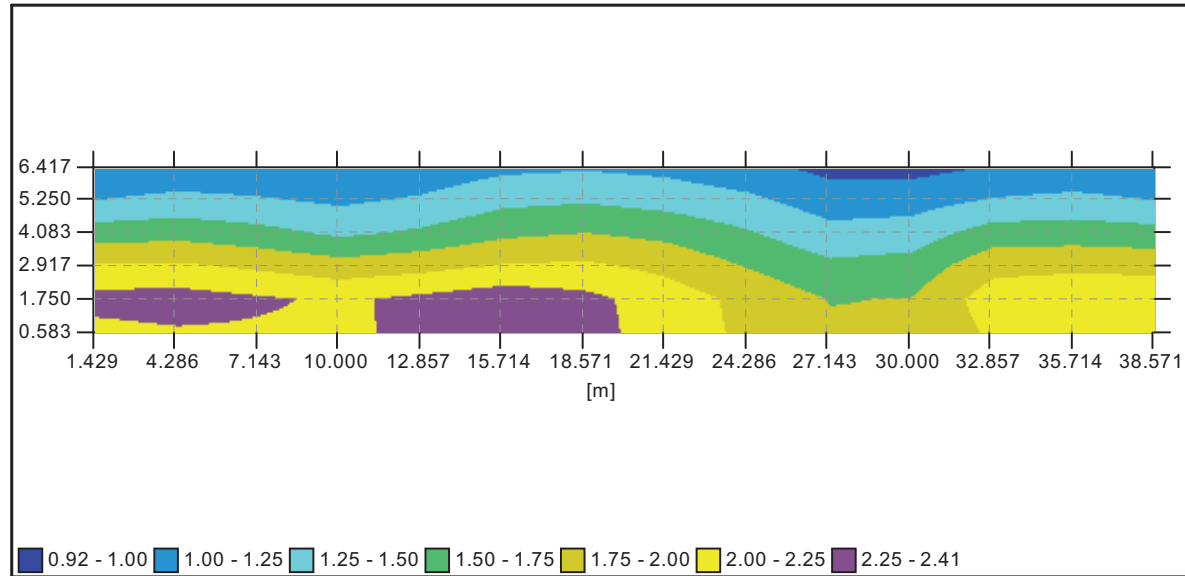


Malla principal (2) : Luminancia (< -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.92 cd/m² Med : 1.68 cd/m² Máx : 2.41 cd/m² Uo : 54.4 % Ug : 38.1 %

6.417	0.99	1.06	1.04	1.01	1.08	1.19	1.22	1.18	1.07	0.93	0.92	1.01	1.05	0.98
5.250	1.25	1.32	1.28	1.21	1.28	1.43	1.47	1.41	1.31	1.12	1.14	1.27	1.32	1.25
4.083	1.62	1.66	1.58	1.46	1.55	1.70	1.75	1.68	1.52	1.33	1.37	1.61	1.63	1.59
2.917	2.02	2.04	1.95	1.85	1.92	2.02	2.05	1.93	1.73	1.55	1.60	1.93	1.94	1.92
1.750	2.33	2.36	2.28	2.21	2.31	2.41	2.32	2.13	1.93	1.74	1.76	2.12	2.19	2.20
0.583	2.18	2.23	2.22	2.20	2.31	2.40	2.34	2.13	1.95	1.78	1.78	2.04	2.13	2.19
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

Malla principal (2) : Luminancia (< -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

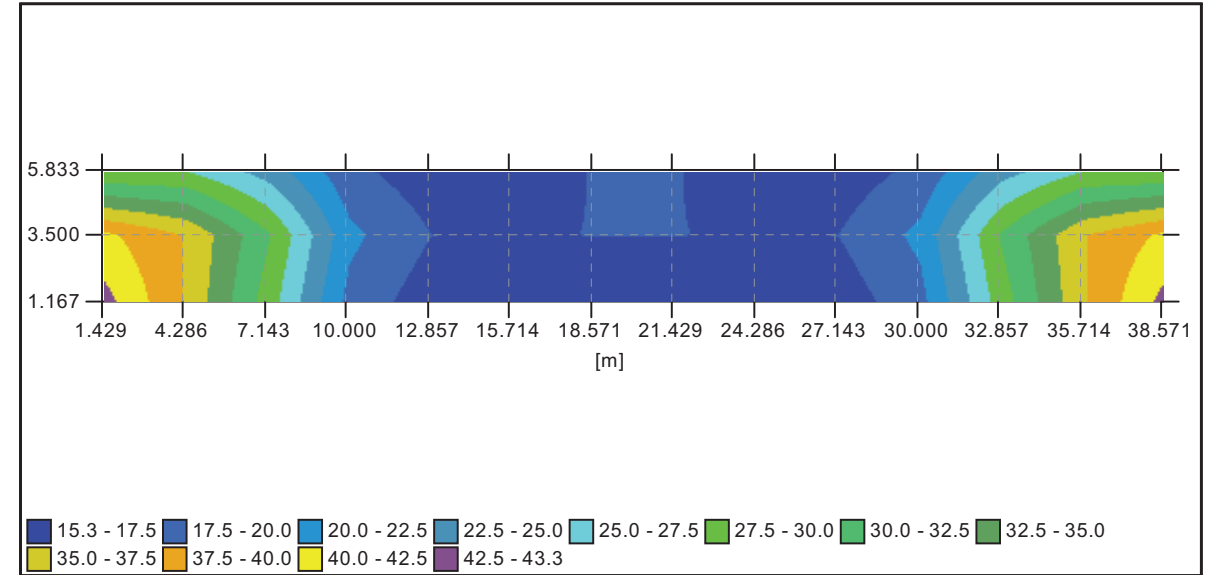


Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

Min : 15.3 lux Med : 24.0 lux Máx : 43.3 lux Uo : 64.0 % Ug : 35.4 %

5.833	27.1	27.2	23.7	18.1	16.0	16.7	17.6	17.6	16.7	16.0	18.1	23.8	27.2	27.2
3.500	40.5	37.3	30.3	20.6	17.5	17.3	17.5	17.5	17.3	17.5	20.6	30.3	37.3	40.5
1.167	43.3	37.2	28.8	19.2	16.1	15.5	15.3	15.3	15.5	16.1	19.2	28.8	37.2	43.3
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

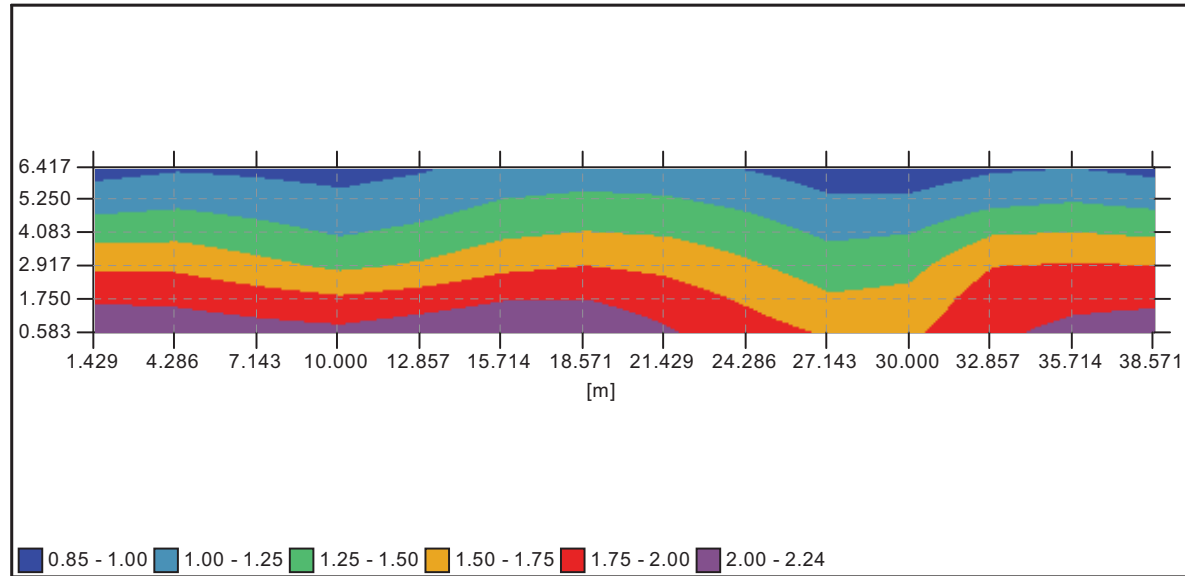


Malla principal (TI) (4) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.85 cd/m² Med : 1.51 cd/m² Máx : 2.24 cd/m² Uo : 56.7 % Ug : 38.0 %

6.417	0.90	0.97	0.94	0.91	0.97	1.09	1.12	1.09	0.98	0.87	0.85	0.96	0.99	0.92
5.250	1.13	1.19	1.12	1.05	1.12	1.26	1.30	1.28	1.18	1.03	1.04	1.18	1.23	1.16
4.083	1.40	1.43	1.34	1.23	1.31	1.45	1.51	1.48	1.37	1.21	1.25	1.48	1.51	1.46
2.917	1.71	1.70	1.57	1.45	1.54	1.69	1.75	1.69	1.54	1.38	1.43	1.75	1.78	1.76
1.750	1.97	1.95	1.86	1.79	1.87	1.99	2.00	1.88	1.71	1.53	1.57	1.91	1.96	1.97
0.583	2.17	2.15	2.10	2.06	2.16	2.24	2.20	2.03	1.86	1.72	1.71	1.97	2.05	2.09
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

Malla principal (TI) (4) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (5) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.53 cd/m² Med : 1.85 cd/m² Máx : 2.00 cd/m² Uo : 82.5 % Ug : 76.5 %

1.750	1.97	1.95	1.86	1.79	1.87	1.99	2.00	1.88	1.71	1.53	1.57	1.91	1.96	1.97
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

Centro del carril 2 (6) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.12 cd/m² Med : 1.29 cd/m² Máx : 1.47 cd/m² Uo : 86.9 % Ug : 76.1 %

5.250	1.25	1.32	1.28	1.21	1.28	1.43	1.47	1.41	1.31	1.12	1.14	1.27	1.32	1.25
Y/X	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571

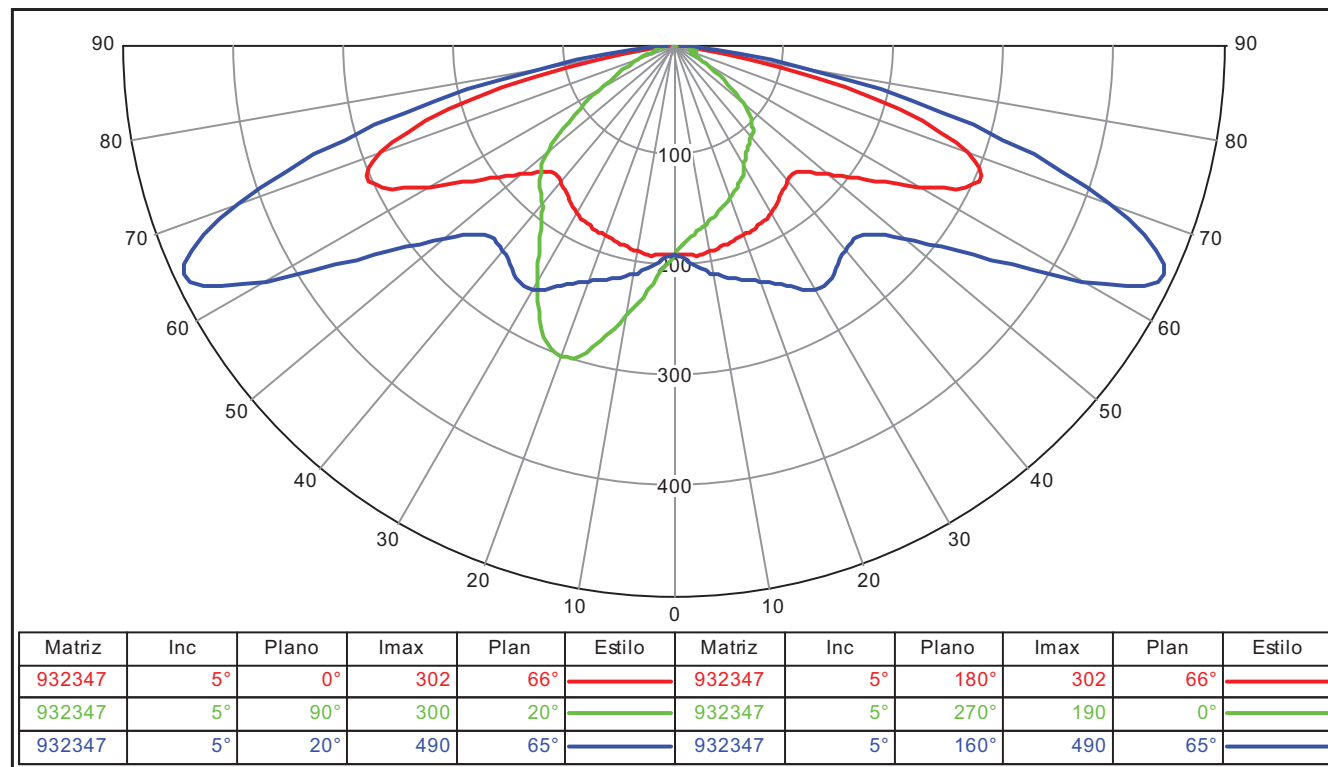
Documentos fotométricos

932347



Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/250/-19/110/10° E C1

Diagrama Polar / Cartesiano



Interpolación cuadrática
VIAL 7M (SENSO)

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525

Fichero : ... \VIAL 7M (SENSO).lpf

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Disposición : Conducción : Sentido :

Número de Ancho de carril : m Ancho de m

Tabla R : Qo :

Cálculo : Luminancia Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Semicilíndrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia : m Altura : m Retranqueo : m Retroceso : m

Inclinación : °

Tipo : Protector :

Reflector : Configuración :

Fuente : Potencia : W Flujo : klm FM :

Resumen

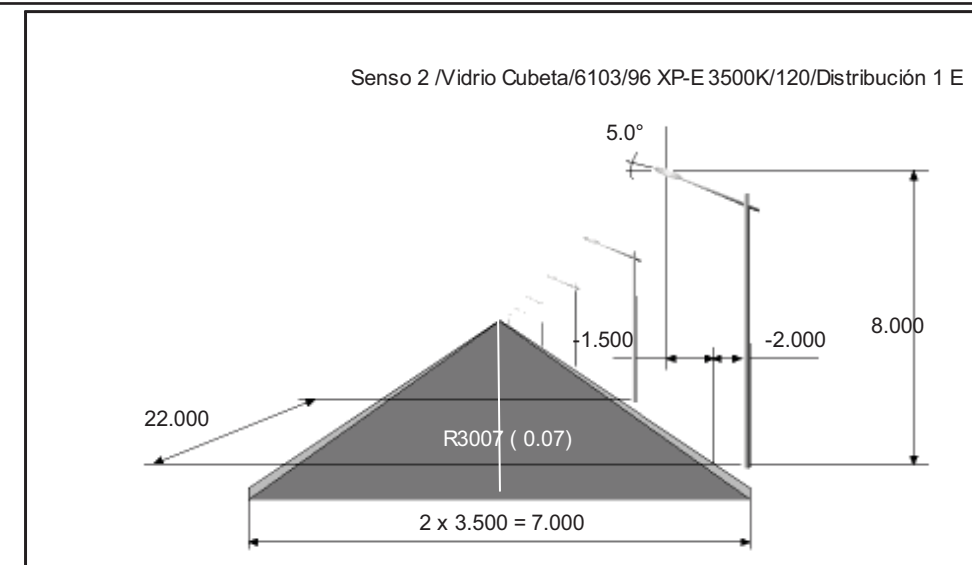
• Luminancia

	1	2
Obs Y	<input type="text" value="1.750"/>	<input type="text" value="5.250"/> m
Lmed :	<input type="text" value="1.44"/>	<input type="text" value="1.68"/> cd/m ²
Uo :	<input type="text" value="44.2"/>	<input type="text" value="40.4"/> %
UI :	<input type="text" value="87.3"/>	<input type="text" value="92.3"/> %
TI :	<input type="text" value="10.2"/> %	Posición del <input type="text" value="-17.875; 1.750; 1.500"/> m

• Iluminancia

Emín :	<input type="text" value="14.1"/> lux
Emed :	<input type="text" value="22.3"/> lux

Esquema



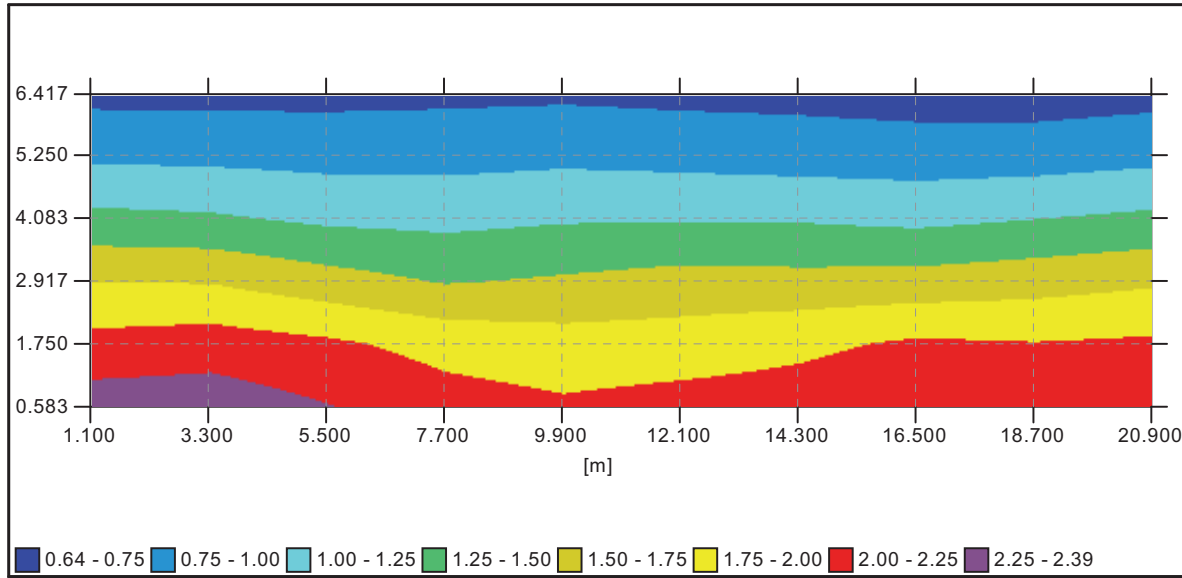
Resultados de las mallas

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.64 cd/m² Med : 1.44 cd/m² Máx : 2.39 cd/m² Uo : 44.2 % Ug : 26.6 %

6.417	0.68	0.67	0.68	0.69	0.71	0.69	0.67	0.64	0.64	0.67
5.250	0.95	0.94	0.92	0.92	0.94	0.92	0.89	0.88	0.88	0.93
4.083	1.31	1.28	1.20	1.18	1.22	1.23	1.22	1.19	1.24	1.30
2.917	1.74	1.73	1.60	1.48	1.53	1.59	1.58	1.59	1.65	1.71
1.750	2.08	2.12	2.04	1.91	1.85	1.87	1.94	2.04	2.01	2.04
0.583	2.37	2.39	2.26	2.10	2.04	2.09	2.12	2.22	2.22	2.24
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

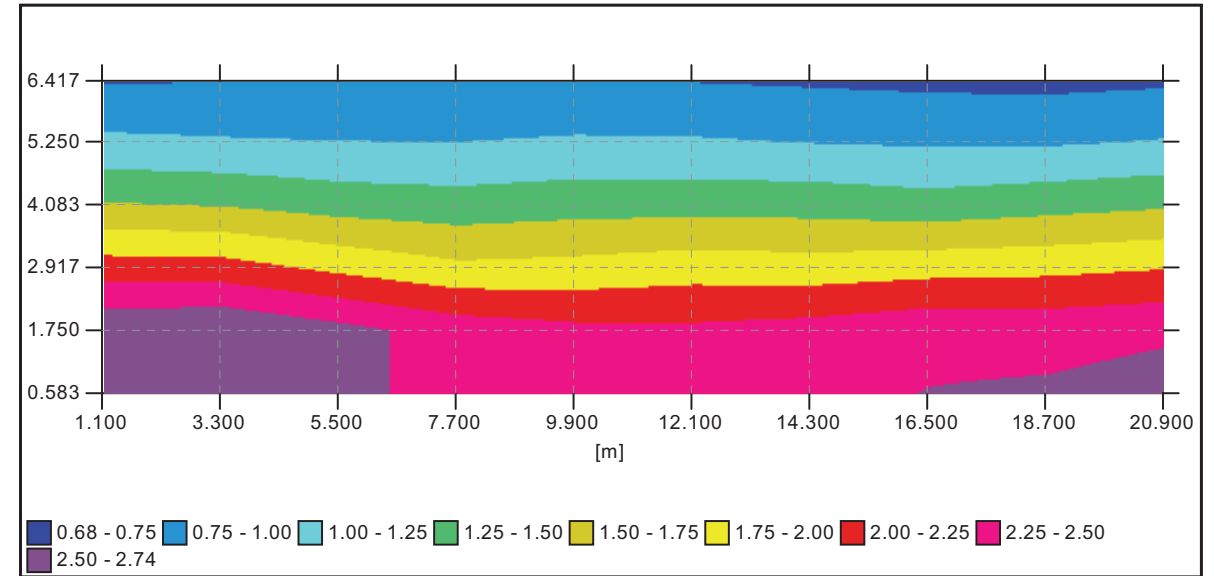


Malla principal (2) : Luminancia (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.68 cd/m² Med : 1.68 cd/m² Máx : 2.74 cd/m² Uo : 40.4 % Ug : 24.7 %

6.417	0.73	0.73	0.73	0.75	0.76	0.73	0.71	0.69	0.68	0.71
5.250	1.05	1.02	1.00	1.00	1.03	1.02	0.99	0.97	0.97	1.02
4.083	1.52	1.48	1.39	1.36	1.40	1.40	1.40	1.35	1.41	1.47
2.917	2.11	2.10	1.94	1.80	1.83	1.89	1.86	1.91	1.93	1.99
1.750	2.69	2.74	2.57	2.39	2.31	2.30	2.35	2.44	2.42	2.46
0.583	2.71	2.74	2.59	2.38	2.29	2.40	2.45	2.51	2.53	2.60
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Malla principal (2) : Luminancia (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

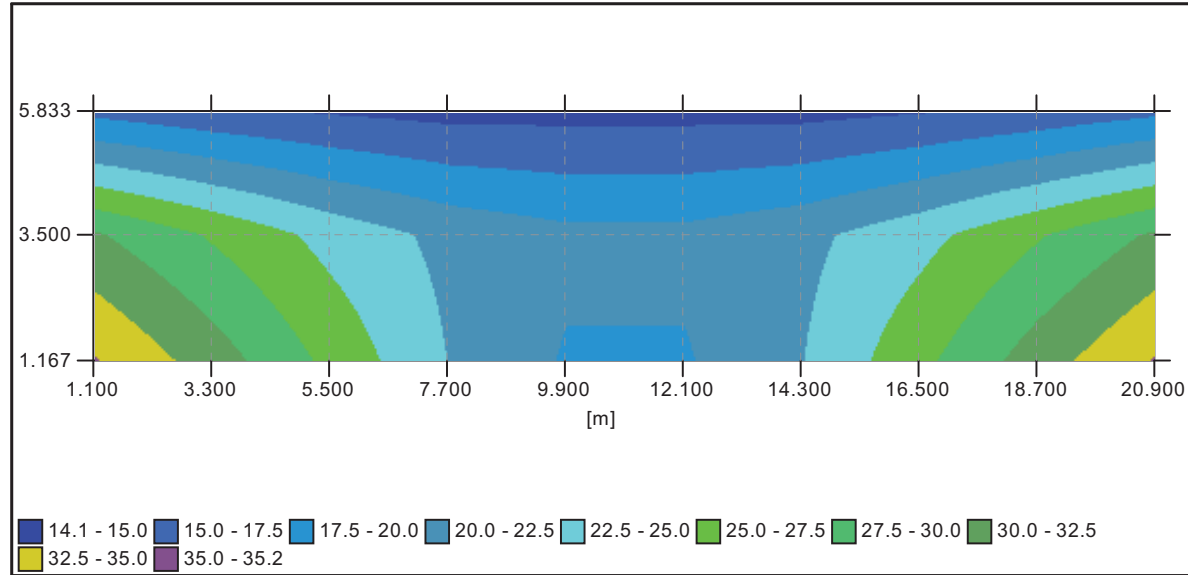


Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

Min : 14.1 lux Med : 22.3 lux Máx : 35.2 lux Uo : 63.2 % Ug : 40.0 %

5.833	16.6	15.4	14.6	14.1	14.2	14.2	14.1	14.7	15.5	16.8
3.500	30.3	27.2	24.1	21.8	20.6	20.6	21.8	24.2	27.3	30.4
1.167	35.1	31.2	26.8	22.4	19.8	19.8	22.4	26.9	31.3	35.2
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

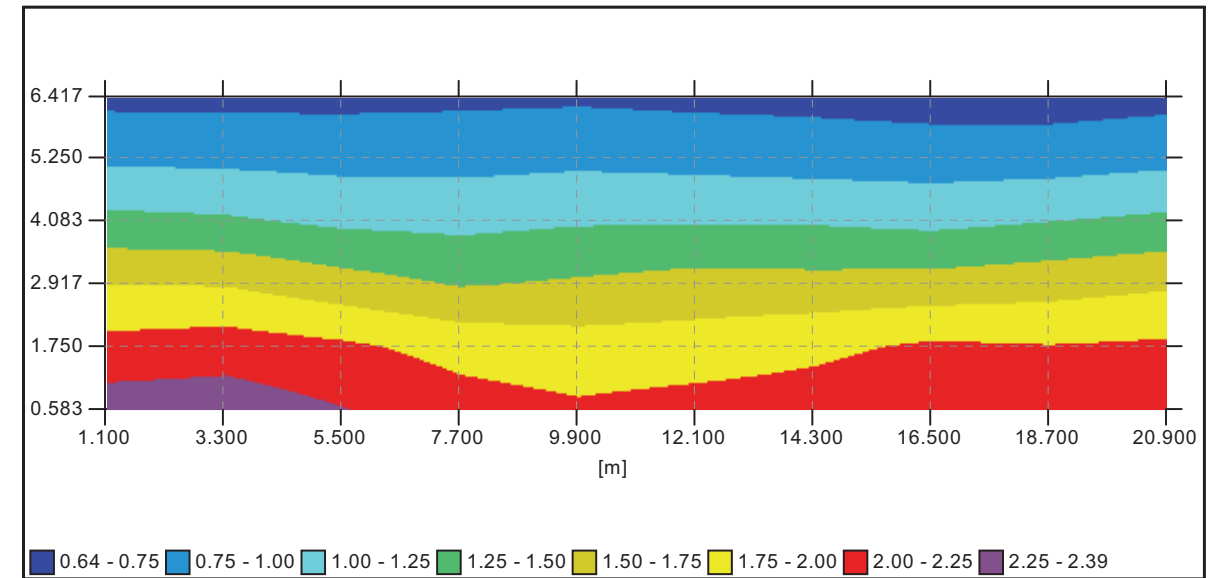


Malla principal (TI) (4) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.64 cd/m² Med : 1.44 cd/m² Máx : 2.39 cd/m² Uo : 44.2 % Ug : 26.6 %

6.417	0.68	0.67	0.68	0.69	0.71	0.69	0.67	0.64	0.64	0.67
5.250	0.95	0.94	0.92	0.92	0.94	0.92	0.89	0.88	0.88	0.93
4.083	1.31	1.28	1.20	1.18	1.22	1.23	1.22	1.19	1.24	1.30
2.917	1.74	1.73	1.60	1.48	1.53	1.59	1.58	1.59	1.65	1.71
1.750	2.08	2.12	2.04	1.91	1.85	1.87	1.94	2.04	2.01	2.04
0.583	2.37	2.39	2.26	2.10	2.04	2.09	2.12	2.22	2.22	2.24
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Malla principal (TI) (4) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (5) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.85 cd/m² Med : 1.99 cd/m² Máx : 2.12 cd/m² Uo : 93.1 % Ug : 87.3 %

1.750	2.08	2.12	2.04	1.91	1.85	1.87	1.94	2.04	2.01	2.04
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Centro del carril 2 (6) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 0.97 cd/m² Med : 1.01 cd/m² Máx : 1.05 cd/m² Uo : 96.1 % Ug : 92.3 %

5.250	1.05	1.02	1.00	1.00	1.03	1.02	0.99	0.97	0.97	1.02
Y/X	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

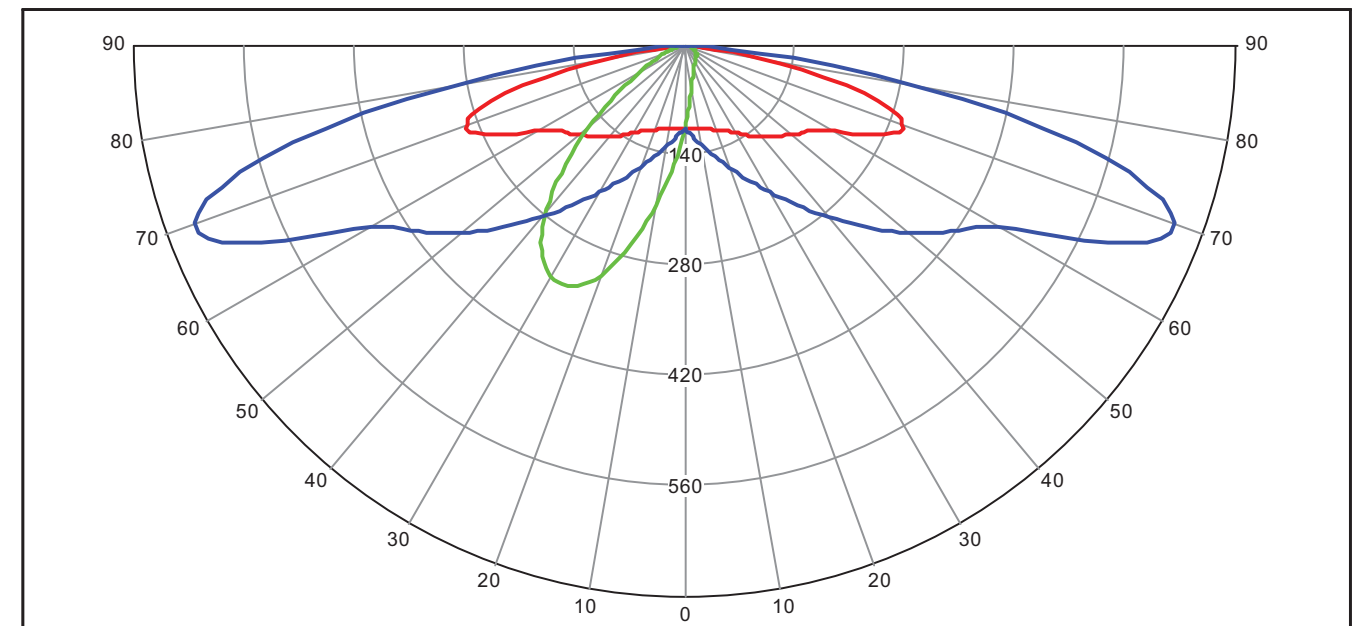
Documentos fotométricos

9601EB



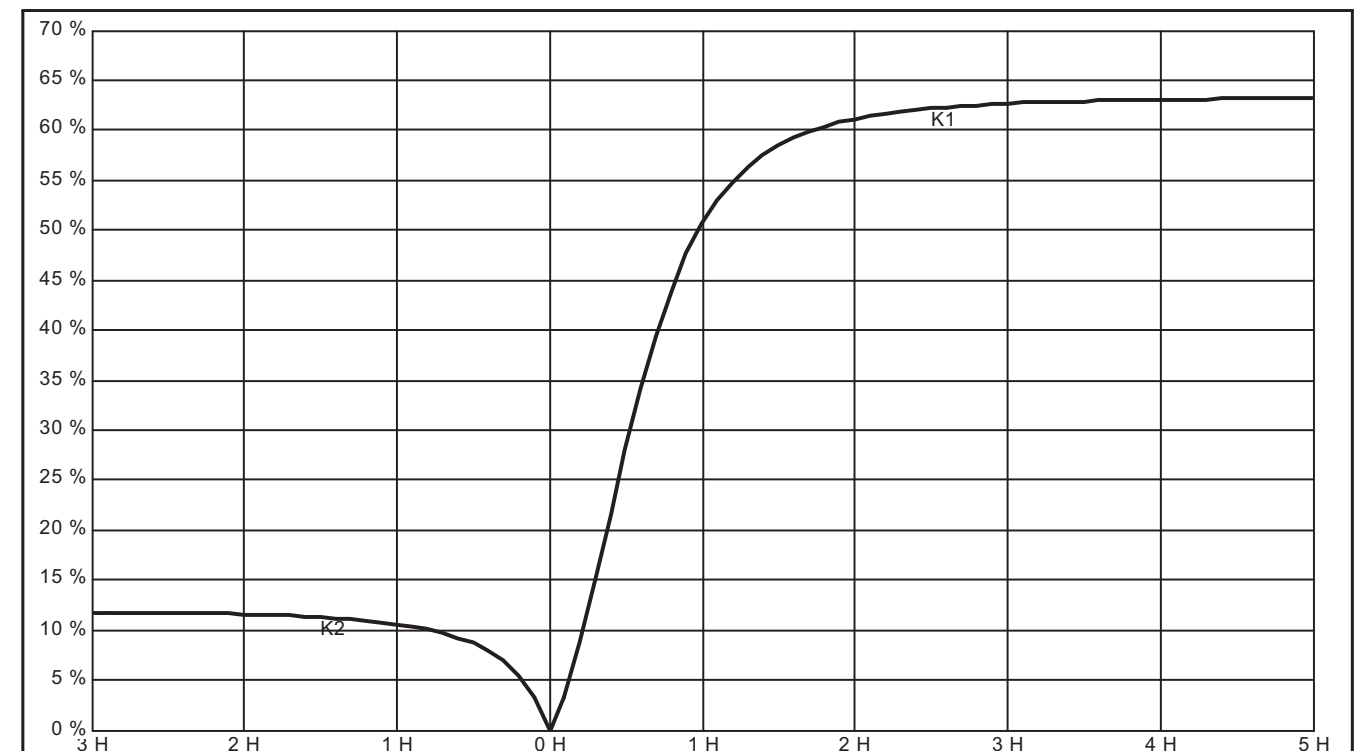
Senso 2 / Vidrio Cubeta/6103/96 XP-E 3500K/120/Distribución 1 E

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Estilo
9601EB	5°	0°	297	69°		9601EB	5°	180°	297	69°	
9601EB	5°	90°	341	28°		9601EB	5°	270°	106	0°	
9601EB	5°	15°	661	70°		9601EB	5°	165°	661	70°	

Curva de utilización



Matriz	Inc	Rendimiento (0-90°)	Rendimiento (0-máx °)	Estilo
9601EB	5°	75.3%	75.4%	




Interpolación cuadrática
VIAL 14M

Proyecto ENLACES N-340 / P 11PR0525

Fichero : ... \VIAL 14M.lpf

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Disposición :  Conducción :  Sentido : 
 Número de : 4 Ancho de carril : 3.500 m Ancho de : 14.000 m
 Tabla R : R3007 Qo : 0.070
 Cálculo : Luminancia Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Semicilíndrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia : 24.000 m Altura : 12.000 m Retranqueo : -2.000 m Retroceso : -2.500 m
 Inclinación : 5.0 °
 Tipo : Onyx 2 Protector : Vidrio curvado 932341
 Reflector : 1419 Configuración : -15/130/10° C3
 Fuente : SAP-T Potencia : 250 W Flujo : 33.2 klm FM : 0.72

Resumen

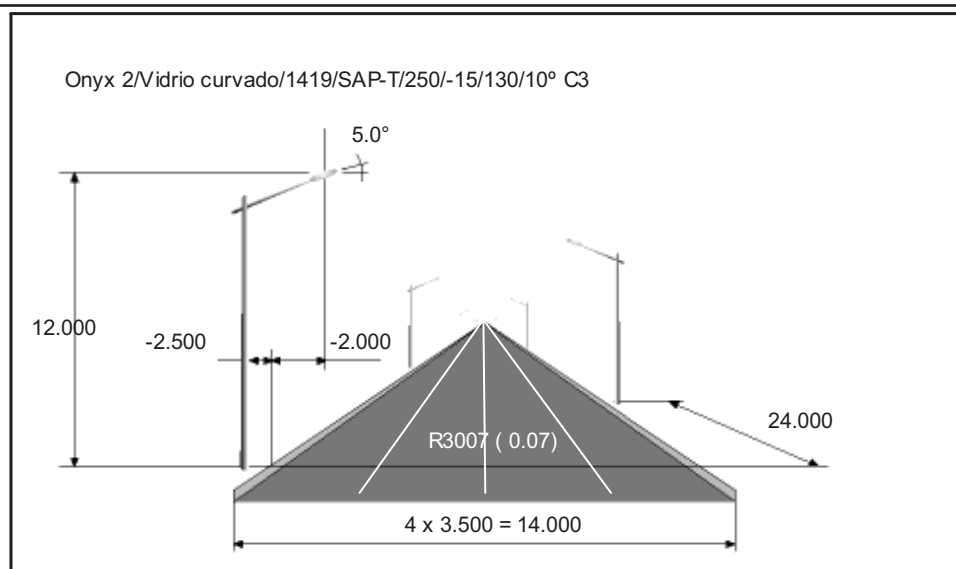
Luminancia

	1	2	3	4
Obs Y	1.750	5.250	8.750	12.250
Lmed	1.77	1.80	1.80	1.77
Uo	59.2	58.0	57.9	59.3
UI	72.3	73.5	73.5	72.3
TI	10.2	Posición del -4.875; 3.500; 1.500 m		

Iluminancia

E_{min} : 15.8 lux
E_{med} : 24.1 lux

Esquema



Resultados de las mallas

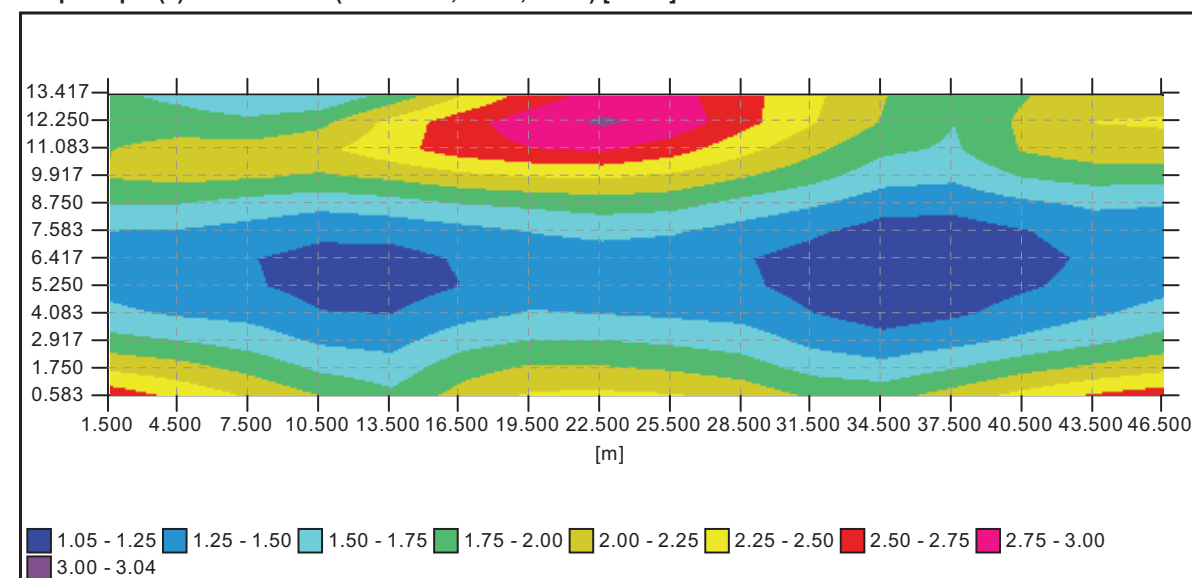
Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.05 cd/m² Med : 1.77 cd/m² Máx : 3.04 cd/m² Uo : 59.2 % Ug : 34.5 %

13.417	1.80	1.68	1.50	1.51	1.82	2.23	2.60	2.87	2.84	2.59	2.30	2.02	1.78	1.98	2.14
12.250	1.87	1.87	1.81	1.93	2.33	2.65	2.91	3.04	2.92	2.59	2.27	1.98	1.75	2.06	2.25
11.083	1.99	2.11	2.10	2.19	2.41	2.63	2.74	2.79	2.61	2.32	2.06	1.80	1.71	2.03	2.15
9.917	2.01	2.07	2.03	1.96	2.04	2.18	2.25	2.28	2.19	2.01	1.83	1.60	1.55	1.76	1.85
8.750	1.75	1.75	1.65	1.57	1.64	1.75	1.80	1.87	1.83	1.66	1.53	1.35	1.32	1.45	1.54
7.583	1.50	1.48	1.40	1.31	1.33	1.42	1.51	1.56	1.53	1.40	1.28	1.15	1.14	1.24	1.35
6.417	1.41	1.35	1.26	1.17	1.16	1.28	1.36	1.38	1.35	1.27	1.16	1.05	1.08	1.18	1.29
5.250	1.42	1.34	1.28	1.16	1.14	1.25	1.37	1.34	1.32	1.29	1.16	1.06	1.11	1.22	1.32
4.083	1.56	1.46	1.42	1.26	1.25	1.41	1.52	1.49	1.45	1.41	1.25	1.14	1.21	1.34	1.47
2.917	1.83	1.74	1.63	1.46	1.41	1.65	1.76	1.75	1.70	1.63	1.43	1.32	1.42	1.55	1.69
1.750	2.19	2.09	1.92	1.70	1.60	1.90	2.04	2.02	1.97	1.87	1.66	1.58	1.73	1.91	2.05
0.583	2.64	2.42	2.21	1.99	1.80	2.09	2.28	2.30	2.27	2.16	1.95	1.91	2.10	2.33	2.52
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

13.417	2.16
12.250	2.27
11.083	2.16
9.917	1.83
8.750	1.51
7.583	1.38
6.417	1.35
5.250	1.43
4.083	1.60
2.917	1.84
1.750	2.18
0.583	2.64
Y/X	46.500

Malla principal (1) : Luminancia (< -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]



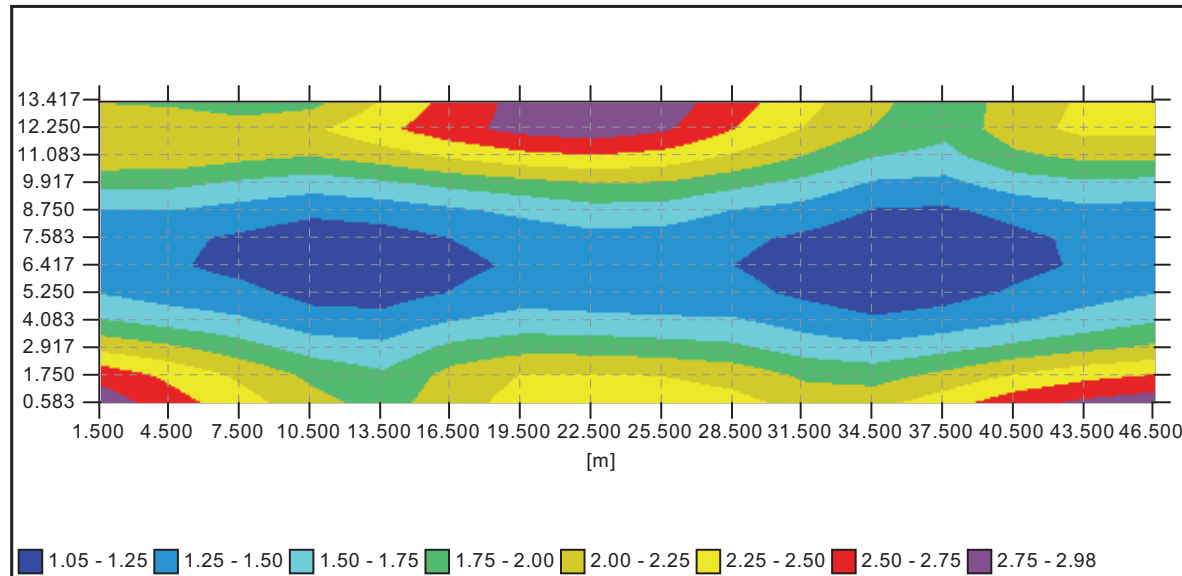
Malla principal (2) : Luminancia (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.05 cd/m² Med : 1.80 cd/m² Máx : 2.98 cd/m² Uo : 58.0 % Ug : 35.2 %

13.417	1.99	1.94	1.84	1.93	2.28	2.60	2.83	2.98	2.89	2.61	2.33	2.06	1.85	2.10	2.29
12.250	2.23	2.23	2.15	2.21	2.44	2.67	2.83	2.90	2.79	2.50	2.23	1.99	1.83	2.15	2.32
11.083	2.18	2.18	2.07	1.99	2.13	2.29	2.42	2.48	2.40	2.21	1.99	1.75	1.67	1.95	2.05
9.917	1.81	1.81	1.70	1.61	1.70	1.82	1.90	1.99	1.97	1.82	1.67	1.46	1.43	1.61	1.70
8.750	1.48	1.49	1.39	1.30	1.35	1.45	1.56	1.65	1.63	1.48	1.40	1.23	1.21	1.32	1.43
7.583	1.35	1.30	1.21	1.11	1.15	1.25	1.35	1.42	1.39	1.30	1.20	1.09	1.09	1.19	1.30
6.417	1.34	1.28	1.18	1.08	1.08	1.19	1.29	1.32	1.31	1.25	1.14	1.05	1.08	1.18	1.29
5.250	1.49	1.37	1.31	1.17	1.15	1.26	1.38	1.36	1.34	1.33	1.20	1.10	1.16	1.28	1.39
4.083	1.77	1.63	1.53	1.34	1.32	1.49	1.59	1.56	1.54	1.52	1.39	1.28	1.35	1.47	1.60
2.917	2.18	2.04	1.85	1.63	1.56	1.82	1.91	1.90	1.85	1.80	1.63	1.55	1.67	1.81	1.93
1.750	2.65	2.43	2.19	1.94	1.79	2.09	2.26	2.27	2.24	2.15	1.95	1.89	2.06	2.26	2.42
0.583	2.89	2.60	2.34	2.08	1.90	2.15	2.35	2.40	2.41	2.33	2.15	2.15	2.39	2.65	2.80
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

13.417	2.33
12.250	2.32
11.083	2.05
9.917	1.66
8.750	1.41
7.583	1.33
6.417	1.35
5.250	1.50
4.083	1.73
2.917	2.05
1.750	2.51
0.583	2.89
Y/X	46.500

Malla principal (2) : Luminancia (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]



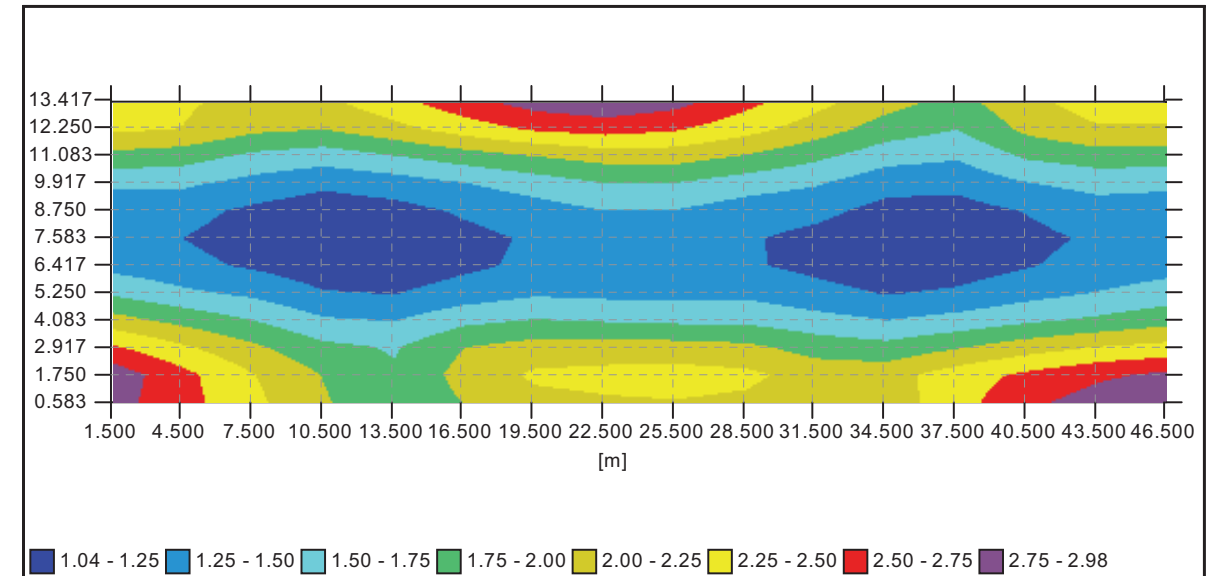
Malla principal (3) : Luminancia (<- -60.000; 8.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.04 cd/m² Med : 1.80 cd/m² Máx : 2.98 cd/m² Uo : 57.9 % Ug : 35.0 %

13.417	2.33	2.29	2.16	2.19	2.42	2.66	2.86	2.94	2.84	2.57	2.33	2.10	1.92	2.19	2.37
12.250	2.29	2.24	2.06	2.00	2.17	2.37	2.53	2.61	2.53	2.34	2.12	1.88	1.75	2.06	2.22
11.083	1.92	1.86	1.69	1.61	1.73	1.87	1.99	2.10	2.10	1.98	1.80	1.60	1.53	1.78	1.88
9.917	1.55	1.54	1.41	1.30	1.37	1.49	1.62	1.74	1.74	1.61	1.52	1.33	1.31	1.49	1.59
8.750	1.34	1.33	1.20	1.10	1.16	1.28	1.39	1.50	1.49	1.37	1.31	1.17	1.15	1.26	1.38
7.583	1.31	1.25	1.14	1.04	1.07	1.18	1.28	1.35	1.34	1.28	1.18	1.08	1.07	1.19	1.29
6.417	1.42	1.32	1.22	1.10	1.10	1.20	1.30	1.34	1.33	1.28	1.18	1.09	1.13	1.23	1.34
5.250	1.71	1.55	1.44	1.27	1.24	1.35	1.46	1.43	1.43	1.44	1.33	1.23	1.29	1.41	1.51
4.083	2.10	1.92	1.75	1.53	1.49	1.68	1.76	1.72	1.69	1.69	1.59	1.50	1.58	1.70	1.80
2.917	2.54	2.29	2.05	1.81	1.73	2.00	2.10	2.12	2.11	2.06	1.90	1.83	1.98	2.14	2.26
1.750	2.90	2.57	2.26	1.99	1.78	2.09	2.29	2.32	2.35	2.30	2.15	2.15	2.38	2.55	2.70
0.583	2.84	2.59	2.31	2.03	1.79	2.01	2.19	2.22	2.24	2.21	2.07	2.12	2.40	2.69	2.86
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

13.417	2.39
12.250	2.21
11.083	1.87
9.917	1.55
8.750	1.36
7.583	1.31
6.417	1.41
5.250	1.61
4.083	1.91
2.917	2.33
1.750	2.80
0.583	2.98
Y/X	46.500

Malla principal (3) : Luminancia (<- -60.000; 8.750; 1.500) [cd/m²]



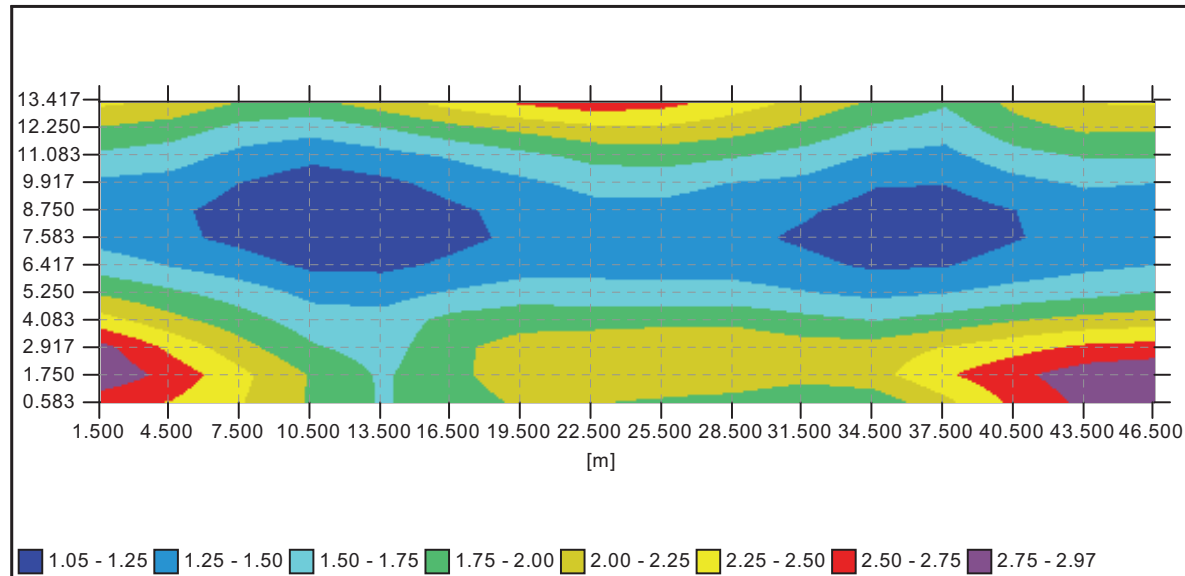
Malla principal (4) : Luminancia (<- -60.000; 12.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.05 cd/m² Med : 1.77 cd/m² Máx : 2.97 cd/m² Uo : 59.3 % Ug : 35.3 %

13.417	2.31	2.20	1.99	1.95	2.14	2.37	2.55	2.67	2.59	2.39	2.18	1.97	1.79	2.08	2.26
12.250	1.97	1.87	1.66	1.58	1.73	1.91	2.05	2.18	2.19	2.09	1.92	1.70	1.60	1.90	2.04
11.083	1.69	1.61	1.41	1.30	1.40	1.53	1.67	1.82	1.86	1.77	1.65	1.47	1.42	1.66	1.77
9.917	1.44	1.40	1.24	1.13	1.19	1.32	1.44	1.58	1.59	1.48	1.43	1.27	1.26	1.42	1.53
8.750	1.33	1.29	1.15	1.05	1.10	1.21	1.32	1.42	1.42	1.34	1.28	1.15	1.13	1.25	1.36
7.583	1.40	1.30	1.18	1.07	1.10	1.19	1.30	1.37	1.37	1.31	1.21	1.13	1.12	1.24	1.33
6.417	1.63	1.48	1.35	1.20	1.20	1.29	1.39	1.42	1.42	1.39	1.31	1.21	1.24	1.35	1.44
5.250	1.96	1.80	1.63	1.43	1.39	1.53	1.63	1.59	1.58	1.60	1.51	1.44	1.49	1.59	1.67
4.083	2.34	2.07	1.85	1.62	1.59	1.84	1.91	1.91	1.93	1.93	1.82	1.74	1.85	1.99	2.08
2.917	2.83	2.43	2.08	1.78	1.63	1.95	2.10	2.15	2.20	2.22	2.11	2.11	2.26	2.41	2.55
1.750	2.95	2.66	2.31	1.97	1.71	1.96	2.12	2.13	2.16	2.19	2.10	2.17	2.47	2.69	2.89
0.583	2.61	2.49	2.26	1.97	1.72	1.91	2.03	2.01	1.97	1.91	1.79	1.85	2.19	2.57	2.81
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

13.417	2.28
12.250	2.02
11.083	1.76
9.917	1.50
8.750	1.34
7.583	1.35
6.417	1.50
5.250	1.77
4.083	2.14
2.917	2.60
1.750	2.97
0.583	2.96
Y/X	46.500

Malla principal (4) : Luminancia (<- -60.000; 12.250; 1.500) [cd/m²]

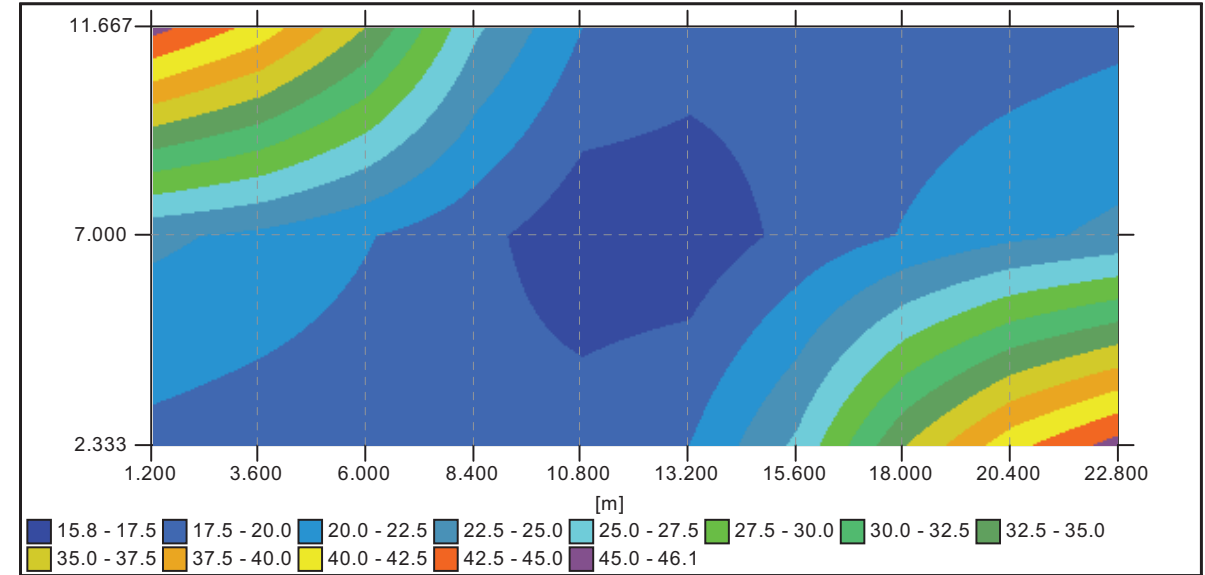


Malla principal (5) : Iluminancia [lux]

Min : 15.8 lux Med : 24.1 lux Máx : 46.1 lux Uo : 65.7 % Ug : 34.3 %

11.667	46.0	41.6	34.9	25.5	20.0	18.7	18.5	18.4	18.7	19.3
7.000	23.0	21.9	20.1	18.2	15.8	15.8	18.2	20.2	21.9	23.1
2.333	19.3	18.7	18.4	18.4	18.7	20.0	25.5	34.9	41.6	46.1
Y/X	1.200	3.600	6.000	8.400	10.800	13.200	15.600	18.000	20.400	22.800

Malla principal (5) : Iluminancia [lux]



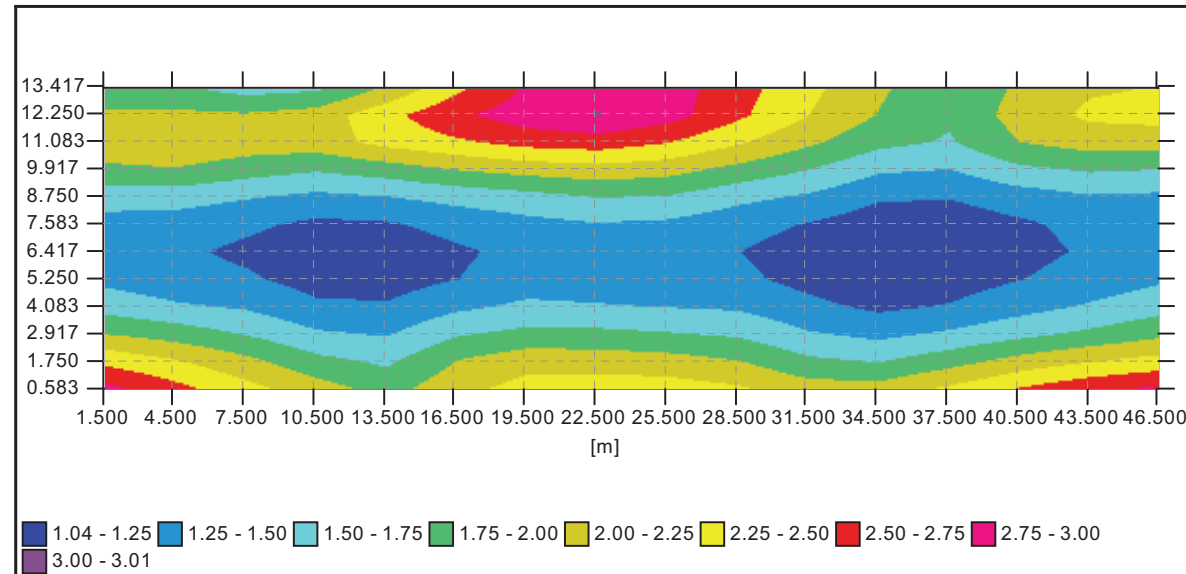
Malla principal (TI) (6) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 3.500; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.04 cd/m² Med : 1.79 cd/m² Máx : 3.01 cd/m² Uo : 58.2 % Ug : 34.6 %

13.417	1.88	1.79	1.65	1.70	2.04	2.44	2.78	2.93	2.87	2.60	2.32	2.04	1.81	2.03	2.22
12.250	2.03	2.06	2.03	2.11	2.43	2.71	2.89	3.01	2.86	2.55	2.25	1.99	1.79	2.11	2.30
11.083	2.14	2.22	2.14	2.13	2.33	2.46	2.59	2.63	2.50	2.28	2.05	1.82	1.72	2.00	2.10
9.917	1.95	1.98	1.86	1.77	1.87	2.00	2.09	2.15	2.09	1.92	1.75	1.54	1.50	1.69	1.78
8.750	1.60	1.61	1.52	1.44	1.49	1.59	1.66	1.76	1.73	1.57	1.46	1.29	1.26	1.38	1.48
7.583	1.42	1.38	1.30	1.20	1.22	1.33	1.42	1.48	1.45	1.34	1.23	1.11	1.11	1.21	1.32
6.417	1.36	1.29	1.20	1.11	1.10	1.22	1.32	1.34	1.32	1.25	1.14	1.04	1.07	1.18	1.28
5.250	1.43	1.34	1.28	1.15	1.14	1.25	1.36	1.34	1.32	1.30	1.17	1.07	1.13	1.24	1.35
4.083	1.64	1.53	1.46	1.29	1.28	1.44	1.55	1.52	1.49	1.46	1.31	1.20	1.27	1.40	1.53
2.917	1.99	1.88	1.73	1.53	1.47	1.72	1.81	1.81	1.76	1.71	1.52	1.43	1.54	1.67	1.80
1.750	2.42	2.26	2.06	1.82	1.70	2.00	2.15	2.14	2.09	2.00	1.80	1.73	1.89	2.08	2.23
0.583	2.82	2.57	2.32	2.10	1.90	2.16	2.35	2.37	2.36	2.28	2.10	2.09	2.28	2.50	2.68
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500

13.417	2.26
12.250	2.33
11.083	2.12
9.917	1.74
8.750	1.45
7.583	1.35
6.417	1.34
5.250	1.46
4.083	1.65
2.917	1.93
1.750	2.34
0.583	2.78
Y/X	46.500

Malla principal (TI) (6) : Luminancia (TI) (<- -60.000; 3.500; 1.500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (7) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 1.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.58 cd/m² Med : 1.90 cd/m² Máx : 2.19 cd/m² Uo : 83.3 % Ug : 72.3 %

1.750	2.19	2.09	1.92	1.70	1.60	1.90	2.04	2.02	1.97	1.87	1.66	1.58	1.73	1.91	2.05
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500
1.750	2.18														
Y/X	46.500														

Centro del carril 2 (8) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 5.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.10 cd/m² Med : 1.30 cd/m² Máx : 1.50 cd/m² Uo : 84.7 % Ug : 73.5 %

5.250	1.49	1.37	1.31	1.17	1.15	1.26	1.38	1.36	1.34	1.33	1.20	1.10	1.16	1.28	1.39
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500
5.250	1.50														
Y/X	46.500														

Centro del carril 3 (9) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 8.750; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.10 cd/m² Med : 1.30 cd/m² Máx : 1.50 cd/m² Uo : 84.7 % Ug : 73.5 %

8.750	1.34	1.33	1.20	1.10	1.16	1.28	1.39	1.50	1.49	1.37	1.31	1.17	1.15	1.26	1.38
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500
8.750	1.36														
Y/X	46.500														

Centro del carril 4 (10) : Uniformidades longitudinales (<- -60.000; 12.250; 1.500) [cd/m²]

Min : 1.58 cd/m² Med : 1.90 cd/m² Máx : 2.19 cd/m² Uo : 83.3 % Ug : 72.3 %

12.250	1.97	1.87	1.66	1.58	1.73	1.91	2.05	2.18	2.19	2.09	1.92	1.70	1.60	1.90	2.04
Y/X	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500
12.250	2.02														
Y/X	46.500														

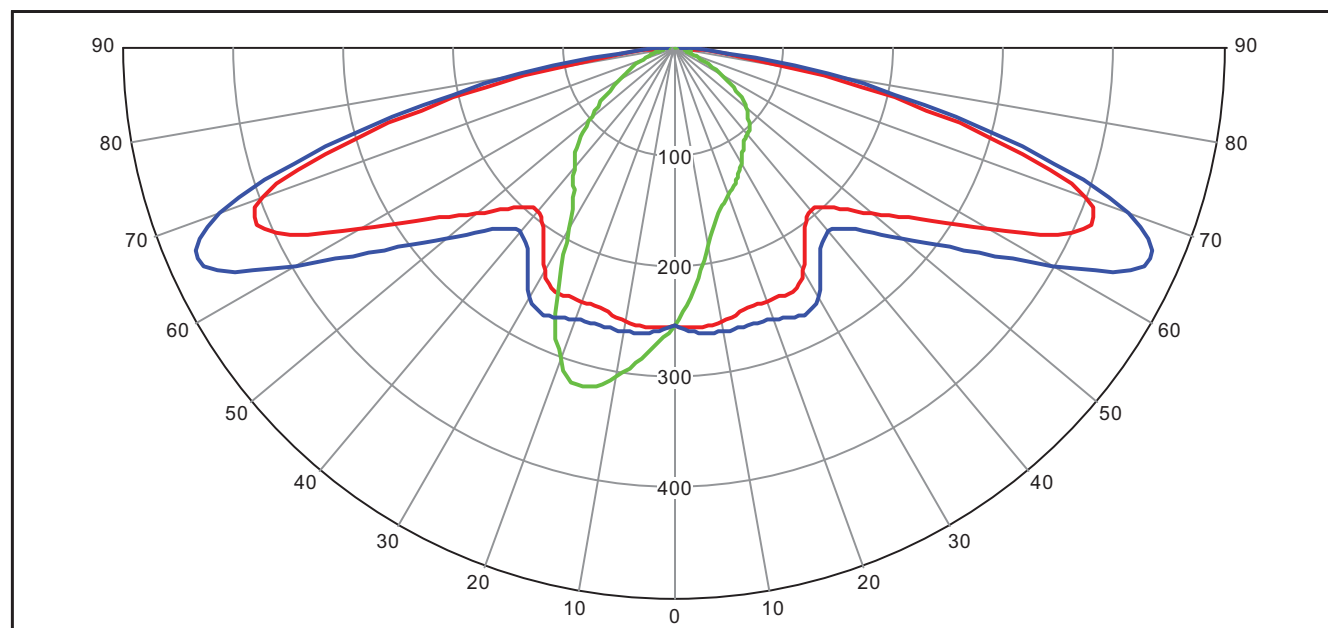
Documentos fotométricos

932341



Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/250/-15/130/10° C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	I _{max}	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	I _{max}	Plan	Estilo
932341	5°	0°	410	67°		932341	5°	180°	410	67°	
932341	5°	90°	318	15°		932341	5°	270°	251	0°	
932341	5°	10°	472	66°		932341	5°	170°	472	66°	

APÉNDICE Nº 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CÁLCULOS ELÉCTRICOS GLORIETAS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos \phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen} \phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos \phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen} \phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
 L = Longitud de Cálculo en metros.
 e = Caída de tensión en Voltios.
 K = Conductividad.
 I = Intensidad en Amperios.
 U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
 S = Sección del conductor en mm².
 Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.
 n = N° de conductores por fase.
 X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) / (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,
 K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
 ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
 ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\rho = \text{Coeficiente de temperatura:}$$

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

$$\rho = \text{Coeficiente de temperatura:}$$

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).
 T₀ = Temperatura ambiente (°C):
 Cables enterrados = 25°C
 Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 XLPE, EPR = 90°C
 PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).
 I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:
 I_b: intensidad utilizada en el circuito.
 I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
 I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
 I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:
 - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).
 - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pcc1} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,
 I_{pcc1}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
 C_t: Coeficiente de tensión.
 U: Tensión trifásica en V.
 Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,
 I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
 C_t: Coeficiente de tensión.
 U_F: Tensión monofásica en V.
 Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,
 R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
 X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
 R = L · 1000 · C_R / K · S · n (mohm)
 X = X_u · L / n (mohm)
 R: Resistencia de la línea en mohm.
 X: Reactancia de la línea en mohm.
 L: Longitud de la línea en m.
 C_R: Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.
 K: Conductividad del metal.
 S: Sección de la línea en mm².
 X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
 n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mccc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,
 t_{mccc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.
 C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
 S: Sección de la línea en mm².
 I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pccF}^2$$

Siendo,
 t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
 I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{\max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,
 L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
 U_F: Tensión de fase (V)
 K: Conductividad
 S: Sección del conductor (mm²)
 X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
 n: n° de conductores por fase
 C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
 C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
 I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5 In
 CURVA C IMAG = 10 In
 CURVA D Y MA IMAG = 20 In

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 Lc: Longitud total del conductor (m)
 Lp: Longitud total de las picas (m)
 P: Perímetro de las placas (m)

Centro de Mando 1. Circuito 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos φ : 0,9
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20
- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mil/m)	Canal./Aislam/Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
20	ARQ	C.M.1	7	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	-8,05	10	25/30	4x6	44/1	110
12	ARQ	1	40	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	4,16			4x6	44/1	110
3	ARQ	2.2	36	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,95			4x6	44/1	110
4	2.2	ARQ	24	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,3			4x6	44/1	110
5	ARQ	2.3	30	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,65			4x6	44/1	110
6	ARQ	7	64	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,65			4x6	44/1	110
7	ARQ	2.5	28	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,95			4x6	44/1	110
8	2.5	ARQ	18	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,3			4x6	44/1	110
9	ARQ	2.6	42	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,3			4x6	44/1	110
10	2.6	ARQ	24	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,65			4x6	44/1	110
11	ARQ	2.7	14	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,65			4x6	44/1	110

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
ARQ	-0,265	399,735	0,066	(0 W)
C.M.1	0	400	0	(5.022 W)
1	-1,046	398,954	0,262*	(-2.592 W)
2.2	-0,595	399,405	0,149	(-405 W)
ARQ	-0,741	399,259	0,185	(0 W)
2.3	-0,833	399,167	0,208	(-405 W)
7	-0,937	399,063	0,234	(-405 W)
2.5	-0,521	399,479	0,13	(-405 W)
ARQ	-0,631	399,369	0,158	(0 W)
2.6	-0,888	399,112	0,222	(-405 W)
ARQ	-0,961	399,039	0,24	(0 W)
2.7	-1,004	398,996	0,251	(-405 W)

NOTA:
 - * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- C.M.1-ARQ-1 = 0.26 %
- C.M.1-ARQ-2.2-ARQ-2.3 = 0.21 %
- C.M.1-ARQ-2.2-ARQ-7 = 0.23 %
- C.M.1-ARQ-2.5-ARQ-2.6-ARQ-2.7 = 0.25 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	In:Curvas
20	ARQ	C.M.1	10	10	2.436,12	0,12		10; B,C,D
12	ARQ	1	4,89		590,3	2,11		
3	ARQ	2.2	4,89		639,03	1,8		
4	2.2	ARQ	1,28		427,29	4,03		
5	ARQ	2.3	0,86		302,07	8,07		
6	ARQ	7	0,86		226,74	14,32		
7	ARQ	2.5	4,89		765,28	1,26		
8	2.5	ARQ	1,54		529,7	2,62		
9	ARQ	2.6	1,06		308,09	7,76		
10	2.6	ARQ	0,62		248,63	11,91		
11	ARQ	2.7	0,5		223,46	14,74		

Centro de Mando 2. Circuito 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos φ : 0,9
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mi/m)	Canal./Aislam/Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	C.M.2	Arq	10	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	16,5	20	25/30	4x6	44/1	50
2	Arq	5.2	18	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	15,85			4x6	44/1	50
3	5.2	ARQ	30	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	12,6			4x6	44/1	50
4	ARQ	5.7	42	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	9,35			4x6	44/1	50
5	Arq	5.1	24	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
7	5.3	5.4	44	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
7	5.3	5.2	30	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	-2,6			4x6	44/1	50
8	5.3	5.5	42	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	1,3			4x6	44/1	50
9	ARQ	ARQ	34	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	3,25			4x6	44/1	50
10	ARQ	5.8	14	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	3,25			4x6	44/1	50
11	5.8	ARQ	46	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	2,6			4x6	44/1	50
14	5.5	ARQ	32	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
15	ARQ	5.6	12	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
14	ARQ	5.9	8	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
15	ARQ	ARQ	34	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	1,95			4x6	44/1	50
16	ARQ	5.10	18	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50
17	ARQ	5.11	26	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	1,3			4x6	44/1	50
18	5.11	5.12	40	Cu/0.08	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	0,65			4x6	44/1	50

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
C.M.2	0	400	0	(10.287 W)
Arq	-0,775	399,225	0,194	(0 W)
5.2	-2,116	397,884	0,529	(-405 W)
ARQ	-3,893	396,107	0,973	(0 W)
5.7	-5,739	394,261	1,435	(-5.832 W)
5.1	-0,849	399,151	0,212	(-405 W)
5.3	-2,482	397,518	0,621	(-405 W)
5.4	-2,617	397,383	0,654	(-405 W)
5.5	-2,739	397,261	0,685	(-405 W)
ARQ	-4,412	395,588	1,103	(0 W)
5.8	-4,625	395,375	1,156	(-405 W)
ARQ	-5,187	394,813	1,297	(0 W)
ARQ	-2,836	397,164	0,709	(0 W)
5.6	-2,873	397,127	0,718	(-405 W)
5.9	-5,211	394,789	1,303	(-405 W)
ARQ	-5,498	394,502	1,375	(0 W)
5.10	-5,553	394,447	1,388	(-405 W)
5.11	-5,657	394,343	1,414	(-405 W)
5.12	-5,779	394,221	1,445*	(-405 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

C.M.2-Arq-5.2-ARQ-5.7 = 1.43 %
 C.M.2-Arq-5.1 = 0.21 %
 C.M.2-Arq-5.2-5.3-5.4 = 0.65 %
 C.M.2-Arq-5.2-5.3-5.5-ARQ-5.6 = 0.72 %
 C.M.2-Arq-5.2-ARQ-ARQ-5.8-ARQ-5.9 = 1.3 %
 C.M.2-Arq-5.2-ARQ-ARQ-5.8-ARQ-ARQ-5.10 = 1.39 %
 C.M.2-Arq-5.2-ARQ-ARQ-5.8-ARQ-ARQ-5.11-5.12 = 1.44 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF(A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
1	C.M.2	Arq	10	10	1.980,88	0,19		20; B
2	Arq	5.2	3,98		924,97	0,86		
3	5.2	ARQ	1,86		487,94	3,09		
4	ARQ	5.7	0,98		293,47	8,55		
5	Arq	5.1	3,98		784,64	1,2		
7	5.3	5.4	0,98		288	8,88		
7	5.3	5.2	1,86		487,94	3,09		
8	5.3	5.5	0,98		293,47	8,55		
9	ARQ	ARQ	0,98		317,59	7,3		
10	AR	5.8	0,64		277,66	9,55		
11	5.	ARQ	0,56		196,47	19,07		
14	5.	ARQ	0,59		225,09	14,53		
15	AR	5.6	0,45		207	17,18		
14	ARQ	5.9	0,39		186,97	21,06		
15	ARQ	ARQ	0,39		161,56	28,21		
16	AR	5.10	0,32		147,66	33,76		
17	AR	5.11	0,32		142,23	36,39		
18	5.1	5.12	0,29		120,11	51,03		