

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA POBLACIÓN DE “LOS MOLARES” (SEVILLA)

Autor:
Ignacio Jiménez Goas

Tutor:
Jaime Navarro Casas
Catedrático de Universidad

Departamento de Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, a Abril de 2018

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO N°0: OBJETO DEL TFG

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA Y ANEJOS

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO

OBJETO DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Este Estudio se realiza como finalización de los cuatro cursos del Grado de Ingeniería Civil en la Universidad de Sevilla.

El fin del Trabajo es de carácter obligatorio para conseguir el título y consta de 12 créditos. En este caso es de naturaleza didáctica, pues no se tiene previsto que se ejecute, aunque se ha tratado de hacer un Estudio lo más parecido a uno de carácter oficial.

En él se van a tratar diversas materias dadas a lo largo del Grado de Ingeniería Civil, destacando los temas de la luminotecnia y la eficiencia energética, teniendo en cuenta la posibilidad que nos brindan las nuevas tecnologías de lograr instalaciones lo más eficientes posible, optimizando y ahorrando lo máximo y contaminando lo mínimo.

Índice	III
Índice de Tablas	IV
Índice de Figuras	V
1 – MEMORIA Y ANEJOS	7
1.1 <i>Objeto del Estudio</i>	7
1.2 <i>Antecedentes. Introducción a un Plan Director de Iluminación urbana</i>	7
1.3 <i>Conceptos fundamentales</i>	10
1.4 <i>Descripción de la zona de estudio</i>	12
1.5 <i>Clasificación de las vías</i>	14
1.5.1 Zona residencial	15
1.5.2 Zona de aceras	17
1.5.3 Zona peatonal y plazas	18
1.5.4 Glorietas	18
1.6 <i>Alumbrado ornamental para Castillo de Los Molares</i>	19
1.7 <i>Dimensionamiento iluminación</i>	20
1.7.1 Elección de luminaria	20
1.7.2 Ubicación de las luminarias y factor de mantenimiento	32
1.7.3 Dimensionamiento luminotécnico viario, de plazas y ornamental	35
1.7.4 Eficiencia energética	48
1.7.5 Comparativa eficiencia energética con el uso de otro tipo de tecnología	54
1.8 <i>Instalación eléctrica</i>	56
1.8.1 Campo de aplicación	56
1.8.2 Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora	56
1.8.3 Dimensionamiento de las instalaciones	56
1.8.4 Cuadros de protección, medida y control	57
1.8.5 Redes de alimentación	57
1.8.6 Soportes de luminarias	58
1.8.7 Luminarias	59
1.8.8 Equipos eléctricos de los puntos de luz	59
1.8.9 Protección contra contactos directos e indirectos	60
1.8.10 Puesta a tierra	60
1.8.11 Sistema de control y accionamiento	60
1.8.12 Dimensionamiento instalación eléctrica	62
Referencias	69
Anejos	70
ANEJO I: DIMENSIONAMIENTO LUMINOTÉCNICO	
ANEJO II: TABLA EFICIENCIA ENERGÉTICA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1–1 Clasificación de las vías en función de la velocidad [1]	15
Tabla 1–2 Clasificación de las vías en función de las de la IMD [1]	15
Tabla 1–3 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]	16
Tabla 1–4 Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E [1]	16
Tabla 1–5 Tipos de vía en función de la velocidad [1]	17
Tabla 1–6 Clase de alumbrado en función del tipo de vía [1]	17
Tabla 1–7 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]	17
Tabla 1–8 Clase de alumbrado en función del tipo de vía [1]	18
Tabla 1–9 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]	18
Tabla 1–10 Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental [1]	20
Tabla 1–11 Factores de depreciación de las luminarias (FDLU) [1]	34
Tabla 1–12 Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental [1]	44
Tabla 1–13 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]	45
Tabla 1–14 Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional [1]	48
Tabla 1–15 Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental [1]	49
Tabla 1–16 Valores de eficiencia energética de referencia [1]	49
Tabla 1–17 Calificación energética de una instalación de alumbrado [1]	50
Tabla 1–18 Modelo de etiqueta energética [1]	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diferencia entre flujo e Intensidad luminosa [19]	11
Figura 1-2. Andalucía	13
Figura 1-3. Sevilla	13
Figura 1-4. Localización de Los Molares	13
Figura 1-5. Los Molares	14
Figura 1-6. Zona de estudio en Los Molares	14
Figura 1-7. Partes de lámpara de vapor de mercurio [11]	21
Figura 1-8. Partes de lámpara Vapor de Sodio [9]	22
Figura 1-9. Estructura de un componente LED [13]	24
Figura 1-10. Impacto de la corriente en el flujo luminoso [13]	24
Figura 1-11. Depreciación del flujo luminoso LED con el paso del tiempo Philips [13]	25
Figura 1-12. Influencia de la temperatura en el flujo luminoso relativo [13]	26
Figura 1-13. Comparación de comportamiento de puesta en servicio [13]	26
Figura 1-14. Luminaria CitySwan [18]	27
Figura 1-15. Plano de dimensiones CitySwan [18]	28
Figura 1-16. Curva fotométrica CitySwan [18]	28
Figura 1-17. Luminaria Bobek LED Economyline [18]	28
Figura 1-18. Curva fotométrica Bobek LED [18]	29
Figura 1-19. Luminaria Luma LED [18]	30
Figura 1-20. Plano de dimensiones Luma LED [18]	30
Figura 1-21. Curva fotométrica Luma LED [18]	30
Figura 1-22. Luminaria Decoflood ² LED [18]	31
Figura 1-23. Curva fotométrica Decoflood ² LED [18]	31
Figura 1-24. Método de los lúmenes [19]	32
Figura 1-25. Depreciación del flujo luminoso LED con el paso del tiempo Philips [13]	35
Figura 1-26. Lista de Luminarias LED [18]	36
Figura 1-27. Clasificación energética calle Alcalde Pedro Monje Ruíz [17]	51
Figura 1-28. Clasificación energética plaza de la Constitución [17]	51
Figura 1-29. Clasificación energética plaza Nuestro Padre Jesús Nazareno [17]	51
Figura 1-30. Luminaria Philips Lighting Arc	55
Figura 1-31. Ilustración de instalación [21]	59
Figura 1-32. Ejemplo de interruptor horario astronómico de SCHNEIDER [20]	61
Figura 1-33. Intensidad máx. admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada [2]	63

1 – MEMORIA Y ANEJOS

Este Documento nos detalla cómo entender y elaborar este Trabajo de Fin de Grado, que trata sobre el diseño y estudio del alumbrado público para la población de “Los Molares” (Sevilla).

1.1 Objeto del Estudio

El objeto del presente Estudio es la elección y diseño del alumbrado público óptimo para la población de “Los Molares” (Sevilla). Se ha usado una moderna tecnología LED para proponer una alternativa óptima económica y energéticamente, en comparación con la tecnología que se ha estado usando en España en los últimos años, el Vapor de Sodio a Alta Presión. También definir y valorar las obras que en él se incluyen, intentando aportar documentación suficiente para que pudieran ser ejecutadas en un futuro.

Primero se han introducido unos antecedentes a los Planes Directores de Iluminación urbana.

A continuación, se aportarán definiciones y conceptos fundamentales sobre luminotecnia, para entender correctamente el estudio realizado.

Lo siguiente ha sido describir la zona a alumbrar, detallando la ubicación y las características de las vías con las que se va a trabajar, y un sutil dimensionamiento ornamental del Castillo de Los Molares.

A continuación, se realizará el análisis a fondo de la propuesta de dimensionamiento de la instalación del alumbrado viario, hallando los datos luminotécnicos y la eficiencia energética. También se hace una comparación de eficiencia energética con otra tecnología alternativa a la tecnología LED. Posteriormente, se ha procedido al dimensionamiento de la instalación eléctrica.

Se presentan también planos constructivos y del dimensionamiento de las luminarias.

Por último, se ha realizado un presupuesto lo más real posible en el que se incluyen todas las mediciones y precios de materiales empleados.

1.2 Antecedentes. Introducción a un Plan Director de Iluminación urbana

Dado que se está realizando un Estudio de Iluminación urbana en este trabajo, me parece oportuno dar unas pinceladas sobre un tema que se está implantando en la actualidad en relación a los Planes Directores de Iluminación urbana. A continuación, expongo algunas ideas para comprender de qué se trata.

El hombre ha tenido, desde el principio, regulada su actividad en torno a la luz, asociada a los ciclos del día y la noche, del sueño y la vigilia. La posibilidad de producir luz artificial, a partir sobre todo de la electricidad, marcó el inicio de grandes avances tecnológicos y del incremento de la productividad, al poder flexibilizar y ampliar la jornada laboral. Aumentaba así la presencia de la luz en todas las facetas de la vida y de forma muy especial las relacionadas con las comunicaciones y la interacción del ser humano con su entorno. Hoy se estima que cerca del 90% de la información que el hombre recibe del exterior tiene lugar a través del órgano de la vista que, como todos sabemos, sólo funciona cuando hay luz.

La luz es, por otra parte, un elemento fundamental del diseño arquitectónico y urbanístico de una ciudad. Gracias a ella, el ojo capta las imágenes que proyecta en la retina y que son las verdaderas portadoras de la información que precisa procesar el cerebro para transmitirnos las sensaciones que nos ayudan a dar significado a las cosas: la forma, el tamaño, la orientación, el color y la textura como componentes básicos de cualquier composición. La luz es, en definitiva, la esencia misma de los espacios y por tanto del arte, de la arquitectura y del paisaje.

Durante el día, el Sol con sus variaciones de intensidades, direcciones, tonos y matices nos dicta como percibir estos espacios, condicionando de forma importante el confort y las funcionalidades de algunos entornos, indiferente a nuestros esfuerzos por mejorarlos. Al llegar la noche; sin embargo, la arquitectura y la ingeniería ganan esa batalla, y el alumbrado público, integrado con el resto del mobiliario urbano, puede hacer mucho más dóciles esos entornos para adaptarlos a las actividades que se hayan valorado como prioritarias en los mismos y crear las condiciones apropiadas para proporcionar una estimulación completa de los sentidos.

Nadie relacionado con la arquitectura y el urbanismo, se atrevería a cuestionar hoy la importancia que una buena iluminación tiene para la imagen, el medio ambiente y la economía de una ciudad. A pesar de ello, nuestras ciudades no están, en general, bien iluminadas: en unos casos debido a que los gestores públicos no son del todo conscientes de la notoriedad y rentabilidad que un adecuado alumbrado público, funcional y ambiental, puede aportarles y en otros casos por la falta de planificación en las actuaciones y del asesoramiento técnico adecuado. Por este motivo, nosotros abogamos por la implantación, en los núcleos urbanos, de planes directores de iluminación (PDI), una asignatura pendiente en la mayor parte de ellos.

Al igual que en su momento ocurriera con los planes de urbanismo, hasta la fecha no existe un acuerdo tácito ni en la denominación ni en el alcance del conjunto de actuaciones que serían necesarias llevar a cabo en los espacios públicos urbanos en el campo de la iluminación. Intentaremos aclarar los hipotéticos alcances, sus principales objetivos y la forma de abordarlos, que consideramos de capital importancia en estos momentos. Decimos en estos momentos porque la mayor parte de nuestros municipios se van a ver implicados, a corto o medio plazo, si no lo han sido ya, en proyectos de mejora de sus instalaciones de alumbrado público, aprovechando en muchos casos las subvenciones que, con diferente procedencia, incluida la UE, pueden recibir para cumplir con las exigencias de REEIAE (Reglamento de Eficiencia Energética de Instalaciones de Alumbrado Exterior). Sería una pena que nuestros gestores públicos desaprovechasen esta oportunidad para sentar las bases de un buen plan de iluminación urbana con proyección de futuro.

Aunque el punto de arranque de la idea de los planes de iluminación se sitúa en los años 30, es a partir de la década de los 50 cuando el estado del arte de la tecnología de la iluminación comienza a proporcionar las herramientas necesarias para hacer posibles la aplicación de dichos planes, con algunos objetivos claros: primero funcionalidad, posteriormente diseño e iluminación escénica, hasta llegar a los primeros planteamientos modernos de los planes directores de iluminación.

En este trabajo se aboga por la implantación en los núcleos urbanos de un Plan Director de Iluminación. Para ello vamos a definir en primer lugar el término de Plan Director, un documento oficial en el que se describen las intenciones de los responsables de una organización para con el futuro de la empresa, institución o entidad en un período de tiempo definido.

Este documento se caracteriza por ser cualitativo y objetivo. Se trata de una guía útil para el desarrollo de la entidad. Establece unas directrices y líneas de actuación que optimizan la gestión de los recursos disponibles.

En el Plan Director de Iluminación se deberían sentar las bases de la iluminación de la ciudad, con una visión global de las necesidades de iluminación de los diferentes espacios urbanos que la configuran y buscar, como mínimo, los siguientes objetivos:

- Disminuir el consumo energético de las instalaciones, ajustando los niveles de luxes a las nuevas normativas y sustituyendo las luminarias o lámparas que sean necesarias por otras de tecnologías más eficientes y con la regulación apropiada, para hacer rentable y amortizable la actuación a medio plazo.
- Minimizar el impacto ambiental producido por la iluminación, en cuanto a contaminación lumínica se refiere.
- Realizar buenos proyectos de iluminación que sean capaces, entre otras cosas, de mejorar las condiciones de seguridad y calidad de vida de las personas que trabajan, utilizan y disfrutan de los diferentes espacios urbanos.
- Adecuar el alumbrado de aceras y vías peatonales a las condiciones básicas de no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- Plan de mantenimiento que asegure la funcionalidad y durabilidad de las instalaciones, para optimizar los recursos invertidos
- Contribuir, además, al embellecimiento de la ciudad en su conjunto -monumentos, edificios y espacios de ocio-, procurando siempre armonizar las distintas áreas urbanas para conseguir una imagen de la ciudad con identidad propia que la diferencie de cualquier otra.

Un Plan Director también tiene en cuenta la inversión anual del municipio. Como ventaja para el municipio que lo aplica, obtiene el conocimiento exacto y la solución a las carencias principales de alumbrado que tiene dicho municipio. El objetivo del plan será pues desarrollar la estructura urbana, recalando y jerarquizando todas las vías y áreas de las que está formado el entorno, combinando entre sí todas las variables que posee la luz: temperatura de color, índice de reproducción cromática, altura de soporte, luminancias, etcétera.

Una buena iluminación pública otorga al entorno y a las personas seguridad, reduciendo así el vandalismo y las infracciones en las vías públicas. Se reduce así también los accidentes en las calzadas, y da valor a determinados aspectos urbanos, dando personalidad al entorno, permitiendo identificar lugares por la iluminación que se le otorga.

Para ayudarnos a asentar las bases para la creación de un Plan Director de Iluminación, se han estudiado casos reales, de los que podemos sacar una serie de conclusiones. Existen claros objetivos que no son similares, sino exactamente iguales entre todos los planes de iluminación, que son la de reducir el consumo energético y económico gracias a la introducción de nuevas tecnologías más eficientes, reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera y protegiendo el medio ambiente.

También se pueden obtener una serie de objetivos particulares de cada ciudad, afrontados según los recursos de los que dispone, como son:

- Empezar por las actuaciones más urgentes, jerarquizándolas, primero por los sistemas averiados o que no cumplen normativa, más contaminantes y menos eficientes.
- Estudiar las zonas más transitadas, ya sean zonas turísticas o comercial e industrial, dotando de una singularidad especial en iluminación a estas vías.

- Diferenciar los espacios según sus funciones, logrando la identidad a través de la singularidad de los espacios. La clave de este tipo de diferenciación es que se logre un lugar claro e inmemorial, que no pueda confundirse con ningún otro.
- Cada país tiene su propia normativa, por lo que cada Plan Director de Iluminación tendrá que cumplirla, pero tienen en común que todas están basadas en las normas europeas, ya que fue en Francia donde las iniciativas de iluminación comenzaron a implantarse.
- Priorizar al peatón y buscar la seguridad ciudadana, ante todo.

Todos los planes coinciden en el buen criterio de priorizar al usuario del sistema de iluminación, aquel que lo va a disfrutar y explotar, centrando todos los esfuerzos urbanísticos y los recursos en su seguridad y bienestar creando ambientes agradables y que incrementen las experiencias sensoriales, siempre desde un punto de vista respetuoso con el medio ambiente y el planeta, gracias al uso de las nuevas tecnologías disponibles en el mercado. [28]

1.3 Conceptos fundamentales

El Alumbrado Público tiene como objetivo la iluminación de aceras, calzadas y parques públicos al objeto de que pueda proporcionar, en el período nocturno, una visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades, así como poder incrementar la seguridad tanto de las personas como en el tráfico rodado. Dicha instalación está conectada a un centro de baja tensión de la compañía suministradora y, por tanto, conlleva un consumo y un gasto económico.

Para tener una buena concepción de este Estudio es necesario entender las siguientes definiciones, extraídas del *Real Decreto 1890/2008, Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* [1]:

El reglamento se aplicará a aquellas instalaciones de más de 1 kW de potencia instalada.

Se consideran los siguientes tipos de alumbrado:

- Vial (funcional y ambiental).
- Específico.
- Ornamental.
- Vigilancia y seguridad nocturna.
- Señales y anuncios luminosos.
- Festivo y navideño.

El reglamento será aplicado a nuevas instalaciones, incluyendo modificaciones y ampliaciones, a instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, mediante un estudio de eficiencia energética.

El artículo 3 de [1] nos aporta las siguientes definiciones:

Deslumbramiento perturbador: “Deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público, se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste. Su símbolo TL, carece de unidades, y su expresión, en función de la luminancia de velo (L_v) y la iluminancia media de la calzada (L_m) (entre 0,05 y 5 cd/m^2), es la siguiente”:

$$Tl = 65 \frac{L_v}{L_m^{0.8}} \text{ (en \%)} \quad (1)$$

Relación entorno: “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, en ambos lados de los bordes de esta. La relación entorno (SR) es la más pequeña de las dos relaciones de entorno calculadas. La anchura de las dos zonas de cálculo para cada relación de entorno se tomará como 5m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10m”.

Flujo luminoso: “Potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm)”.

Intensidad luminosa: “Flujo luminoso por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional, su símbolo representativo es I y su unidad es la candela, que equivale a lumen/estereorradián ($\text{cd}=\text{lm}/\text{sr}$)”.



Figura 1-1. Diferencia entre flujo e Intensidad luminosa [19]

Eficacia luminosa de una lámpara: “Relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia consumida por ésta. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio)”.

Iluminancia horizontal en un punto de una superficie: “Cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento. Su símbolo es E y la unidad es el lux (lm/m^2)”.

Iluminancia media horizontal: “Valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es E_m y se expresa en lux”.

Iluminancia mínima horizontal: “Valor mínimo de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es $E_{\text{mín}}$ y se expresa en lux”.

Luminancia 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. Su símbolo es (L_v) y se expresa en cd/m^2 ”.

“La luminancia de velo se debe a la incidencia de la luz emitida por una luminaria sobre el ojo de un observador en el plano perpendicular a la línea de visión, dependiendo así mismo del ángulo comprendido entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, así como del estado fisiológico del ojo del observador”.

$$L_v = k \frac{E_g}{\theta^2} \quad (2)$$

Siendo:

E_g : Iluminancia en lux sobre la pupila, en un plano perpendicular a la dirección visual.

θ : Ángulo entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión.

Luz intrusa o molesta: “Luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior que da lugar a incomodidad, distracción o reducción en la capacidad para detectar una información esencial y, por tanto, produce efectos potencialmente adversos en los residentes, ciudadanos que circulan y usuarios de sistemas de transportes”.

Rendimiento de una luminaria: “Es la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria. Su símbolo es η y carece de unidades”.

Uniformidad media de iluminancias: “Es la relación entre la iluminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es U_0 y carece de unidades”.

En cuanto a las distintas tecnologías de lámparas existentes, también hay algunos términos que hay que conocer:

Temperatura de color: “Se define como la temperatura que tiene que tener un cuerpo negro ideal para que la tonalidad de la luz emitida sea la misma que la de la lámpara que se considere”.

Índice de Reproducción Cromática (IRC): “Es la relación existente entre el aspecto cromático que tiene un cuerpo que se ilumina con una fuente y el aspecto que tendría con una luz de referencia. El IRC oscila entre 0-100”.

Flujo luminoso: “Es la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Se mide en lumen (lm)”.

Eficacia luminosa o rendimiento: “Rendimiento energético de una lámpara, es decir, la calidad que tiene la fuente para producir luz transformando la energía eléctrica en energía radiante visible para el ojo humano. Su valor concreto es el cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia que consume la fuente”.

Vida media: “Valor calculado mediante un ensayo de un número aleatorio de lámparas trabajando dentro de unas condiciones concretas. La vida media de una lámpara será el valor en horas de funcionamiento hasta que fallan el 50% de las lámparas totales”.

Vida útil: “Número de horas de funcionamiento hasta que el flujo emitido por la lámpara se ha reducido al 80% de su valor inicial”.

1.4 Descripción de la zona de estudio

La zona objeto de estudio corresponde al núcleo urbano de Los Molares. Los Molares es un municipio perteneciente a la provincia de Sevilla y situado en una loma a 73 m de altitud sobre el nivel del mar y a 44 kilómetros de la capital de provincia. Dentro de la denominada comarca de La Campiña sevillana, se halla situada en la margen izquierda del río Guadalquivir, a 20 km de éste contados en línea recta. Pertenece al Partido Judicial de Utrera y desde 1988 forma parte de la Mancomunidad de Municipios del Bajo Guadalquivir.

Sus coordenadas geográficas son 37° 09' N, 5° 43' O.

Los Molares, por su situación, es vecino del pueblo de Utrera y Alcalá de Guadaira por el Norte; por el sur y Oeste al de Utrera, y por el Este al de Arahál. La localidad más cercana es Utrera, que se encuentra a una distancia de unos escasos 5 kilómetros.

Sus comunicaciones son bastante buenas, estando situada en la margen norte de la carretera autonómica andaluza A-375 y teniendo acceso a ésta directamente por la carretera provincial SE 4202.

En el año 2016 contaba con 3.470 habitantes. Con unas dimensiones de 48.75 km² y una densidad de 71,17 hab/km², la localidad y su término municipal no destaca por tener accidentes geográficos de gran importancia, principalmente cuenta con llanuras y cerros de escasa altura.



Figura 1-2. Andalucía



Figura 1-3. Sevilla



Figura 1-4. Localización de Los Molares



Figura 1-5. Los Molares

A parte del estudio de las calles de dicho pueblo, se va a analizar una rotonda, junto con dos pequeñas plazas y un castillo que se encuentran dentro de la zona de estudio.



Figura 1-6. Zona de estudio en Los Molares

1.5 Clasificación de las vías

Según el [1], en la *Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 Niveles de Iluminación*, “se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) cubiertos por esa misma instrucción. En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado”.

“Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos.

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores, como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de Estudio, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios, así como aspectos medio ambientales de las vías”.

Marcando en rojo la que corresponda con las vías objeto de estudio:

1.5.1 Zona residencial

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

Tabla 1–1 Clasificación de las vías en función de la velocidad [1]

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Consideraremos nuestra zona de trabajo como una tipo D, puesto que la velocidad del tráfico rodado oscilará entre 5 y 30 km/h.

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. Según la Tabla 1-2, correspondiente a la Tabla 4 de [1] en la ITC-EA-02, al tratarse de calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada, la situación de Estudio es de clase D3-D4.

Tabla 1–2 Clasificación de las vías en función de las de la IMD [1]

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> • 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

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado se reflejan en las Tablas 1-3 y 1-4, correspondiéndole las clases CE2 / S1 / S2 / S3 / S4 para todas las calzadas. Por criterio de elección de una clasificación media, pero elevada para calcular por el lado de la seguridad, para todas las calzadas del área de estudio, tomamos como clase de alumbrado el S1, con una Iluminancia Media (E_m) de 15 lux, y una Iluminancia mínima (E_{\min}) de 5 lux.

Tabla 1–3 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{\min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 1–4 Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E [1]

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media E_m (lux) [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media U_m [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

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Tienen una clasificación especial las zonas de la calle Donantes de Sangre y la calle Molino, que son un Fondo de Saco (calle sin salida), las cuales según normativa se le adjudica un nivel de iluminación de referencia CE2, en el que vemos sus características en la Tabla 1-4 de arriba.

La rotonda que une las calles Los Caserones, Cerro Pedrito, Utrera y Ladrillar, al ser en zona urbana, el nivel de iluminación de la glorieta será como mínimo un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación, S1, que podemos ver sus características en la Tabla 1-3 anterior.

1.5.2 Zona de aceras

Volvemos a clasificar el tipo de vías con las tablas anteriores:

Tabla 1–5 Tipos de vía en función de la velocidad [1]

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Respecto al tipo de vía, al ser peatonal y tener aceras a lo largo de la calzada, clasificamos el Estudio como E1, véase Tabla 1-6.

Tabla 1–6 Clase de alumbrado en función del tipo de vía [1]

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. Paradas de autobús con zonas de espera Áreas comerciales peatonales. <p>Flujo de tráfico de peatones</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal.....</p>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. <p>Flujo de tráfico de peatones</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal.....</p>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

En la Tabla 1-7 se encuentran las series S respectivamente de clase de alumbrado para viales de este tipo. Se elige la clase S2, en la que 10 lux de Iluminancia media se consideran suficientes, y una Iluminancia mínima de 3 lux.

Tabla 1–7 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]

Clase de Alumbrado ^(*)	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ^(*)	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ^(*)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

^(*) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

1.5.3 Zona peatonal y plazas

Estas zonas se consideran completamente peatonales. Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos, áreas de estancia, etc., que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías tipo E, basándonos en la Tabla 1-5.

Y en cuanto al flujo de peatones lo consideramos de flujo normal, por lo que la situación de Estudio será E1:

Tabla 1–8 Clase de alumbrado en función del tipo de vía [1]

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i> • <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i> • <i>Áreas comerciales peatonales.</i> 	
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i> 	
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Los requisitos fotométricos considerados para este tipo de vía de clase S3 son lo que vemos en la Tabla 1-9 siguiente:

Tabla 1–9 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

1.5.4 Glorietas

Además de la iluminación de la glorieta, el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para glorietas serán un 50% mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal: $E_m \geq 40 \text{ lux}$
- Uniformidad media: $U_m \geq 0,5$
- Deslumbramiento máximo: $GR \leq 45$

1.6 Alumbrado ornamental para Castillo de Los Molares

Se consideran alumbrados ornamentales los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatutas, murallas, fuentes, etc., y paisajística de ríos, riberas, frondosidades, equipamientos acuáticos, etc.

El Estudio del alumbrado ornamental para el Castillo de Los Molares propone una solución de proyectores ubicados a distancia de manera que reciba el haz de luz de la manera más frontal posible y definir una superficie uniformemente iluminada. Para conseguir esta uniformidad y equilibrio se busca un sistema de proyección basado en luminarias LED.

Irá acompañado de un sistema de soporte de iluminación desde el propio castillo para iluminar la torre, y desde las cubiertas de los edificios colindantes para iluminar la fachada principal, de manera que las proyecciones no provoquen sombras y deslumbramientos a los viandantes. Las fachadas de la torre estarán proyectadas desde las cubiertas de la primera planta del propio castillo. El sistema está basado en un modelo de proyector con ópticas de la casa Philips Lighting.

Se deberá enfatizar el monumento con relación a su entorno, sin contraste excesivo, que desencadene una competencia, es decir, una escalada lumínica.

El concepto del Estudio debe observar un sistema lumínico exento del inmueble.

Evitar colocar luminarias en fachada que requieran de perforaciones o taladrar cualquier elemento de piedra, madera, etc., en cualquier parte del inmueble. En caso de requerir ubicar luminarias y cableados en azoteas, cubiertas, torres, etc., se podrán realizar utilizando otros métodos de fijación de los diferentes componentes del sistema de iluminación. Siguiendo los criterios de conservación, la instalación debe diseñarse observando el criterio de reversibilidad, con el objetivo de facilitar su desmontaje en caso de renovación, cambio de criterios en su utilidad, etc.

Queda totalmente prohibido realizar perforaciones o anclajes en las zonas ornamentales como relieves, esculturas, pinturas murales, artesonados, retablos, etc., así como elementos estructurales con mal estado de conservación.

Se evitará colocar lámparas en piso, ya que éstas distorsionan la lectura de los inmuebles al invertir las sombras y provocan deslumbramientos en los peatones.

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la Tabla 1-10:

Tabla 1–10 Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental [1]

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) ⁽¹⁾			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN ⁽²⁾			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. V.M.	S.A.P. S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra clara, mármol claro	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
- Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) azul – verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

⁽¹⁾ Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

⁽²⁾ Coeficientes multiplicadores de corrección para lámparas de halogenuros metálicos (H.M.), vapor de mercurio (V.M.), de vapor de sodio a alta presión (S.A.P.) y a baja presión (S.B.P.), así como para el estado de limpieza de la superficie iluminada.

1.7 Dimensionamiento iluminación

1.7.1 Elección de luminaria

Ya se han clasificado las vías y conocemos los requisitos luminotécnicos que necesita cada una, por lo que se realiza la elección de las luminarias.

Para ello se tendrán en cuenta varios factores. El primero y fundamental, que cumpla con la normativa vigente y con las especificaciones y requerimientos técnicos. También se ha de tener en cuenta otros aspectos importantes como la eficiencia energética, el precio y la calidad del producto.

Para comprender bien la elección del tipo de lámpara, se van a explicar los distintos tipos de tecnologías empleadas en alumbrado exterior en España en las últimas décadas:

1.7.1.1 Tipos de tecnologías más comunes de alumbrado exterior

Dentro de las múltiples tecnologías para alumbrado que hay, hay tres tipos que han destacado por encima del resto en cuanto al alumbrado público exterior: Vapor de Mercurio, Vapor de Sodio y LED. Esta última tecnología es la que actualmente se está imponiendo al resto por su buen rendimiento y sus características. A continuación se explican las características de cada una de ellas:

1.7.1.1.1 Lámparas de Vapor de Mercurio

Esta tecnología es la más antigua y por consecuencia la menos empleada en la actualidad debido a que su rendimiento y sus posibilidades no están a la altura de otras tecnologías. A continuación se detalla su funcionamiento:

La lámpara está construida por una ampolla interior de cuarzo, que por su elevado punto de fusión, puede soportar la temperatura del arco de descarga. En los extremos del tubo de descarga se encuentran electrodos de wolframio impregnados por una sustancia emisora de electrones y próximo a ellos hay un tercer electrodo auxiliar de encendido, conectado a través de una resistencia de alto valor.

La ampolla exterior es de vidrio duro, resistente a los cambios bruscos de temperatura y sirve para aislar térmicamente el tubo de cuarzo, así también como para proteger las partes metálicas de la oxidación. Interiormente está recubierta por una sustancia fluorescente que activada por la radiación ultravioleta producida por el mercurio, emite radiaciones rojizas. Estas últimas sumadas a las azuladas del propio arco corrigen el color del conjunto obteniendo luz blanca.

Al conectar la lámpara a través de un balasto, se produce inicialmente una descarga entre el electrodo principal y el electrodo de arranque, dado que ambos se encuentran muy próximos. Esto provoca la ionización del gas argón, haciéndolo conductor y estableciendo el arco entre los electrodos principales, ya que ahora la corriente tiene un camino más conductor a través de estos dos, causa por la cual se coloca el resistor de arranque de alto valor en serie al electrodo de arranque. El calor generado por la descarga vaporiza el mercurio en el interior del tubo favoreciendo la conducción.

A medida que aumenta la temperatura en el tubo de descarga, aumenta la presión y con esto la potencia y el flujo luminoso emitido hasta alcanzar los valores nominales de funcionamiento al cabo de aproximadamente 5 minutos. Al apagar la lámpara, la elevada presión interior no permite su reencendido instantáneo, hasta que, al enfriarse, se restablecen las condiciones iniciales.

Las lámparas de Vapor de Mercurio a Alta Presión presentan una característica de resistencia negativa, por lo que su conexión a la red debe hacerse a través de una impedancia que controle adecuadamente la corriente, es decir, un balasto.

A medida que aumenta la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

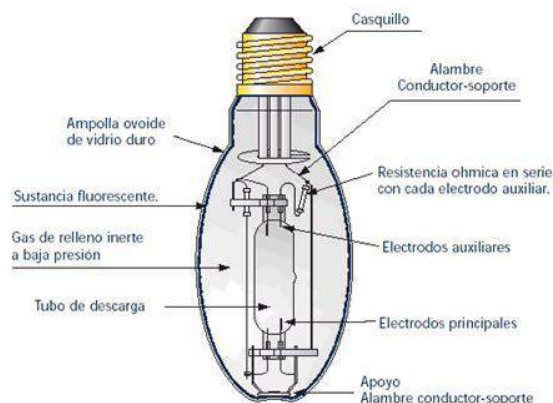


Figura 1-7. Partes de lámpara de vapor de mercurio [11]

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible. Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares.

Estas lámparas han sido usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles ya que el periodo de mantenimiento es muy largo. Actualmente, las lámparas de aditivos metálicos (o Lámpara de haluro metálico), particularmente, las que encienden por pulso o pulse start, proveen mejores características a lo largo de su vida útil.

1.7.1.1.2 Lámparas de vapor de Sodio

La lámpara de Vapor de Sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz.

El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga de cerámica translúcida; esto con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan. En los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda.

Para operar estas lámparas se requiere de un balasto y uno o dos condensadores para el arranque, el cual requiere alrededor de 9-10 minutos y para el reencendido de 4-5 minutos.

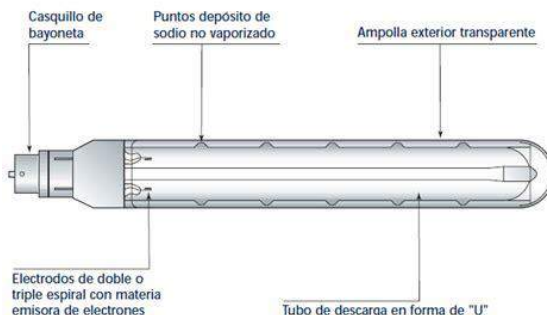


Figura 1-8. Partes de lámpara Vapor de Sodio [9]

Se divide en dos tipos, Vapor de Sodio a Baja Presión y Vapor de Sodio a Alta Presión.

- **Lámparas de Vapor de Sodio a Baja Presión (VSBP)**

Las lámparas de Sodio a Baja Presión son lámparas de descarga sin mercurio. Tras el encendido, el vapor de sodio del tubo de vidrio emite luz monocromática de color amarillo, formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. Debido a este carácter monocromático, esta tecnología sólo puede utilizarse para casos en los que la fidelidad cromática no sea necesaria. La temperatura de funcionamiento es considerablemente menor que la de una lámpara de alta presión. Al contrario que las lámparas de alta presión, las lámparas de baja presión pueden encenderse de nuevo inmediatamente.

Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 135 y 175 lm/W).

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas.

- **Lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión (VSAP)**

La lámpara de Vapor de Sodio a Alta Presión es una de las más utilizadas en el alumbrado público ya que proporciona una reproducción de los colores considerablemente mejor que la anterior, aunque no tanto como para iluminar algo que requiera excelente reproducción cromática. Por el contrario, su rendimiento, es algo menor que la de VSBP, entre 70 y 115 lm/W.

Las lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color (Color= 2100 K) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80).

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000°C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga.

1.7.1.1.3 Lámparas de LED

Los LED (iniciales de Diodos Emisores de Luz en inglés, Light Emitting Diode) fueron inventados en los años 20 por un científico ruso, aunque hasta los años 60 no aparecieron públicamente.

Inicialmente emitían una luz roja de baja intensidad aunque actualmente han cambiado mucho y permiten una gran cantidad de colores distintos y diferentes intensidades logrando una gran iluminación, pudiendo cambiar la distribución de la misma mientras nos ofrece un bajo consume comparado con otras tecnologías, y una gran resistencia y fiabilidad. A parte de su reducido tamaño que hace que puedas variar la forma de la lámpara adaptándola a nuestras necesidades, tiene una baja emisión de calor, lo que hace que sea una tecnología muy válida tanto para iluminación exterior como interior, llegando a ser la actual principal tecnología en el mundo de la automoción. Una de las características que más se demanda en la iluminación exterior es su rapidez en alcanzar su total intensidad de iluminación, la cual la consigue mucho más rápido que las otras tecnologías.

La combinación de un LED (semiconductor), una carcasa y una óptica primaria es lo que se conoce como un componente LED. Este componente LED cubre y protege el LED, garantiza la disipación del calor generado internamente e incluye un sistema de óptica primaria, es decir, una pequeña lente que recoge y emite la luz generada por el LED en un patrón definido.

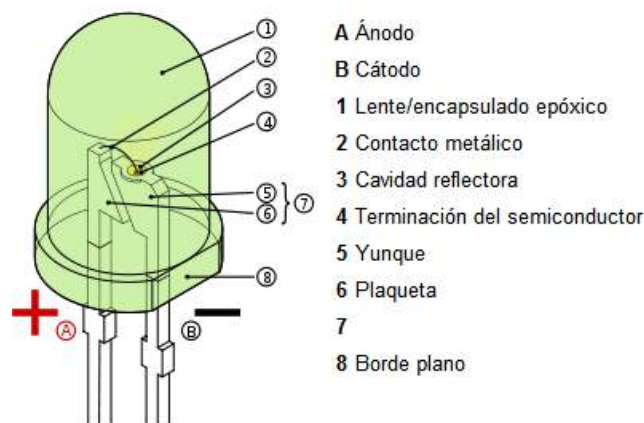


Figura 1-9. Estructura de un componente LED [13]

1.7.1.1.3.1 ¿Cómo funciona un LED?

El LED es un dispositivo semiconductor que genera luz mediante un material semiconductor, como por ejemplo el fósforo, que dispone de portadores de gas positivos llamados lagunas, mientras que otro material semiconductor como el nitrógeno, con cargas negativas llamados electrones, ambos materiales se unen para formar el diodo.

Cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través del diodo, las cargas positivas y negativas son forzadas a moverse en sentido contrario, de tal modo que cuando un electrón (negativo) se acerca a una laguna (carga positiva) se combina con ella, con la particularidad de que la laguna tiene menor energía que el electrón, y para poder combinarse, este último debe perder energía. La energía perdida por el electrón se libera en forma de fotón, es decir, de luz.

La cantidad de energía liberada, el tipo de elementos empleados y los procesos utilizados en la fabricación de los semiconductores determina el color del fotón o luz emitida, así como la eficiencia y otras características del LED.

La cantidad de luz generada es casi proporcional a la cantidad de corriente que fluye a través del diodo. A efectos de iluminación, el suministro siempre está controlado por la corriente “corriente constante”.

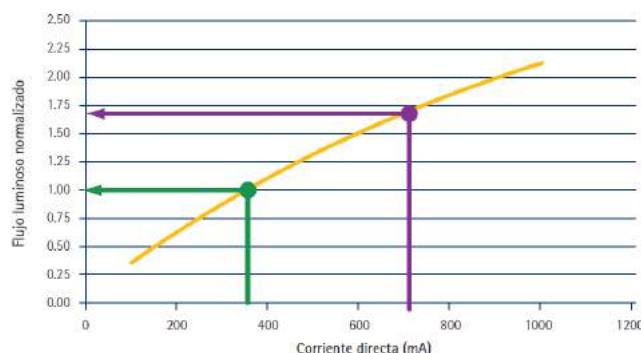


Figura 1-10. Impacto de la corriente en el flujo luminoso [13]

El LED emite luz monocromática. El color de la luz depende de los materiales empleados para producirla. Se puede generar luz LED en todos los colores saturados del espectro visible, desde el violeta y el azul hasta el rojo, pasando por el verde.

1.7.1.1.3.2 Ventajas de los LEDs

- VIDA ÚTIL PROLONGADA

La vida útil de los LEDs depende en gran medida de las condiciones de uso específicas; entre ellas, las más importantes son la potencia y la temperatura interna (y, por consiguiente, la temperatura ambiente). Hoy en día, a un led de calidad se le presupone una vida útil de 50 000 horas. Se entiende que este es el periodo en el que, de media, el flujo luminoso cae hasta el 70% de su valor inicial. Si se emplean los LEDs y el diseño adecuados, esta cifra puede ser considerablemente mayor.

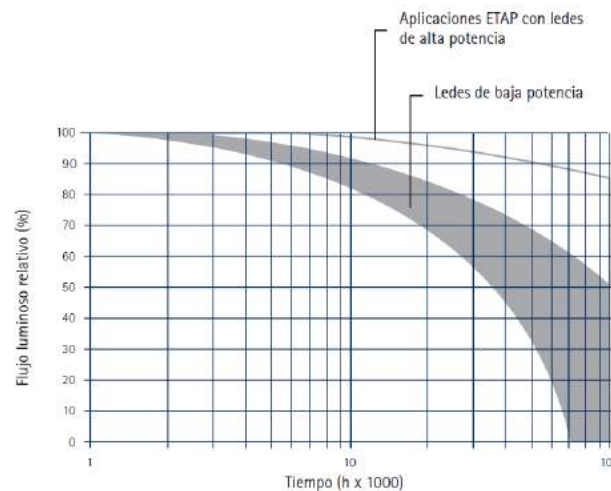


Figura 1-11. Depreciación del flujo luminoso LED con el paso del tiempo
Philips [13]

- ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Actualmente los LEDs en blanco frío con una temperatura de color de 5000 K (grados Kelvin) alcanzan más de 160 lm/W en las condiciones de referencia. Los LEDs con temperaturas de color inferiores de entre 2700 y 4000 K (los que se utilizan mayoritariamente en soluciones de iluminación en Europa) suelen tener una menor eficiencia. Para estas temperaturas de color, actualmente se encuentran disponibles eficiencias de 120 lm/W y superiores.

- COLORES DE ALTA CALIDAD, ELECCIÓN DE LA TEMPERATURA DE COLOR

Temperatura de color: La temperatura de color de una fuente luminosa de luz blanca se define como “la temperatura de un cuerpo negro para la cual la luz emitida produce la misma impresión de color que la fuente luminosa”. La temperatura de color se expresa en grados kelvin (K). La luz azulada tiene una temperatura de color más alta y parece “más fría” que la luz con una temperatura de color más baja.

Reproducción de los colores: El CRI (Color Rendering Index) o índice de reproducción de los colores de una fuente luminosa refleja la calidad de reproducción de los colores de los objetos iluminados por la fuente luminosa. La reproducción de los colores de los LEDs se compara con la de las lámparas fluorescentes y, en función de la temperatura de color, fluctúa entre 60 y 98.

- RENDIMIENTO ESTABLE EN TODO EL INTERVALO DE TEMPERATURA

Los LEDs son poco sensibles a la temperatura ambiente. El flujo luminoso de los LEDs tiene una reducción gradual a temperaturas ambiente más altas. Eso supone una ventaja notable en entornos con temperaturas inusuales o que están sometidos a variaciones importantes de temperatura.

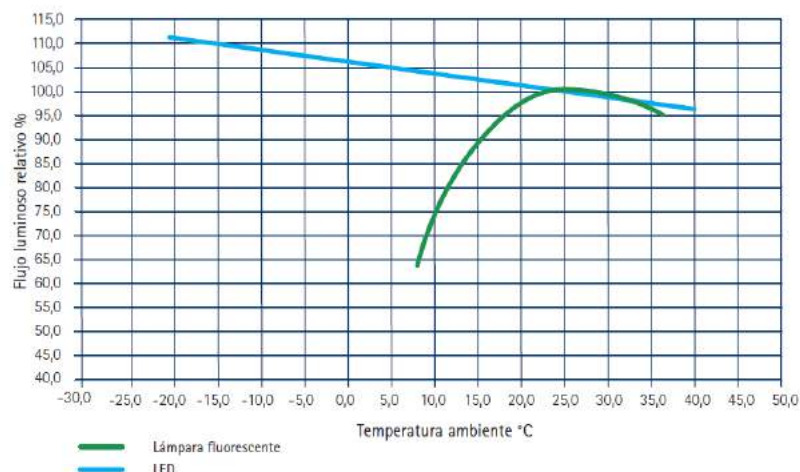


Figura 1-12. Influencia de la temperatura en el flujo luminoso relativo [13]

- EFICIENCIA LUMINOSA INMEDIATA DESDE EL ENCENDIDO

Los LEDs reaccionan inmediatamente a las variaciones eléctricas, y cuando están encendidos alcanzan en un instante su flujo luminoso máximo, con lo que son sumamente adecuados para aplicaciones con encendidos y apagados frecuentes, sobre todo si la luz se utiliza solo durante breves espacios de tiempo.

Además, pueden volver a encenderse sin problemas, aunque aún estén calientes y, en la mayoría de los casos, la conmutación frecuente no repercute negativamente en la vida útil.

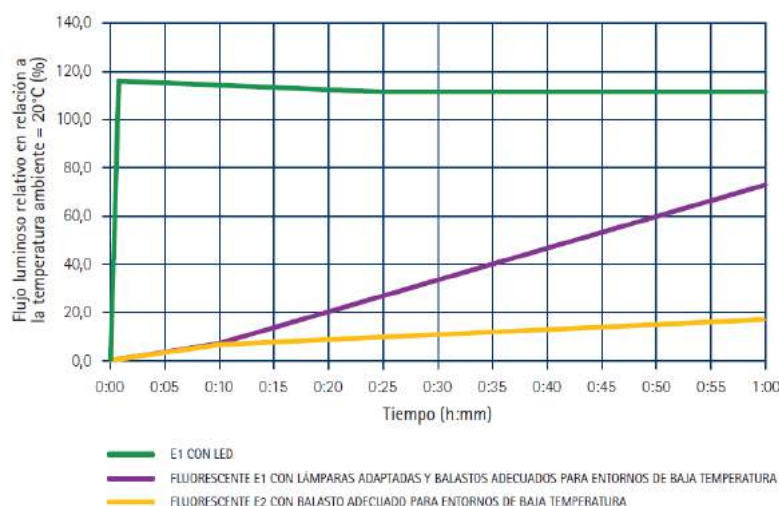


Figura 1-13. Comparación de comportamiento de puesta en servicio [13]

- FÁCILMENTE REGULABLES

Los LEDs se pueden regular de manera eficaz desde el 0% al 100%, o controlarse de forma dinámica empleando métodos de regulación estandarizados como DALI.

- RESPETUOSOS CON EL MEDIO AMBIENTE
- SIN RADIACIÓN INFRARROJA NI ULTRAVIOLETA

1.7.1.2 Luminarias seleccionadas

Las luminarias elegidas para iluminar las calles, incluyendo calzadas, aceras, parques y plazas, y los proyectores para la torre de la fachada del castillo son de la marca Philips, proveedor de confianza mundial de luminarias para exteriores e interiores con controles integrados [18].

1.7.1.2.1 CitySwan

Esta luminaria es la empleada en el alumbrado de todas las calles estudiadas, las cuales constan de calzada para vehículos, zona de aparcamiento y acera a uno o ambos lados.

Dentro de la gran variedad de productos que disponen, basándonos en eficiencia, rendimiento y diseño se ha escogido el modelo CitySwan. Uno de los modelos más modernos y vanguardistas de la empresa que nos permite usarla en la gran mayoría de las aplicaciones.

El nombre técnico de la luminaria es: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A 1xECO113-2S/740

La luminaria CitySwan para alumbrado urbano y viario incluye una pantalla opal blanca que la convierte en un objeto perceptible en los espacios públicos. Al llegar la noche, CitySwan ilumina los espacios con una luz funcional.

Si se desea mejorar la orientación, pueden incorporarse LEDs adicionales que actúan como guía. De esta forma, se puede crear una iluminación para distintas situaciones y ambientes, para destacar rutas o lugares, enfatizar la identidad local o dar a los espacios urbanos un aspecto innovador.

La elegancia de CitySwan resulta adecuada para montaje en columna o en pared. CitySwan está indicada tanto para calles residenciales, como carreteras secundarias o sendas peatonales y carriles bici.



Figura 1-14. Luminaria CitySwan [18]

CitySwan integra las últimas tecnologías de LED, equipos de alimentación y controles para lograr unos altos niveles de eficiencia de hasta 90 lm/W. Al reducirse el consume energético, y por tanto los costes, CitySwan ofrece una atractiva amortización que suele ser inferior a los tres años. Con una larga vida útil de hasta 100.000 horas “LEDGINE”, los eficientes LED de CitySwan también reducen los gastos y las molestias relacionadas con las labores de mantenimiento. La continuidad de diseño está garantizada, incluso en el caso de futuras actualizaciones. CitySwan está preparada para el futuro: tanto el sistema LEDGINE como el driver son fáciles de mantener y actualizar.

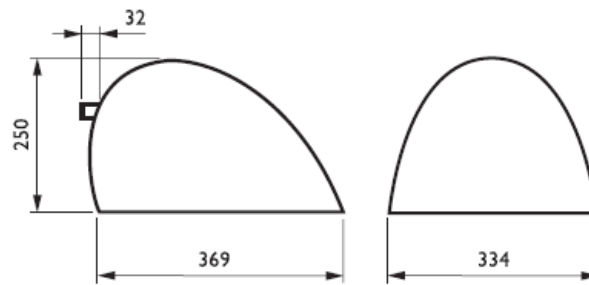


Figura 1-15. Plano de dimensiones CitySwan [18]

La curva fotométrica proporcionada por el proveedor corresponde con la siguiente imagen:

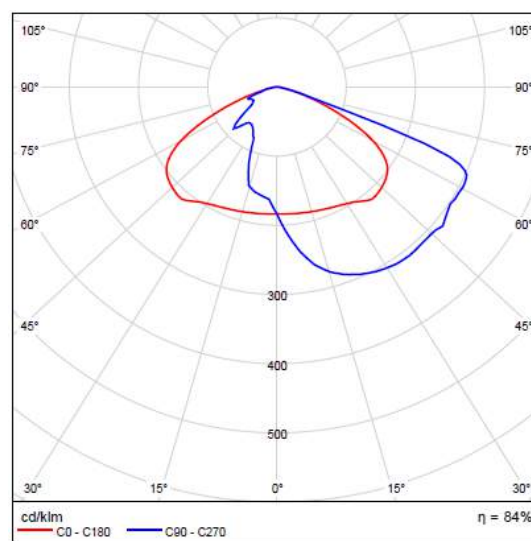


Figura 1-16. Curva fotométrica CitySwan [18]

1.7.1.2.2 Bobek LED Economyline

Este modelo de luminaria es la empleada en alumbrar las dos pequeñas plazas. Es un diseño pensado para iluminar este tipo de estancias con un acabado de calidad y moderno a la par de vanguardista.

El nombre técnico de la luminaria es: BDC600 1xE023/740 S 1xE023/740/-



Figura 1-17. Luminaria Bobek LED Economyline [18]

La luminaria Bobek LED proporciona un uso eficaz del espacio y eficiencia energética. Ésta se ha concebido como una solución post-top estándar decorativa perfecta para calles residenciales, zonas peatonales, parques y otros espacios urbanos. Su delgada forma simétrica, en combinación con la prominente carcasa y el cuenco mate, le confiere un carácter intemporal que se integra a la perfección con prácticamente cualquier entorno, incluso en aplicaciones de gran escala. La luminaria Bobek LED es particularmente adecuada para zonas espaciosas. En las zonas en las que el espacio es un factor crítico, la versión reducida Bobek Lite, con su carcasa de menor tamaño, contribuye a mantener el ambiente. La luminaria integra un sistema LED de gran eficiencia energética sin que esto suponga detrimento alguno del apreciado carácter intemporal de Bobek.

Nos da 2300 lúmenes de corriente de iluminación total con una distribución simétrica de la luz y la potencia de conexión es de 21W con lo que nos da un rendimiento de 97,4 lm/W. Cumple la normativa IP66 (estanca) y la IK08 (vándalos) y tiene una vida útil de unas 50.000 horas.

La curva fotométrica proporcionada por el proveedor corresponde con la siguiente imagen:

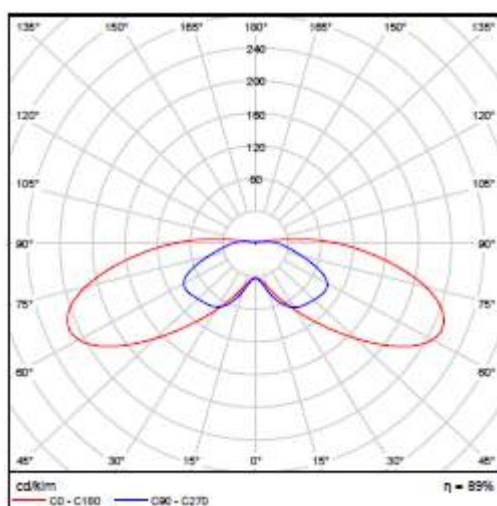


Figura 1-18. Curva fotométrica Bobek LED [18]

1.7.1.2.3 Luma LED

Esta luminaria es la empleada en el alumbrado de la rotonda.

Dentro de la gran variedad de productos que disponen, basándonos en eficiencia, rendimiento y diseño se ha escogido el modelo Luma LED. Uno de los modelos más modernos y vanguardistas de la empresa que nos permite usarla en la gran mayoría de las aplicaciones, tales como autopistas, carreteras interurbanas, rotondas, pasos de peatones, y un largo etcétera.

El nombre técnico de la luminaria es: BGP625 T25 1 xLED150-4S/740 DM11 1xLED150-4S/740

La luminaria Luma LED es una luminaria de alumbrado vial de alto rendimiento con una identidad de diseño clara, que ofrece una solución para cualquier calle y carretera, perfectamente refrigerada, para instalarla y olvidarse de ella. El paquete lumínico, la vida útil y el perfil energético se pueden adaptar para crear la solución deseada en términos de ahorro de costes y energético. Luma se puede programar para mantener el flujo de los LED a un nivel constante predefinido a lo largo de la vida útil de la luminaria, aumentando la corriente de funcionamiento con el tiempo para compensar la depreciación lumínica del LED. Luma utiliza el motor LEDGINE-O de alto rendimiento con el rendimiento LED más reciente y una amplia gama de ópticas que responden a los estándares más avanzados. Es más, el diseño verdaderamente plano de Luma impide la luz ascendente.

Para optimizar la distribución de luz en geometrías de carreteras variantes y/o para restringir los deslumbramientos, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente durante la instalación.



Figura 1-19. Luminaria Luma LED [18]

Luma LED integra las últimas tecnologías de LED, equipos de alimentación y controles para lograr unos altos niveles de eficiencia de hasta 147 lm/W. Al reducirse el consume energético, y por tanto los costes, Luma LED ofrece una atractiva amortización que suele ser inferior a los tres años. Con una larga vida útil de hasta 100.000 horas “LEDGINE-O”, los eficientes LED de Luma LED también reducen los gastos y las molestias relacionadas con las labores de mantenimiento. La continuidad de diseño está garantizada, incluso en el caso de futuras actualizaciones. Luma LED está preparada para el futuro: tanto el sistema LEDGINE-O como el driver son fáciles de mantener y actualizar.

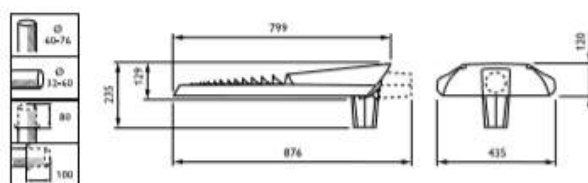


Figura 1-20. Plano de dimensiones Luma LED [18]

La curva fotométrica proporcionada por el proveedor corresponde con la siguiente imagen:

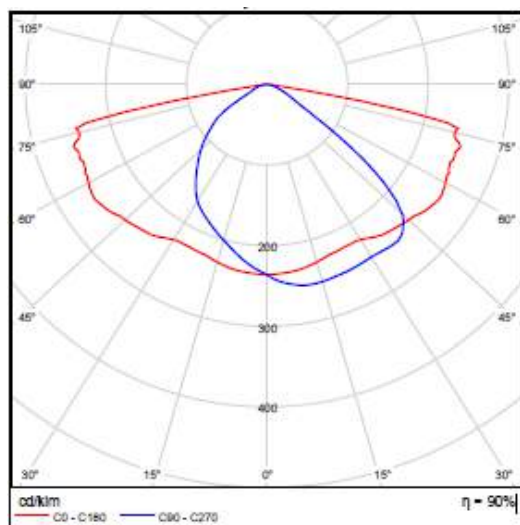


Figura 1-21. Curva fotométrica Luma LED [18]

1.7.1.2.4 Decoflood² LED

Esta luminaria es la empleada en el alumbrado de la fachada del Castillo de Los Molares.

El nombre técnico de la luminaria es: BVP646 GC 1xLED31/WW A/60 1xLED31/WW/-



Figura 1-22. Luminaria Decoflood² LED [18]

Decoflood² LED es una completa gama de proyectores LED para iluminación arquitectónica que combina funcionalidad con un diseño sencillo y elegante. Se ha diseñado para conseguir el efecto de iluminación óptimo en todas las aplicaciones, desde la proyección de luz más intensa hasta los efectos de acento más sutiles. Sus exclusivas ópticas de colimación proporcionan un flujo uniforme y una excelente mezcla de los colores en las versiones dinámicas.

Decoflood² LED está disponible con una amplia variedad de ópticas para cubrir las distintas aplicaciones, haces circulares para iluminación de acento y de árboles, haces rectangulares simétricos y asimétricos para iluminación de fachadas y áreas, y haces específicos para alumbrado público arquitectónico.

La combinación de la tecnología LED más avanzada con las mejores ópticas de su clase, hace de Decoflood² LED una solución totalmente flexible, fácil de instalar e ideal para crear cualquier efecto de iluminación que se desee conseguir.

Decoflood² LED nos ofrece un flujo luminoso de 3100 lm con una eficiencia lumínica de 54,1 lm/W. La vida útil es de 100.000 horas aprox.

La curva fotométrica proporcionada por el proveedor corresponde con la siguiente imagen:

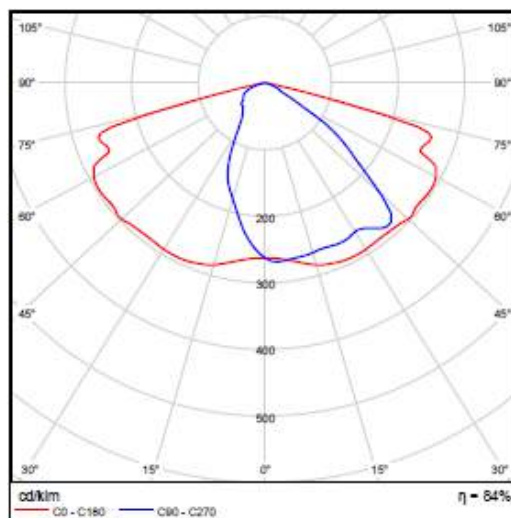


Figura 1-23. Curva fotométrica Decoflood² LED [18]

1.7.2 Ubicación de las luminarias y factor de mantenimiento

Una correcta ubicación de las luminarias nos ayudará a cumplir exitosamente los requisitos luminotécnicos indicados en [1] y a optimizar el ahorro energético, por lo que es sumamente importante colocar cada luminaria adecuadamente.

En este Estudio, con el fin de ahorrar lo máximo a la hora de instalar luminarias, se ha tratado de iluminar con los mismos puntos de luz la calzada y las aceras de cada calle, lo que ha dificultado bastante los cálculos de su ubicación.

A la hora de elegir la configuración de instalación de cada luminaria se han podido modificar prácticamente todos los parámetros (altura, brazo, inclinación, óptica, etc.) para conseguir los mejores resultados posibles.

Para determinar la ubicación de las luminarias se consideró el “Método de los lúmenes”, un método habitualmente usado en los cálculos de alumbrado público, que ayuda a calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias para garantizar que se cumplen los niveles de iluminancia requeridos.

Hay que destacar que este método no ha sido más que orientativo puesto que tras numerosos cálculos y pruebas fallidas se concluyó que no es un método válido para nuestro estudio, ya que todas las calles analizadas tienen aceras y vehículos estacionados a uno o ambos lados y en este método no se tienen en cuenta, pues sólo está pensado para iluminar de forma óptima la calzada. Por lo que los resultados obtenidos se usaron como primera referencia para ubicar las luminarias, aunque en todos los casos hubo que modificar en mayor o menor medida los resultados para lograr iluminar correctamente las aceras.

A continuación, se explica en qué consiste este método:

1.7.2.1 Método de los lúmenes o factor de utilización

Se trata de un proceso iterativo, bastante sencillo y práctico, con el que se consiguen unos valores que han servido de referencia para empezar a calcular los resultados luminotécnicos.

El proceso a seguir se describe brevemente en el siguiente diagrama de bloques:

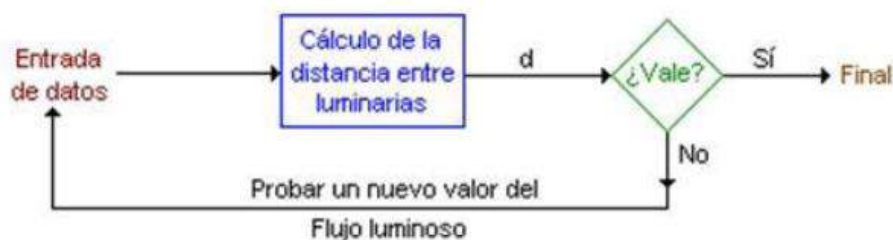


Figura 1-24. Método de los lúmenes [19]

Cuando están fijados los datos iniciales, se procede al cálculo de la separación “d” entre las luminarias despejando dicha incógnita de la expresión de la iluminancia media:

$$d = \frac{\Phi_L \cdot f_m \cdot f_u}{E_{med} \cdot A} \quad (3)$$

Donde:

- E_{med} : iluminancia media sobre la calzada necesaria (lux)
- f_u : factor de utilización de la instalación. Se define como la relación entre el flujo luminoso útil que llega a la superficie a iluminar y el flujo luminoso emitido por la lámpara. Toma valores entre 0.20-0.40
- f_m : factor de mantenimiento, en este Estudio será de 0,80 (se detalla a continuación)
- Φ_L : flujo luminoso de la lámpara, dato proporcionado por el fabricante (Lm)
- A : anchura a iluminar de la calzada, es la mitad ($A/2$) en disposición bilateral pareada y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo (m)

1.7.2.2 Dimensionamiento del factor de mantenimiento

El Plan de Mantenimiento establecido según indica el BOE en su Real Decreto 1890/2008 [1], en el apartado de la Instrucción Técnica Complementaria EA-06, *Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones*, nos define el factor de mantenimiento destacando que:

“Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética”.

“Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo 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 componentes del 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 de vandalismo, etc.”

“La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de estas.”

“El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

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

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 la fórmula que se indica más adelante.

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i} < 1 \quad (4)$$

Siendo:

- E : iluminancia media en servicio
- E_i : iluminancia media inicial

o bien se puede expresar de la siguiente forma:

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU \quad (4')$$

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

Este último factor se ha considerado 0,9 basándonos en que nuestra luminaria tiene un grado de protección IP66, y el mantenimiento sigue siendo de 2 años. Véase la siguiente tabla:

Tabla 1–11 Factores de depreciación de las luminarias (FDLU) [1]

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.

Respecto a los otros dos factores, la tecnología LED no viene estipulada en la normativa, por lo que depende de cada fabricante. Siendo estos considerablemente más altos que en el caso de las fuentes de luz tradicionales.

Por lo que el FDFL y el FSL están proporcionados por nuestro fabricante Philips.

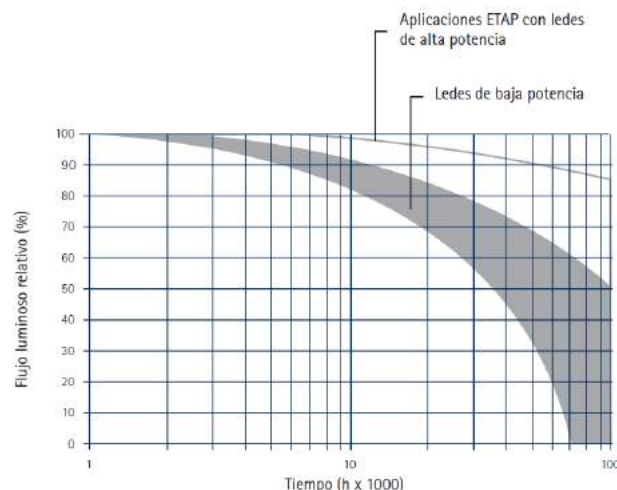


Figura 1-25. Depreciación del flujo luminoso LED con el paso del tiempo
Philips [13]

$$f_m = 0,94 \cdot 0,95 \cdot 0,91 = 0.811$$

Por lo que, metiendo estos factores en la fórmula del factor de mantenimiento LED nos da un resultado de 0,811, aproximándolo en porcentual a un 81%.

1.7.3 Dimensionamiento luminotécnico viario, de plazas y ornamental

Este apartado es uno de los más importantes del Estudio, pues es en el que se va a poner en práctica todo lo anterior (normativa, clasificación de las vías, tipos de tecnología, elección de las luminarias y su ubicación). Es sumamente importante que todas las calles cumplan con la normativa según el reglamento.

Para llevar a cabo los estudios se ha empleado un software específico de iluminación, DIALux, un programa completo y gratuito de la empresa alemana líder en iluminación DIAL GmbH para crear proyectos profesionales, abierto a las luminarias de todos los fabricantes mundiales.

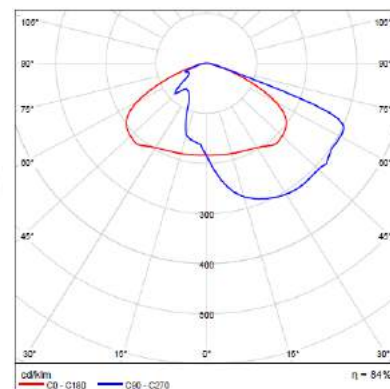
Este programa nos aportará toda la información necesaria sobre la iluminación en la instalación (luminancia e iluminancia media, uniformidad, deslumbramiento perturbador, etc.) y la comparará con valores de la normativa. Para realizar el estudio es imprescindible conocer todas las dimensiones y clasificación de cada calle o emplazamiento que se quiere analizar, así como indicar qué luminarias se quiere usar.

Cabe destacar que DIALux admite prácticamente todas las luminarias de casi todos los fabricantes mundiales, por lo que la elección de la luminaria es una ardua tarea, pues hay infinidad de posibilidades.

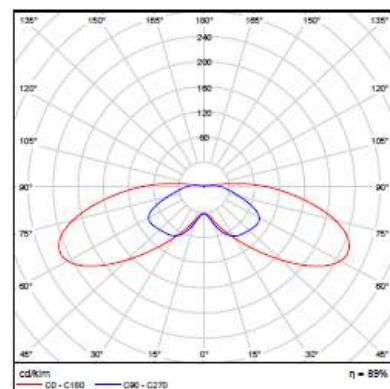
Aunque ya se ha comentado anteriormente la información de las luminarias utilizadas, se detalla un pequeño resumen con la información básica que nos exporta el programa DIALux.

BRS439 FG T15 ECO 113-2S/740

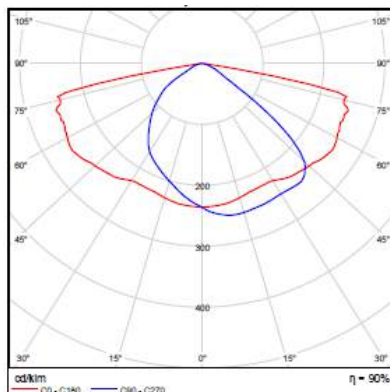
Grado de eficacia de funcionamiento: 83.72%
 Flujo luminoso de lámparas: 11329 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 9485 lm
 Potencia: 105.7 W
 Rendimiento lumínico: 89.7 lm/W

**BDC600 1xECO23/740**

Grado de eficacia de funcionamiento: 88.96%
 Flujo luminoso de lámparas: 2300 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 2046 lm
 Potencia: 21.0 W
 Rendimiento lumínico: 97.4 lm/W

**BGP625 T25 1 xLED150-4S/740 DM11**

Grado de eficacia de funcionamiento: 90.22%
 Flujo luminoso de lámparas: 15000 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 13533 lm
 Potencia: 92.0 W
 Rendimiento lumínico: 147.1 lm/W

**BVP646 GC 1xLED 31/WW A/60**

Grado de eficacia de funcionamiento: 84.18%
 Flujo luminoso de lámparas: 3100 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 2610 lm
 Potencia: 48.2 W
 Rendimiento lumínico: 54.1 lm/W

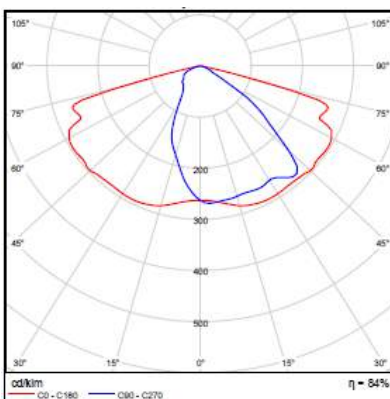
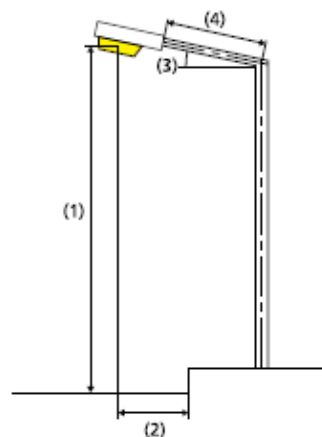
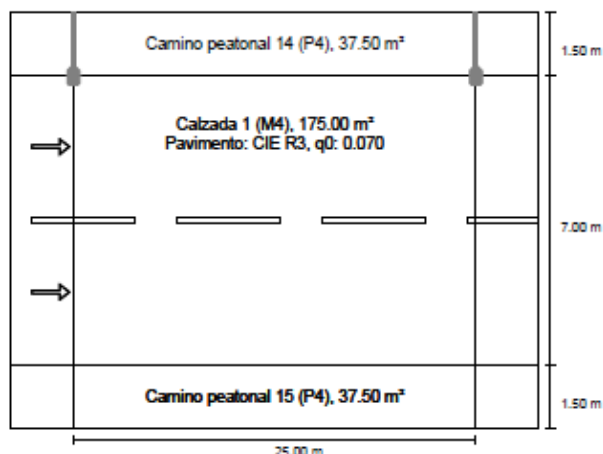


Figura 1-26. Lista de Luminarias LED [18]

La manera de mostrar los resultados luminotécnicos va a ser primero mostrar una calle típica de Los Molares (acera peatonal a ambos lados de la calle y calzada). Los próximos cálculos que se muestran son el de las dos pequeñas plazas, el de la rotonda y por último el cálculo luminotécnico de la fachada del Castillo de Los Molares. El cálculo luminotécnico de todas las secciones de las calles que se han estudiado se encuentra en su respectivo Anejo I.

Para terminar y poder apreciar mejor los resultados, se muestra una tabla con los requisitos mínimos según normativa y los datos resultantes del diseño de todas las calles.

C/ ALCALDE PEDRO MONJE RUÍZ



Lámpara: 1xECO113-2S/740
 Flujo luminoso (luminaria): 9484.85 lm
 Flujo luminoso (lámpara): 11329.00 lm
 Horas de trabajo: 4000 h: 100.0 %, 105.7 W
 W/km: 4228.0
 Organización: unilateral arriba
 Distancia entre mástiles: 25.000 m
 Inclinación del brazo (3): 0.0°
 Longitud del brazo (4): 1.500 m
 Altura del punto de luz (1): 8.000 m
 Saliente del punto de luz (2): 0.000 m
 Resultados para campos de evaluación
 Factor de degradación: 0.67

ULR: 0.00
 ULOR: 0.00
 Valores máximos de la intensidad lumínica
 a 70°: 465 cd/klm
 a 80°: 20.5 cd/klm
 a 90°: 0.00 cd/klm
 Clase de potencia lumínica: G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
 La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Camino peatonal 14 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 12.21	✓ 5.08

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.77	✓ 0.62	✓ 0.77	✓ 4	* 0.59

Trama: 10 x 6 Puntos

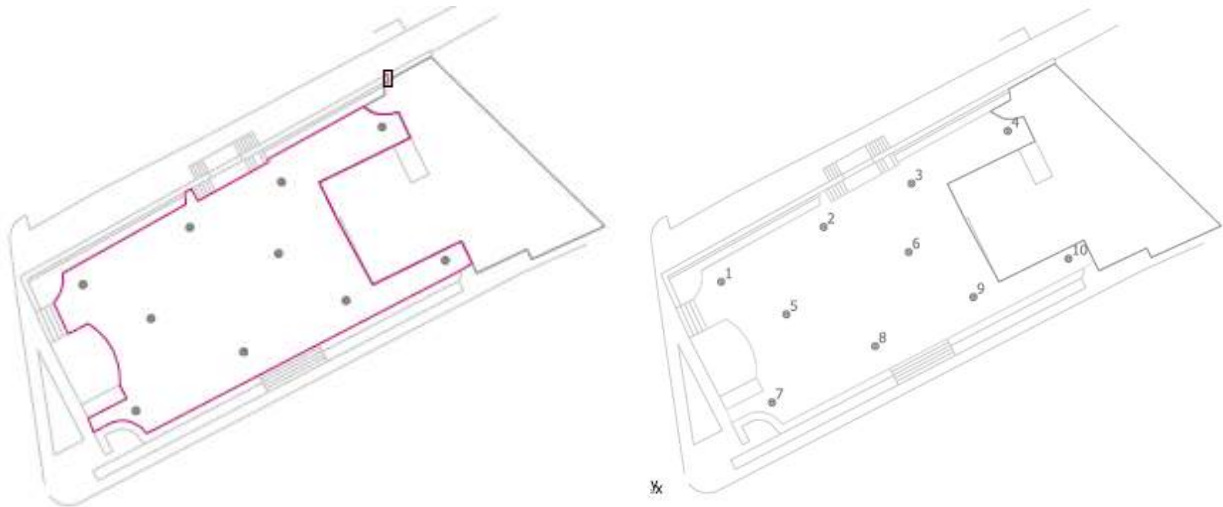
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.9	7.78	28.6	0.490	0.272

Camino peatonal 15 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 11.19	✓ 7.85

* Informativo, no es parte de la evaluación

PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN



Factor de degradación: 0.80

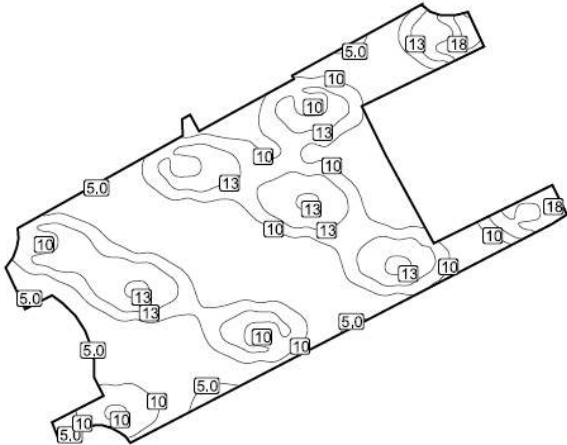
Objetos de resultado de superficies

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	Objeto de resultado de superficies 1	9.93	3.87	18.7	0.39	0.21
	Densidad luminica [cd/m²]					

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)	
10	Philips Lighting - BDC600 1xECO23/740 S Emisión de luz 1 Lámpara: 1xECO23/740/- Grado de eficacia de funcionamiento: 88.96% Flujo luminoso de lámparas: 2300 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2046 lm Potencia: 21.0 W Rendimiento lumínico: 97.4 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xECO23/740/-: CCT 3000 K, CRI 100	

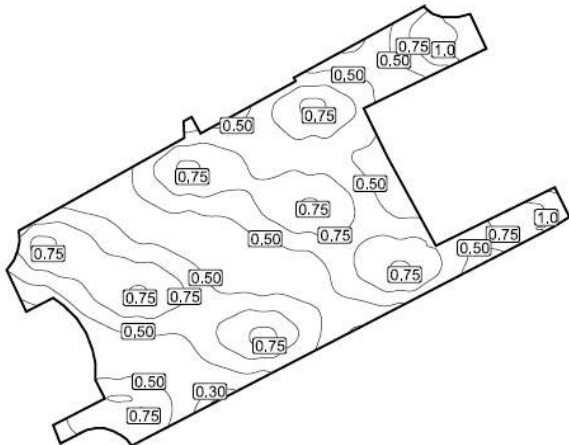
Flujo luminoso total de lámparas: 23000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 20460 lm, Potencia total: 210.0 W, Rendimiento lumínico: 97.4 lm/W

Isolíneas [lx]



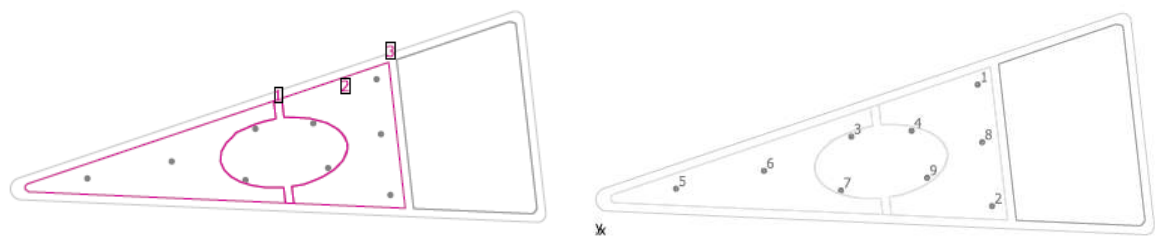
Escala: 1 : 500

Isolíneas [cd/m²]



Escala: 1 : 500

PLAZA NUESTRO PADRE JESÚS NAZARENO



Factor de degradación: 0.80

Objetos de resultado de superficies

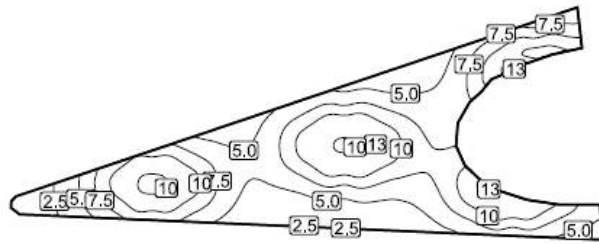
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Objeto de resultado de superficies 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	7.39	0.97	13.3	0.13	0.07
	Densidad lumínica [cd/m²]	0.47	0.06	0.84	0.13	0.07
2 Objeto de resultado de superficies 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	10.8	3.26	14.9	0.30	0.22
	Densidad lumínica [cd/m²]	0.69	0.21	0.95	0.30	0.22
3 Objeto de resultado de superficies 3	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	9.57	2.90	14.5	0.30	0.20
	Densidad lumínica [cd/m²]	0.61	0.18	0.92	0.30	0.20

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
9	Philips Lighting - BDC600 1xECO23/740 S Emisión de luz 1 Lámpara: 1xECO23/740/- Grado de eficacia de funcionamiento: 88.96% Flujo luminoso de lámparas: 2300 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2046 lm Potencia: 21.0 W Rendimiento lumínico: 97.4 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xECO23/740/-: CCT 3000 K, CRI 100		

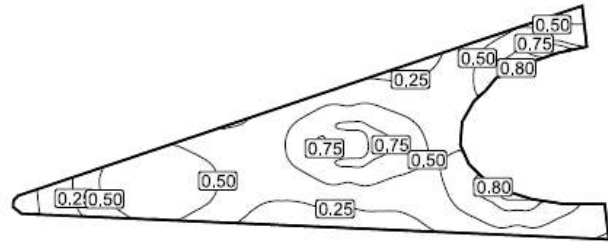
Flujo luminoso total de lámparas: 20700 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 18414 lm, Potencia total: 189.0 W, Rendimiento lumínico: 97.4 lm/W

Philips Lighting BDC600 1xECO23/740 S

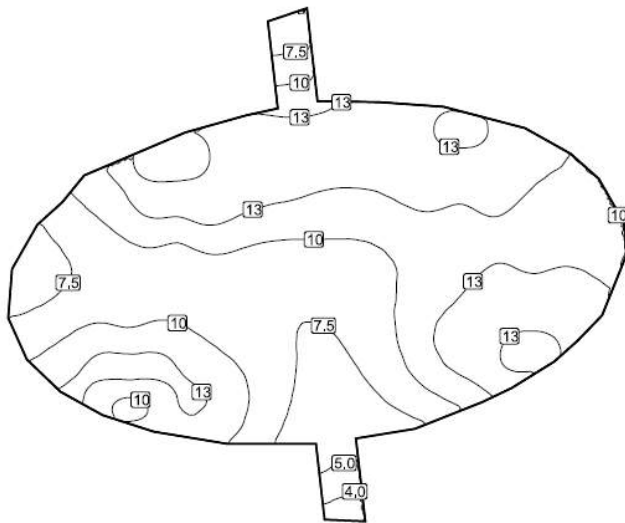
Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	66.450	25.950	4.000
2	68.950	4.950	4.000
3	44.450	16.950	4.000
4	54.950	17.950	4.000
5	13.950	7.950	4.000
6	29.254	11.033	4.000
7	42.644	7.643	4.000
8	67.235	15.993	4.000
9	57.643	9.838	4.000

SUPERFICIE 1**Isolíneas [lx]**

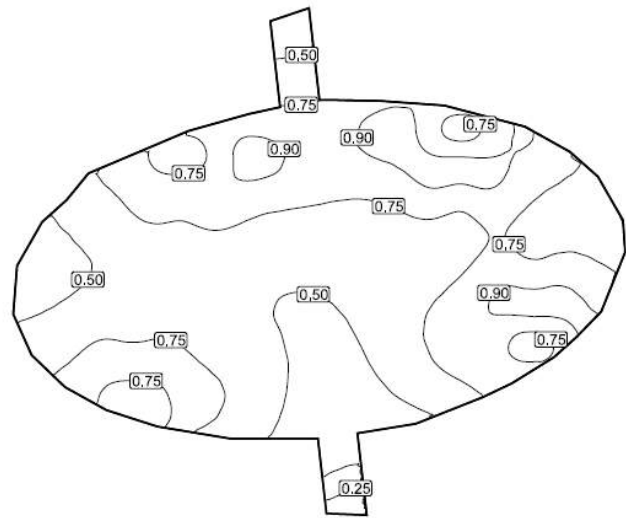
Escala: 1 : 500

Isolíneas [cd/m²]

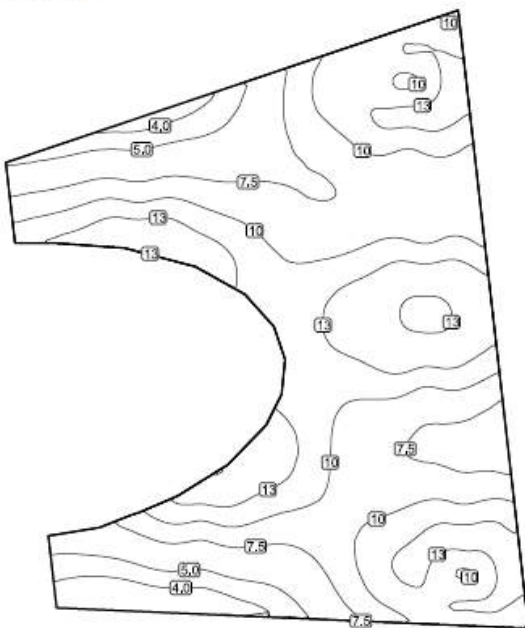
Escala: 1 : 500

SUPERFICIE 2**Isolíneas [lx]**

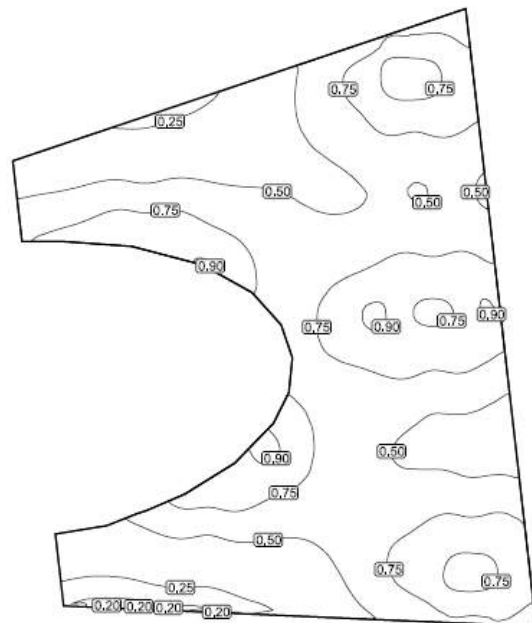
Escala: 1 : 200

Isolíneas [cd/m²]

Escala: 1 : 200

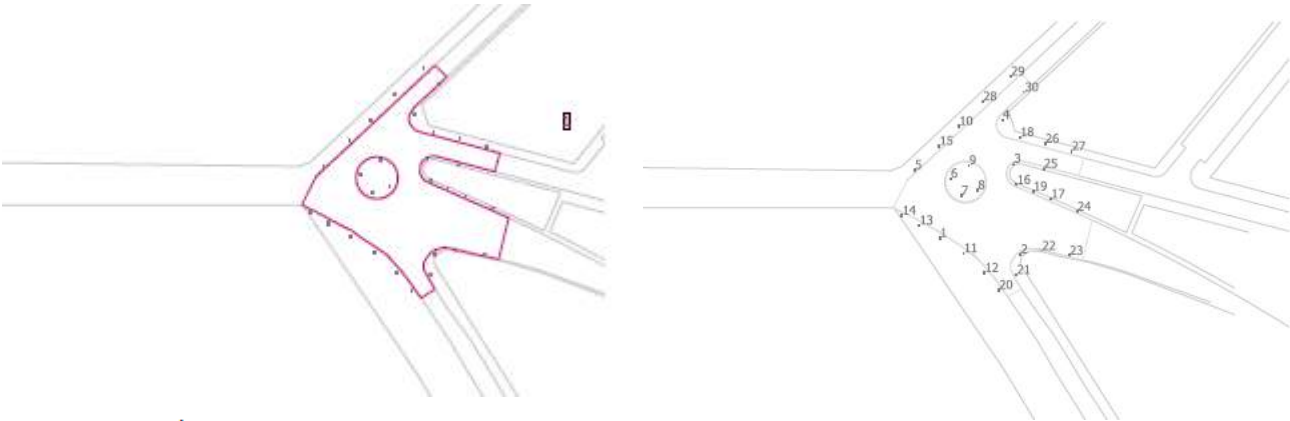
SUPERFICIE 3**Isolíneas [lx]**

Escala: 1 : 200

Isolíneas [cd/m²]

Escala: 1 : 200

ROTONDA



Factor de degradación: 0.80

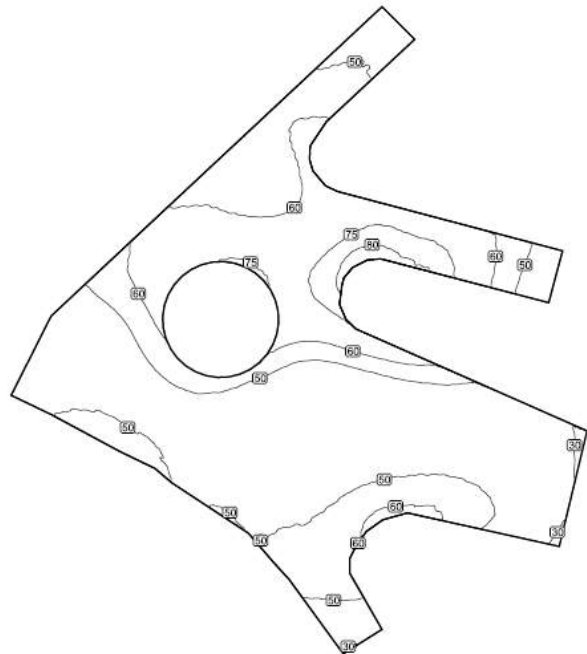
Objetos de resultado de superficies

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Objeto de resultado de superficies 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]	51.9	26.8	82.8	0.52	0.32
	Densidad lumínica [cd/m²]	3.30	1.70	5.27	0.52	0.32

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)	
30	<p>Philips Lighting - BGP625 T25 1 xLED150-4S/740 DM11</p> <p>Emisión de luz 1</p> <p>Lámpara: 1xLED150-4S/740</p> <p>Grado de eficacia de funcionamiento: 90.22%</p> <p>Flujo luminoso de lámparas: 15000 lm</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 13533 lm</p> <p>Potencia: 92.0 W</p> <p>Rendimiento lumínico: 147.1 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas</p> <p>1xLED150-4S/740: CCT 3000 K, CRI 100</p>	<div><p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p></div>

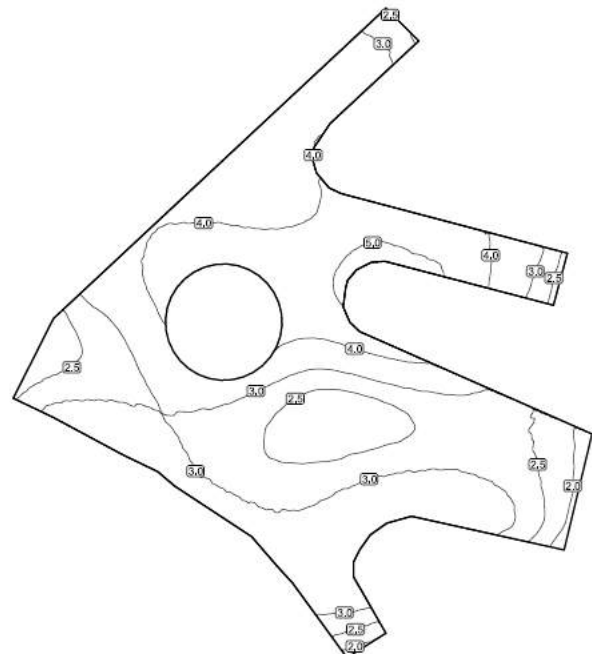
Flujo luminoso total de lámparas: 450000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 405990 lm, Potencia total: 2760.0 W, Rendimiento lumínico: 147.1 lm/W

Isolíneas [lx]



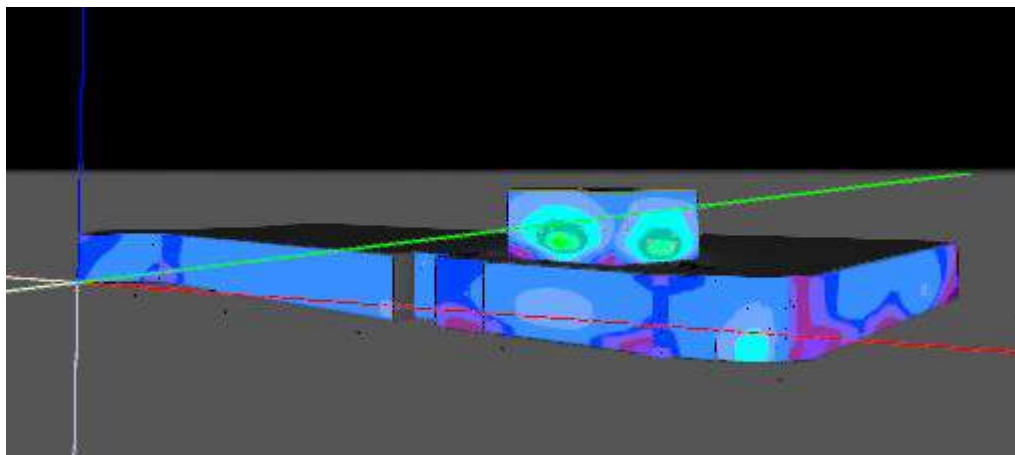
Escala: 1 : 500

Isolíneas [cd/m²]



Escala: 1 : 500

CASTILLO DE LOS MOLARES



El Estudio propone una solución de proyectores ubicados a distancia de manera que reciba el haz de luz de la manera más frontal posible y definir una superficie uniformemente iluminada. Para conseguir esta uniformidad y equilibrio se busca un sistema de proyección basado en luminarias LED.

Irá acompañado de un sistema de soporte de iluminación desde el propio castillo para iluminar la torre, y desde las cubiertas de los edificios colindantes para iluminar la fachada principal, de manera que las proyecciones no provoquen sombras y deslumbramientos a los viandantes. Las fachadas de la torre estarán proyectadas desde las cubiertas de la primera planta del propio castillo. El sistema está basado en un modelo de proyector con ópticas de la casa Philips Lighting.

Se deberá enfatizar el monumento con relación a su entorno, sin contraste excesivo, que desencadene una competencia, es decir, una escalada lumínica.

El concepto del Estudio debe observar un sistema lumínico exento del inmueble.

Evitar colocar luminarias en fachada que requieran de perforaciones o taladrar cualquier elemento de piedra, madera, etc., en cualquier parte del inmueble. En caso de requerir ubicar luminarias y cableados en azoteas, cubiertas, torres, etc., se podrán realizar utilizando otros métodos de fijación de los diferentes componentes del sistema de iluminación. Siguiendo los criterios de conservación, la instalación debe diseñarse observando el criterio de reversibilidad, con el objetivo de facilitar su desmontaje en caso de renovación, cambio de criterios en su utilidad, etc.

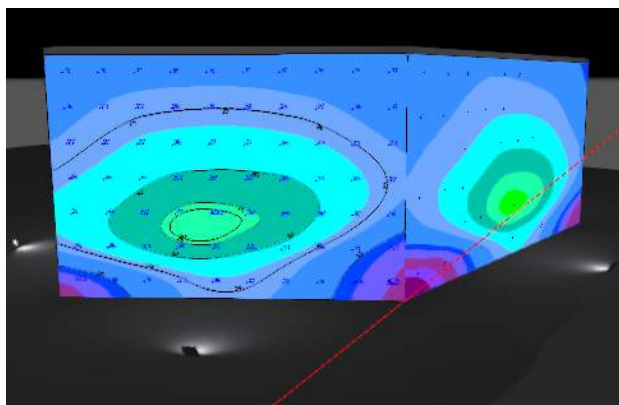
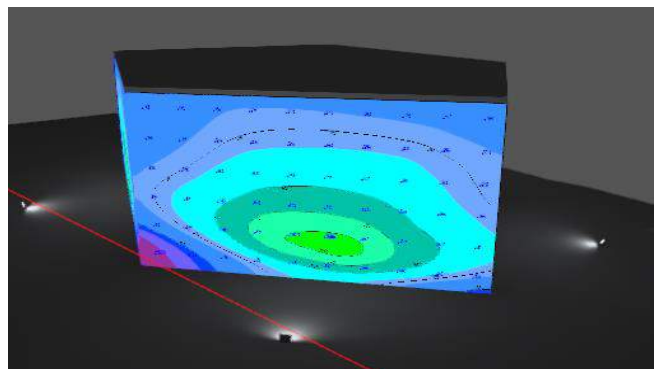
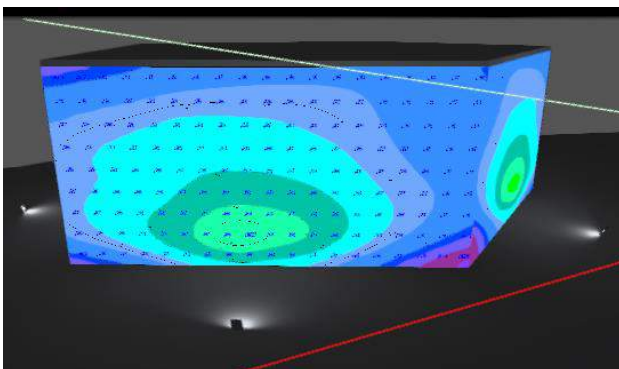
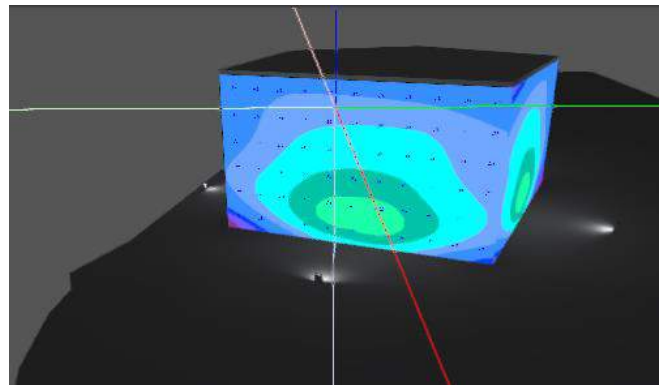
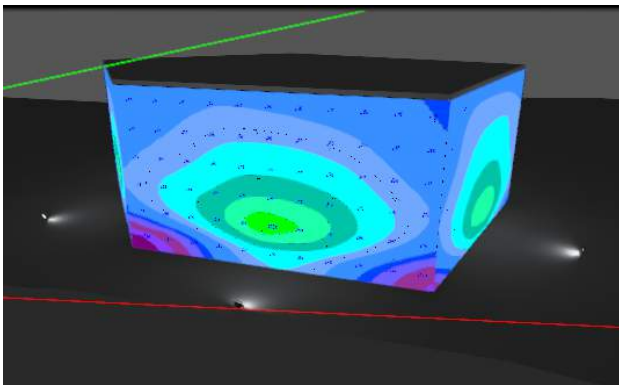
Queda totalmente prohibido realizar perforaciones o anclajes en las zonas ornamentales como relieves, esculturas, pinturas murales, artesonados, retablos, etc., así como elementos estructurales con mal estado de conservación.

Se evitará colocar lámparas en piso, ya que éstas distorsionan la lectura de los inmuebles al invertir las sombras y provocan deslumbramientos en los peatones.

La torre del Castillo de Los Molares se encuentra iluminada por cinco proyectores, uno en cada cara de las fachadas de la misma, obteniendo los resultados luminotécnicos que se pueden ver en la figura adjunta a continuación, donde se muestra una tabla de valores generada por el estudio a través del programa de cálculo luminotécnico DIALux.

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
5	<p>Philips Lighting - BVP646 GC 1xLED80/NW DM Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED80/NW/- Grado de eficacia de funcionamiento: 83.95% Flujo luminoso de lámparas: 8000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6716 lm Potencia: 98.0 W Rendimiento lumínico: 68.5 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xLED80/NW/-: CCT 3000 K, CRI 100 Clasificación de luminarias según DIN: A40 Clasificación de luminarias según BZ: BZ 6/0.75/BZ 5 Clasificación de luminarias según UTE: 0.84E Clasificación de luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 79 98 100 84</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 40000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 33580 lm, Potencia total: 490.0 W, Rendimiento lumínico: 68.5 lm/W



Objeto de resultado de superficies 1 (Pared)			
5.00 cd/m ²	0.12		
31.4 lx	0.12		
Objeto de resultado de superficies 2 (Pared)			
4.99 cd/m ²	0.04		
31.3 lx	0.04		
Objeto de resultado de superficies 3 (Pared)			
5.59 cd/m ²	0.11		
35.1 lx	0.11		
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared)			
5.83 cd/m ²	0.09		
36.6 lx	0.09		
Objeto de resultado de superficies 5 (Pared)			
5.24 cd/m ²	0.08		
32.9 lx	0.08		

Como se puede observar, cumplen los niveles de Iluminancia media (Lux) para un tipo de naturaleza de los materiales de la superficie iluminada de Piedra clara y una iluminación de los alrededores Media, según la Tabla 2-2 siguiente, siendo el valor de Iluminancia media de cada fachada de la torre mayor que 30lux.

Tabla 1–12 Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental [1]

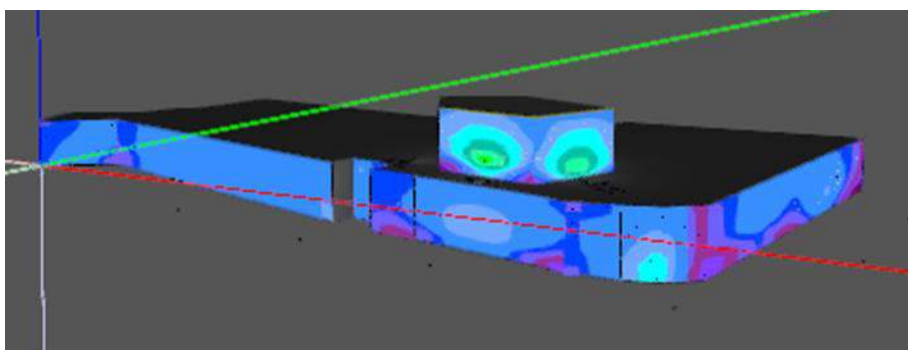
NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) ⁽¹⁾			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN ⁽²⁾			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. V.M.	S.A.P. S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra clara, mármol claro	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
- Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) azul – verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

⁽¹⁾ Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

⁽²⁾ Coeficientes multiplicadores de corrección para lámparas de halogenuros metálicos (H.M.), vapor de mercurio (V.M.), de vapor de sodio a alta presión (S.A.P.) y a baja presión (S.B.P.), así como para el estado de limpieza de la superficie iluminada.

Para iluminar la fachada principal del castillo se ha optado por utilizar ocho proyectores del mismo tipo que los anteriores. Dichos proyectores se ubican en las cubiertas de los edificios colindantes, y dotando a dicha fachada de menor iluminación que la torre, para enfatizar el carácter de la torre sobre el resto de la edificación.

A continuación, se puede ver una tabla generada por DIALux, donde se observa los valores obtenidos de iluminancia para cada superficie de cálculo de la fachada. Como se ha comentado, se proyecta una iluminancia menor (en torno a 10 luxes), para enfatizar el carácter de la torre.



Superficie de cálculo 10	8.55 lx	0.43
Superficie de cálculo 11	12.1 lx	0.53
Superficie de cálculo 12	8.03 lx	0.88
Superficie de cálculo 13	10.7 lx	0.78
Superficie de cálculo 14	13.6 lx	0.67

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los valores luminotécnicos obtenidos mediante el programa DIALux en las calzadas en cada calle objeto de estudio. Al haberse clasificado las vías como tipo D según la velocidad del tráfico rodado, cuya clase de alumbrado se ha optado por la S1, se puede apreciar que todas cumplen los requisitos mínimos de Iluminancia media ($E_{m(lux)} \geq 15$) e Iluminación mínima ($E_{mín(lux)} \geq 5$). También se aporta la Uniformidad global (U_0).

Tabla 1–13 Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [1]

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima $E_{mín}$ (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Los resultados aportados por el estudio en DIALux se encuentran en su respectivo Anejo I.

CALLE	Em	Emín	Uo
	(lux)	(lux)	
1º DE MAYO	15.5	6.11	0.64
ALCALDE PEDRO MONJE RUÍZ	15.9	7.78	0.62
ÁLVAREZ QUINTERO	16.2	6.82	0.71
AMELIA MEDINA	16.7	7.47	0.68
ANTONIO MACHADO	16.2	7.05	0.66
ANTONIO MAIRENA	16.7	7.47	0.73
ANTONIO MOLINA	15.9	7.16	0.63
AV DE ANDALUCÍA	15.6	7.16	0.63
BAILÉN	16.2	6.82	0.66
BALTASAR ALCÁZAR	16.1	7.73	0.63
CALLEJÓN ALBERTI	16.5	7.62	0.66
CAMARÓN DE LA ISLA	15.9	7.78	0.54
CANTERA	16.3	6.88	0.67
CAPAROTA	16.2	7.05	0.61
CENTRAL	16	7.1	0.65
CERRADO	15.9	7.78	0.62
CERRO PEDRITO	15.9	7.16	0.64
CONDE DE HALCÓN	16.3	6.99	0.69
CUATRO VIENTOS	18.8	12.4	0.63
DE ALCALÁ	16.3	6.99	0.66
DEL CAMINO BLANCO	16.7	7.52	0.68
DEL OLIVAR	16.5	7.62	0.66
DOLMEN	16.2	7.05	0.7
DONANTE DE ÓRGANOS	16.3	9.26	0.65
DONANTE DE SANGRE	20.1	13	0.63
DUQUE	15.9	7.16	0.54
EL BARRERO	16.7	7.52	0.68
EL RODEO	18	11.4	0.54
ESCALERA	15.9	7.16	0.63
FUENTE	16.3	6.88	0.72
FUENTE LA HIGUERA	18.8	12.4	0.61
FUENTECILLA	18.4	11.9	0.57
GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ	16.3	7.37	0.66
GRANADO	16.7	7.47	0.65
GUSTAVO ADOLFO BECQUER	16.2	7.05	0.66
HORNO	15.4	7.26	0.61
HUERTA RIVAS	16.2	7.05	0.64
HÚMEROS	16.7	7.52	0.68
IGLESIA	16.6	9.2	0.72
INMACULADA VIEIRA	15.9	7.16	0.63
JUAN PÉREZ	16.7	7.47	0.65
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ	16.2	7.05	0.66
JUAN RINCÓN	16.3	6.99	0.69

JUNCAL	18.4	11.9	0.6
LA CALERA	15.9	7.78	0.62
LA DEHESA	16.3	7.67	0.64
LA HORQUILLA	18.4	11.9	0.57
LA PERLA	18.4	11.9	0.59
LA REUNIÓN	15.9	7.78	0.62
LADRILLAR	16.3	7.67	0.61
LAGUNA	15.9	6.29	0.66
LDO. CASTILLO	16.5	7.37	0.69
LEPANTO	16.7	7.47	0.73
LOPE DE VEGA	16.3	6.93	0.68
LOS CASERONES	16.2	7.05	0.64
LOS GIRASOLES	16.3	7.67	0.64
LUIS CERNUDA	16.7	7.52	0.68
MANCOMUNIDAD	16.6	7.57	0.68
MANUEL DE FALLA	15.9	6.35	0.67
MARÍA AUXILIADORA	16.3	6.93	0.69
MIGUEL HERNÁNDEZ	15.9	7.16	0.63
MOLINO	20.2	14.3	0.66
MORÓN	15.8	8.16	0.6
PABLO NERUDA	16.2	7.05	0.66
PAGO VIEJO	16.3	6.99	0.69
PALOMAR	15.7	7.21	0.62
PEDRO SALINAS	18.8	12.4	0.61
PEPE MARCHENA	15.9	7.16	0.68
PEZCOZAL	18.4	11.9	0.57
PIEDRA HINCA	15.9	7.78	0.62
PIMIENTA	14.8	5.99	0.65
PRADO	15.9	7.16	0.63
RAFAEL ALBERTI	15.6	7.83	0.6
REAL	16.7	7.47	0.68
RELOJ	15.8	6.99	0.68
SAN JUAN DE RIVERA	16.6	7.57	0.68
SAN SEBASTIAN	16.1	7.73	0.57
SANTA ANA	15.9	7.16	0.65
SANTA ÁNGELA DE LA CRUZ	16.3	7.67	0.64
SANTA CLARA	16.3	6.93	0.71
SANTA LUCIA	16.3	6.93	0.71
SANTA MARTA	16.7	7.47	0.65
SANTA TERESA	16.3	6.93	0.68
UTRERA	15.9	7.16	0.63
VIÑA LA ARENA	16.2	7.05	0.7
VIRGEN DE LOS DOLORES	16.3	7.67	0.64
VIRGEN NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA	16.3	7.67	0.64

1.7.4 Eficiencia energética

Según el artículo 5 “*Calificación energética de las instalaciones*” del Real Decreto 1890/2008 [1], las instalaciones de alumbrado exterior se calificarán energéticamente en función de su índice de eficiencia energética, mediante una etiqueta de calificación energética según se especifica en la ITC-EA-01. Dicha etiqueta se adjuntará en la documentación del Estudio y deberá figurar en las instrucciones que se entreguen a los titulares, según lo especificado en el artículo 10 del reglamento.

“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”.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right) \quad (5)$$

Siendo:

- E: eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \cdot lux/W$)
- P: potencia activa total instalada (lámpara y equipos auxiliares) (W)
- S: superficie iluminada (m^2)
- Em: iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

Dentro del apartado 2, “*Requisitos Mínimos de Eficiencia Energética*”, del citado documento, se indican en tablas los requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional y vial ambiental:

Tabla 1–14 Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional [1]

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5
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	

Tabla 1–15 Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental [1]

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5
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	

En el apartado 3, “*Calificación Energética de las instalaciones de alumbrado*”, se indica que las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

“El **índice de eficiencia energética** (I_E) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de la eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 1–16 Valores de eficiencia energética de referencia [1]

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m (\text{lux})$	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m (\text{lux})$	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	32	–	--
25	29	–	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	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			

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 siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía)”.

“El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética”:

$$ICE = \frac{1}{I_e} \quad (6)$$

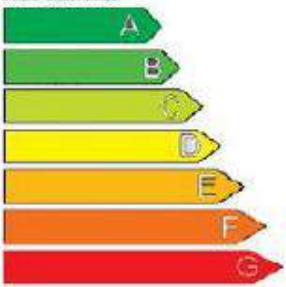
La siguiente tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados:

Tabla 1–17 Calificación energética de una instalación de alumbrado [1]

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

“Entre la información que se debe entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética (ϵ), su calificación mediante el índice de eficiencia energética (I_e) medido y la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación, de acuerdo al modelo que se indica a continuación”:

Tabla 1–18 Modelo de etiqueta energética [1]

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p>  <p>Menos eficiente</p>	
	Instalación:
	Localidad /calle:
	Horario de funcionamiento:
	Consumo de energía anual (kWh/año):
	Emisiones de CO ₂ anual (kg CO ₂ /año):
	Índice de eficiencia energética (I_e):
	Illuminancia media en servicio E_m (lux):
	Uniformidad (%):

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y basándose en el área iluminada, la iluminancia media y la potencia instalada, se calculan las etiquetas de eficiencia energética de cada zona estudiada.

Para la elaboración de las etiquetas se ha usado una aplicación informática de la empresa especialista en iluminación exterior MAYJA S.L. [17] que se basa en el reglamento indicado en [1].

1.7.4.1 Cálculo de las etiquetas energéticas

Como ejemplo de las etiquetas de eficiencia energética realizaremos éstas para las calles y plazas expuestas anteriormente:

Calle ALCALDE PEDRO MONJE RUÍZ

Área iluminada: 875 m²

Iluminancia media: 15,90 lx

Potencia activa instalada: 528,50 W

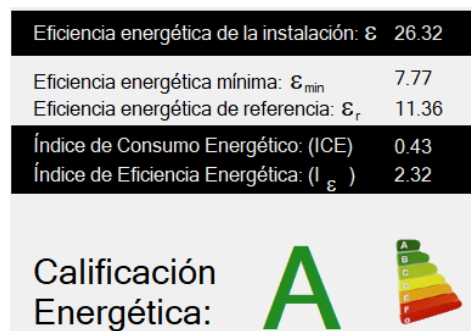


Figura 1-27. Clasificación energética calle Alcalde Pedro Monje Ruíz [17]

PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN

Área iluminada: 660 m²

Iluminancia media: 9,93 lx

Potencia activa instalada: 210 W

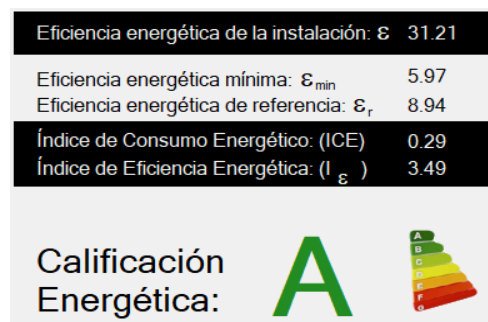


Figura 1-28. Clasificación energética plaza de la Constitución [17]

PLAZA DE NUESTRO PADRE JESÚS NAZARENO

Área iluminada: 908 m²

Iluminancia media: 9,25 lx

Potencia activa instalada: 189 W

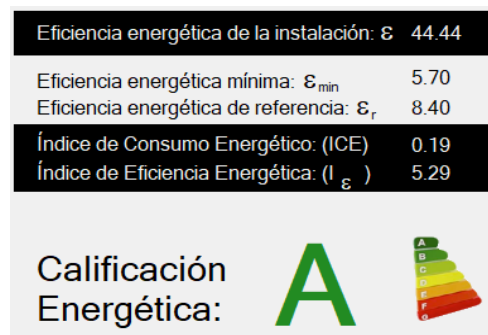


Figura 1-29. Clasificación energética plaza Nuestro Padre Jesús Nazareno [17]

Destacamos que la gran mayoría de las zonas de estudio (>95%) tienen la máxima clasificación energética, excepto la calle Molino, por necesitar más Iluminancia media que el resto, ya que se trata de un fondo de saco. Esto quiere decir que con este alumbrado el consumo energético se ve reducido y con ello los costes asociados. Además, adoptando un Alumbrado Público eficiente se promueve la sustentabilidad económica, política y ambiental.

A continuación, se muestra una tabla resumen con todos los resultados de la clasificación energética de cada calle y las plazas del área objeto de estudio. En su respectivo Anejo II se podrá encontrar la tabla completa con los valores con los que han sido calculados dichos resultados:

CALLE	EFIC. ENERG.	EFIC. ENERG. MÍNIMA	EFIC. ENERG. REFERENCIA	ÍNDICE EFIC. ENERG.	ÍNDICE CONSUMO ENERG.	AMBIENTAL: C-D-E
	ϵ	ϵ_{\min}	ϵ_R	$I\epsilon = \epsilon / \epsilon_R$	$ICE = 1 / I\epsilon$	CALIF ENERG.
	(m ² *lux/W)	(m ² *lux/W)	(m ² *lux/W)			
1º DE MAYO	15.61	7.5	11	1.42	0.70	A
ALCALDE PEDRO MONJE RUIZ	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
ALVAREZ QUINTERO	15.33	7.5	11	1.39	0.72	A
AMELIA MEDINA	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
ANTONIO MACHADO	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
ANTONIO MAIRENA	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
ANTONIO MOLINA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
AV DE ANDALUCÍA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
BAILÉN	15.33	7.5	11	1.39	0.72	A
BALTASAR ALCÁZAR	24.75	7.5	11	2.25	0.44	A
CALLEJÓN ALBERTI	21.46	7.5	11	1.95	0.51	A
CAMARÓN DE LA ISLA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CANTERA	17.35	7.5	11	1.58	0.63	A
CAPAROTA	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
CENTRAL	24.60	7.5	11	2.24	0.45	A
CERRADO	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CERRO PEDRITO	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CONDE DE HALCÓN	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
CUATRO VIENTOS	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
DE ALCALÁ	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
DEL CAMINO BLANCO	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
DEL OLIVAR	21.46	7.5	11	1.95	0.51	A
DOLMEN	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
DONANTE DE ÓRGANOS	15.42	7.5	11	1.40	0.71	A
DONANTE DE SANGRE	24.72	7.5	11	2.25	0.44	A
DUQUE	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
EL BARRERO	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
EL RODEO	23.84	7.5	11	2.17	0.46	A
ESCALERA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
FUENTE	17.35	7.5	11	1.58	0.63	A
FUENTE LA HIGUERA	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
FUENTECILLA	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A

GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
GRANADO	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
GUSTAVO ADOLFO BECQUER	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
HORNO	29.14	7.5	11	2.65	0.38	A
HUERTA RIVAS	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
HÚMEROS	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
IGLESIA	11.78	7.5	11	1.07	0.93	B
INMACULADA VIEIRA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
JUAN PÉREZ	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
JUAN RINCÓN	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
JUNCAL	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
LA CALERA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
LA DEHESA	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LA HORQUILLA	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
LA PERLA	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
LA REUNIÓN	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
LADRILLAR	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LAGUNA	20.68	7.5	11	1.88	0.53	A
LDO. CASTILLO	11.71	7.5	11	1.06	0.94	B
LEPANTO	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
LOPE DE VEGA	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
LOS CASERONES	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
LOS GIRASOLES	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LUIS CERNUDA	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
MANCOMUNIDAD	19.63	7.5	11	1.78	0.56	A
MANUEL DE FALLA	22.56	7.5	11	2.05	0.49	A
MARÍA AUXILIADORA	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
MIGUEL HERNÁNDEZ	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
MOLINO	8.12	7.5	11	0.74	1.35	D
MORÓN	30.49	7.5	11	2.77	0.36	A
PABLO NERUDA	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
PAGO VIEJO	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
PALOMAR	27.85	7.5	11	2.53	0.39	A
PEDRO SALINAS	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
PEPE MARCHENA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
PEZCOZAL	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
PIEDRA HINCA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
PIMIENTA	10.50	7.5	11	0.95	1.05	B
PRADO	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
RAFAEL ALBERTI	27.67	7.5	11	2.52	0.40	A
REAL	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
RELOJ	10.09	7.5	11	0.92	1.09	B
SAN JUAN DE RIVERA	19.63	7.5	11	1.78	0.56	A
SAN SEBASTIAN	24.75	7.5	11	2.25	0.44	A

SANTA ANA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
SANTA ANGELA DE LA CRUZ	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
SANTA CLARA	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
SANTA LUCÍA	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
SANTA MARTA	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
SANTA TERESA	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
UTRERA	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
VICENTE ALEXANDRE	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
VIÑA LA ARENA	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
VIRGEN DE LOS DOLORES	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
VIRGEN NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A

1.7.5 Comparativa eficiencia energética con el uso de otro tipo de tecnología

Para este apartado se han englobado todas las secciones anteriores en 6 secciones diferentes, dependiendo del ancho de calzada, si la sección cuenta o no con aparcamiento en cordón, y del acerado.

Se ha usado una tecnología diferente a la LED, en este caso se ha optado por una lámpara de halogenuros metálicos de la marca Philips, como es la CPO-TW 140W/728.

Para hacer el estudio lo más equiparable posible, hemos buscado una luminaria que produjese aproximadamente la misma iluminancia media (lux) que la que hemos usado con la tecnología LED, y hemos distribuido las luminarias exactamente a la misma distancia que en el estudio con la tecnología LED. Con esto, hemos obtenido unos valores de eficiencia energética muy por debajo que el obtenido con la tecnología LED. Como se puede observar en la tabla del apartado anterior, la mayoría de las instalaciones obtienen una eficiencia energética de tipo A, la más alta que puede obtenerse; sin embargo, usando la lámpara de halogenuros metálicos, en la siguiente tabla se ve que esto no es así, obteniendo valores de eficiencia energética de hasta tipo E. Para obtener estos resultados, hemos usado el Programa MAYJA, para hacer las etiquetas energéticas de las instalaciones.

A continuación, se resume los 6 tipos de secciones diferentes:

TIPO DE SECCIÓN	ACERA 1	APARCAMIENTO	CALZADA	APARCAMIENTO	ACERA 2
SECCIÓN 1	3	2.5	6	2.5	3
SECCIÓN 2	2	0	7	0	2
SECCIÓN 3	5	0	7	0	1.5
SECCIÓN 4	1.5	2.5	4	0	1.5
SECCIÓN 5	1.5	0	4	0	1.5
SECCIÓN 6	0	0	4	0	0

La luminaria seleccionada es la Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W/728 EB DP-L_728

Grado de eficacia de funcionamiento: 71.13%

Flujo luminoso de lámparas: 16500 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 11737 lm

Potencia: 153.0 W

Rendimiento lumínico: 76.7 lm/W




Figura 1-30. Luminaria Philips Lighting Arc


Arc - gama completa de alumbrado vial multifuncional en un diseño intemporal. Con su elegante diseño, Arc se ha diseñado especialmente para crear una gama de luminarias distintivas, modernas y funcionales, adecuadas tanto para aplicaciones de renovación estándar como para nuevos desarrollos de área. En lugar de convertirse en una presencia molesta, armoniza con su entornos arquitectónico. La atractiva relación calidad-precio de Arc la hace muy adecuada para su uso a gran escala.

A continuación, se muestran las etiquetas de eficiencia energética de cada tipo de sección:


SECCIÓN 1

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 17.65	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	18.75
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	27.50
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.56
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.64
Calificación Energética: D 	


SECCIÓN 2

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 22.76	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	17.45
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	25.94
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.14
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.88
Calificación Energética: C 	


SECCIÓN 3

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 25.96	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	18.85
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	27.62
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.06
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.94
Calificación Energética: B 	


SECCIÓN 4

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 15.23	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	19.15
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	27.98
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.84
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.54
Calificación Energética: E 	

SECCIÓN 5

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 14.12	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	18.30
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	26.96
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.91
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.52
Calificación Energética: E 	

SECCIÓN 6

Eficiencia energética de la instalación: ϵ 15.69	
Eficiencia energética mínima: ϵ_{\min}	19.50
Eficiencia energética de referencia: ϵ_r	28.40
Índice de Consumo Energético: (ICE)	1.81
Índice de Eficiencia Energética: (I_{ϵ})	0.55
Calificación Energética: E 	

En el Anejo I, en el apartado B), se muestran los cálculos luminotécnicos aportados por DIALux.

1.8 Instalación eléctrica

A continuación, se van a detallar los límites y requisitos mínimos que deben cumplir todas las instalaciones eléctricas de alumbrado exterior. Toda la información está contemplada en el *Reglamento Eléctrico de Baja Tensión*, en concreto en el apartado de *Guía de Alumbrado Exterior*, ITC-BT-09 [2].

1.8.1 Campo de aplicación

“Esta instrucción complementaria, se aplicará a las instalaciones de alumbrado exterior, destinadas a iluminar zonas de dominio público o privado, tales como autopistas, carreteras, calles, plazas, parques, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, caminos, etc. Igualmente se incluyen las instalaciones de alumbrado para cabinas telefónicas, anuncios publicitarios, mobiliario urbano en general, monumentos o similares así como todos receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior. Se excluyen del ámbito de aplicación de esta instrucción la instalación para la iluminación de fuentes y piscinas y las de los semáforos y las balizas, cuando sean completamente autónomos”.

1.8.2 Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora

“La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en este Reglamento para este tipo de instalaciones.

La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida”.

1.8.3 Dimensionamiento de las instalaciones

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

Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tanto éstas como aquellos puedan producir, se aplicará el coeficiente corrector calculado con estos valores.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,80. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos y siempre que sea posible, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación”.

1.8.4 Cuadros de protección, medida y control

“Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30Ω. No obstante, se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500mA o 1A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5Ω y a 1Ω, respectivamente.

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra”.

1.8.5 Redes de alimentación

1.8.5.1 Cables

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

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito”.

1.8.5.2 Tipos

Redes subterráneas

“Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables serán de las características especificadas en la UNE 21.123, e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la ITC-BT-21 y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados, el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50.086 –2-4.

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60mm.

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

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

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07 [3].

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

Redes de control y auxiliares

“Se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será 2,5 mm²”.

1.8.6 Soportes de luminarias

1.8.6.1 Características

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

Los soportes que lo requieran deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado o en el interior de la obra de fábrica”.

1.8.6.2 Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- “Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm², y de tensión nominal de 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes”.
- “En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice”.

- “La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz”.

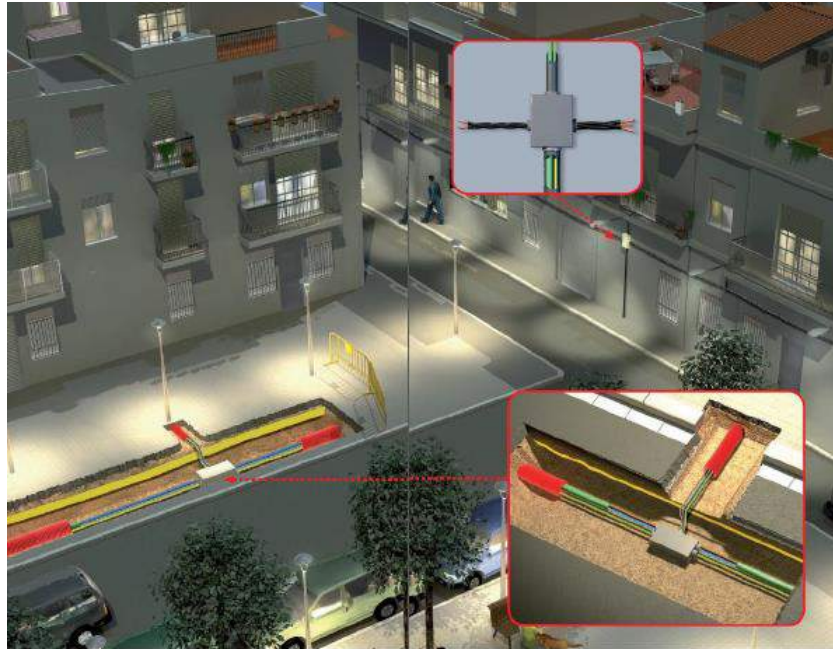


Figura 1-31. Ilustración de instalación [21]

1.8.7 Luminarias

1.8.7.1 Características

“Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 - 2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior”.

1.8.7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas

“La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para que posea una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad de no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m”.

1.8.8 Equipos eléctricos de los puntos de luz

“Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.

Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo. Las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,80; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades”.

1.8.9 Protección contra contactos directos e indirectos

“Las luminarias serán de Clase I o de Clase II.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Todas las estructuras metálicas que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior deberán estar unidas equipotencialmente entre sí. Será necesario comprobar si estos elementos metálicos pueden transferir tensiones peligrosas a puntos alejados (por ejemplo vallas metálicas), en cuyo caso deben tomarse las medidas adecuadas para evitarlo, mediante aislamiento de una de las partes simultáneamente accesible, mediante juntas aislantes, mediante puesta a tierra separada de las estructuras metálicas u otras medidas, si fuera necesario.

Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión nominal 450/750V con cubierta de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre”.

1.8.10 Puesta a tierra

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

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

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

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión nominal 450/750V, con cubierta de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo, o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

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

1.8.11 Sistema de control y accionamiento

Conforme nos indica el Reglamento de eficiencia energética [1], “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.

El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado.

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.”

Por lo que en nuestro caso al superar los 5kW estamos obligados a instalar un accionamiento por reloj astronómico o encendido centralizado.

Para este Estudio, y teniendo en cuenta la alta efectividad que tiene y siendo más económico, se ha instalado en el Cuadro Eléctrico un reloj astronómico, en este caso y al igual que el resto de protecciones de la empresa SCHNEIDER [20].

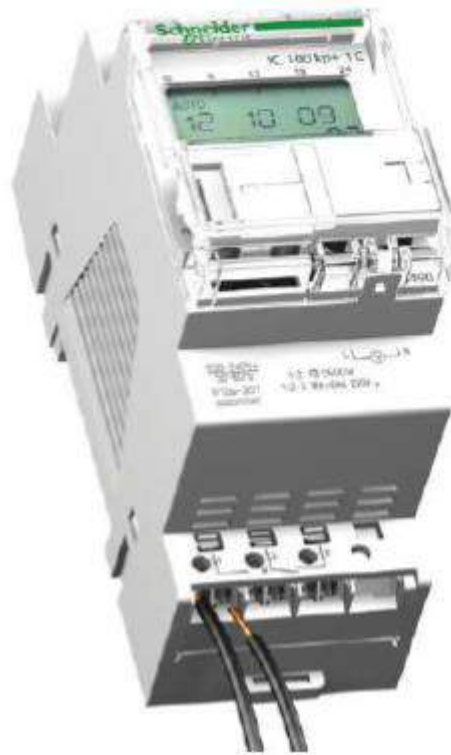


Figura 1-32. Ejemplo de interruptor horario astronómico de SCHNEIDER [20]

De este tipo de interruptores hay que destacar que ayuda en gran medida a optimizar los costes energéticos y que permite una configuración totalmente personalizada en función de las necesidades de cada Estudio. Hay multitud de posibilidades desde programables en el propio cuadro hasta kits de programación a distancia desde un PC.

1.8.12 Dimensionamiento instalación eléctrica

En este apartado se van a realizar los cálculos eléctricos de las luminarias instaladas según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ITC-BT-09 [2]. En [2] se indica que las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores y sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas de arranque y desequilibrio de fases.

Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga. En nuestro caso, al tratarse de LED, no es necesario tener en cuenta esta consideración.

También está estipulado que el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,80.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación será menor o igual que 3% y la sección mínima de los conductores de cobre debe ser de 6mm².

A continuación, se explica cómo se han calculado las potencias, intensidades, secciones del cable y la caída de tensión.

Hay que destacar que, para decidir la sección del cable, se realiza un proceso de ensayo y error en el que se prueba con la mínima sección posible (6mm²) y si la caída de tensión supera el 3% máximo permitido se sube a la siguiente sección posible.

Secciones posibles son 6mm², 10mm², 16mm² y 25mm².

- **Potencias LED**

$$P = P_{cada\ luminaria} \cdot N^{\circ}_{luminarias} (W) \quad (7)$$

Se multiplicaría por 1,8 la potencia para en el caso de lámparas de descarga.

- **Intensidad de corriente monofásica**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (8)$$

Siendo:

- I : intensidad de corriente (A)
- P : potencia instalada (W)
- U : tensión (V)
- $\cos\varphi$: factor de potencia (0,80 según reglamento)

En el caso de que nuestro circuito fuera monofásico habría que suprimir el $\sqrt{3}$ en el denominador.

- **Caída de tensión trifásica:**

$$e = \frac{P \cdot L}{U \cdot K \cdot S} \quad (9)$$

Siendo:

- e : caída de tensión (V)
- P : potencia instalada (W)
- L : longitud de cada tramo (m)

- K : conductividad del cobre (valor constante de 56 Siemens · m/mm²)
- S : sección del cable (mm²)

En el caso que fuera monofásico el numerador se multiplicaría por 2.

Una vez calculada la caída de tensión en voltios, se obtendrá el porcentaje de caída de tensión y se comparará con el 3%:

$$e(\%) = \frac{e}{U} \cdot 100 \quad (10)$$

Para determinar los cálculos, se ha utilizado el programa de cálculo Excel, a través de las Tablas de Santarelli, donde se han dividido las distintas zonas de actuación en múltiples ramas que parten de un mismo cuadro situado en cada Centro de Transformación (CT), indicando las distancias, potencias soportadas, intensidades y caídas de tensión de cada tramo.

Como veremos a continuación, la mayoría de nuestras instalaciones son aptas con cables de cobre de sección mínima (6 mm²), excepto en tres tramos que necesitarían cable de 10 mm², para que la caída de tensión sea inferior al 3%.



SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Figura 1-33. Intensidad máx. admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada [2]

Como vemos en la Figura 1-32 anterior, un cable de cobre de 6mm² de sección y con aislamiento XLPE soporta una intensidad de hasta 66A, por lo que aplicándole los pertinentes factores de corrección vemos si es válido para nuestra instalación. Lo mismo comprobaremos con un cable de sección 10mm².

Los factores de corrección que se usan para comprobar si en nuestras condiciones el cable elegido admite la intensidad real máxima que va a poder circular por él vienen definidos en el ITC-BT-07.

De todos los factores de corrección, los que nos afectan a nuestros cálculos son el de la temperatura del suelo, que es de 25°C, la resistividad térmica de 1 K·m/W y la profundidad de enterramiento de 70cm, por lo que para estos tres parámetros los factores de corrección son 1. El único factor que se le ha aplicado es el de enterrado bajo tubo que es de 0,8. El último factor a tener en cuenta es el de número de cables o terna de la zanja, siendo en nuestro caso más desfavorable el de 4 cables con una distancia de separación de 0cm, lo que nos da un factor de corrección de 0,64.

Por lo que:

$$I_{\text{máx admisible real}} = I_{\text{máx admisible}} \cdot \text{Factores de corrección} \quad (11)$$

$$I_{\text{máx admisible real cable } 6\text{mm}^2} = 66 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 33,792 \text{ A}$$

$$I_{\text{máx admisible real cable } 10\text{mm}^2} = 88 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 45,056 \text{ A}$$

Por lo que en todos los casos los cables de 6mm² y 10mm² van a cumplir holgadamente en cuanto a la intensidad máxima.

A continuación, se muestran las Tablas de Santarelli para cada Centro de Transformación.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAIDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAIDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 1.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	143.33	123.29	123.29	3.33	6	0.20	0.20	1.33
2	0.85	0.85	1.59	189.46	238.56	361.85	4.88	6	0.56	0.76	2.86
3	0.63	0.63	2.22	157.03	233.95	595.80	5.77	6	0.65	1.40	4.00
4	0.85	0.85	3.07	254.77	446.05	1041.86	6.79	6	1.45	2.86	5.53

CIRCUITO 1.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.53	0.53	0.53	169.83	123.46	123.46	2.52	6	0.17	0.17	0.95
2	0.74	0.74	1.27	190.31	214.33	337.80	3.91	6	0.45	0.62	2.29
3	0.63	0.63	1.90	152.34	210.13	547.93	4.78	6	0.54	1.16	3.43
4	0.63	0.63	2.54	241.16	384.10	932.03	5.52	6	1.14	2.29	4.58
5		0.00	2.54		0.00	932.03	5.52	6	0.00	2.29	4.58

CIRCUITO 1.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	140.16	120.56	120.56	2.72	6	0.19	0.19	1.33
2	0.85	0.85	1.59	241.65	304.28	424.84	3.99	6	0.71	0.91	2.86
3	0.53	0.53	2.11	170.71	248.21	673.05	4.61	6	0.67	1.58	3.81
4	0.53	0.53	2.64	109.80	178.49	851.53	5.15	6	0.54	2.12	4.77

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 2.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.85	0.85	0.85	162.49	149.42	149.42	3.05	6	0.26	0.26	1.53
2	0.74	0.74	1.59	180.57	227.37	376.79	4.18	6	0.53	0.79	2.86
3	0.63	0.63	2.22	174.84	260.49	637.28	4.95	6	0.72	1.51	4.00
4	0.63	0.63	2.85	151.01	255.11	892.38	5.61	6	0.80	2.31	5.15

CIRCUITO 2.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	137.68	118.43	118.43	2.65	6	0.19	0.19	1.33
2	0.74	0.74	1.48	158.41	192.70	311.13	3.74	6	0.44	0.63	2.67
3	0.74	0.74	2.22	152.78	227.62	538.75	4.58	6	0.63	1.26	4.00
4	0.74	0.74	2.96	167.62	288.36	827.12	5.29	6	0.92	2.18	5.34

CIRCUITO 2.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.85	0.85	0.85	217.70	200.19	200.19	3.58	6	0.34	0.34	1.53
2	0.85	0.85	1.69	168.97	219.74	419.93	5.06	6	0.53	0.87	3.05
3	0.85	0.85	2.54	177.10	282.07	702.00	6.20	6	0.84	1.71	4.58
4	0.85	0.85	3.38	186.95	343.83	1045.83	7.16	6	1.18	2.89	6.10

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 3.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	150.43	129.40	129.40	3.10	6	0.21	0.21	1.33
2	0.74	0.74	1.48	170.80	207.77	337.17	4.38	6	0.47	0.68	2.67
3	0.74	0.74	2.22	188.07	280.20	617.37	5.36	6	0.78	1.45	4.00
4	0.74	0.74	2.96	203.42	349.95	967.32	6.19	6	1.12	2.57	5.34

CIRCUITO 3.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.85	0.85	0.85	176.86	162.63	162.63	3.40	6	0.28	0.28	1.53
2	0.85	0.85	1.69	202.80	263.73	426.37	4.81	6	0.64	0.92	3.05
3	0.74	0.74	2.43	160.00	249.47	675.84	5.77	6	0.72	1.64	4.39
4	0.74	0.74	3.17	178.77	318.34	994.18	6.59	6	1.05	2.69	5.72

CIRCUITO 3.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.85	0.85	0.85	176.00	161.84	161.84	3.27	6	0.28	0.28	1.53
2	0.74	0.74	1.59	176.49	222.23	384.07	4.48	6	0.52	0.80	2.86
3	0.74	0.74	2.33	176.06	268.48	652.55	5.42	6	0.76	1.56	4.20
4	0.74	0.74	3.07	173.19	303.22	955.77	6.23	6	0.99	2.55	5.53

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 4.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	185.32	159.41	159.41	2.83	6	0.26	0.26	1.33
2	0.74	0.74	1.48	155.60	189.28	348.69	4.00	6	0.43	0.68	2.67
3	0.74	0.74	2.22	197.11	293.67	642.36	4.90	6	0.81	1.50	4.00
4	0.63	0.63	2.85	142.83	241.29	883.65	5.55	6	0.76	2.26	5.15

CIRCUITO 4.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	198.88	171.07	171.07	2.32	6	0.27	0.27	1.33
2	0.63	0.63	1.37	126.22	147.96	319.03	3.17	6	0.32	0.60	2.48
3	0.63	0.63	2.01	147.70	209.31	528.34	3.83	6	0.55	1.15	3.62
4	0.63	0.63	2.64	121.50	197.51	725.85	4.39	6	0.60	1.75	4.77

CIRCUITO 4.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	117.32	100.92	100.92	2.94	6	0.16	0.16	1.33
2	0.63	0.63	1.37	201.87	236.64	337.55	4.01	6	0.52	0.68	2.48
3	0.63	0.63	2.01	113.74	161.19	498.74	4.85	6	0.42	1.10	3.62
4	0.63	0.63	2.64	258.98	420.99	919.73	5.56	6	1.27	2.38	4.77

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 5.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	141.30	121.54	121.54	3.41	6	0.19	0.19	1.33
2	0.74	0.74	1.48	157.22	191.25	312.80	4.82	6	0.43	0.63	2.67
3	0.74	0.74	2.22	204.67	304.93	617.73	5.90	6	0.85	1.47	4.00
4	0.74	0.74	2.96	260.09	447.45	1065.17	6.82	6	1.43	2.90	5.34

CIRCUITO 5.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	155.52	133.77	133.77	2.79	6	0.21	0.21	1.33
2	0.74	0.74	1.48	193.29	235.13	368.91	3.95	6	0.53	0.75	2.67
3	0.63	0.63	2.11	172.80	251.24	620.15	4.72	6	0.68	1.43	3.81
4	0.63	0.63	2.75	152.43	252.69	872.84	5.38	6	0.78	2.20	4.96

CIRCUITO 5.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	134.13	115.38	115.38	2.48	6	0.18	0.18	1.33
2	0.63	0.63	1.37	172.33	202.01	317.38	3.38	6	0.44	0.63	2.48
3	0.63	0.63	2.01	150.60	213.42	530.81	4.08	6	0.56	1.19	3.62
4	0.63	0.63	2.64	149.82	243.54	774.35	4.68	6	0.74	1.92	4.77

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 6.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	221.43	190.47	190.47	3.06	6	0.30	0.30	1.33
2	0.74	0.74	1.48	238.55	290.19	480.66	4.33	6	0.66	0.96	2.67
3	0.74	0.74	2.22	171.09	254.90	735.56	5.31	6	0.71	1.67	4.00
4	0.63	0.63	2.85	131.48	222.12	957.67	6.02	6	0.70	2.37	5.15

CIRCUITO 6.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.63	0.63	0.63	131.59	104.79	104.79	2.43	6	0.16	0.16	1.14
2	0.63	0.63	1.27	127.59	143.70	248.49	3.43	6	0.30	0.46	2.29
3	0.74	0.74	2.01	199.91	283.30	531.79	4.32	6	0.75	1.20	3.62
4	0.74	0.74	2.75	173.70	287.95	819.75	5.06	6	0.89	2.09	4.96

CIRCUITO 6.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	135.49	116.55	116.55	3.44	10	0.11	0.11	1.33
2	0.85	0.85	1.59	173.71	218.73	335.27	5.04	10	0.31	0.42	2.86
3	0.85	0.85	2.43	181.49	282.98	618.25	6.24	10	0.49	0.91	4.39
4	0.85	0.85	3.28	252.42	456.92	1075.18	7.24	10	0.92	1.83	5.91

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 7.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	268.34	230.82	230.82	3.43	6	0.37	0.37	1.33
2	0.74	0.74	1.48	222.13	270.21	501.03	4.85	6	0.61	0.98	2.67
3	0.74	0.74	2.22	210.68	313.88	814.92	5.94	6	0.87	1.85	4.00
4	0.85	0.85	3.07	146.81	257.03	1071.95	6.98	6	0.84	2.69	5.53

CIRCUITO 7.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.85	0.85	0.85	194.25	178.63	178.63	3.98	10	0.18	0.18	1.53
2	0.85	0.85	1.69	334.58	435.11	613.73	5.63	10	0.63	0.81	3.05
3	0.74	0.74	2.43	156.41	243.87	857.61	6.75	10	0.42	1.24	4.39
4	0.74	0.74	3.17	171.77	305.88	1163.48	7.71	10	0.61	1.85	5.72

CIRCUITO 7.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.63	0.63	0.63	267.40	212.95	212.95	2.79	6	0.32	0.32	1.14
2	0.74	0.74	1.37	192.74	225.93	438.88	4.10	6	0.49	0.81	2.48
3	0.74	0.74	2.11	197.19	286.71	725.59	5.09	6	0.78	1.58	3.81
4	0.63	0.63	2.75	129.58	214.81	940.40	5.80	6	0.66	2.25	4.96

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 8.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	213.14	183.34	183.34	3.76	10	0.18	0.18	1.33
2	0.74	0.74	1.48	180.02	218.99	402.33	5.32	10	0.30	0.47	2.67
3	0.74	0.74	2.22	225.78	336.38	738.71	6.52	10	0.56	1.03	4.00
4	0.74	0.74	2.96	254.02	437.00	1175.71	7.52	10	0.84	1.87	5.34

CIRCUITO 8.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.74	0.74	0.74	261.73	225.13	225.13	3.25	6	0.36	0.36	1.33
2	0.74	0.74	1.48	180.89	220.05	445.18	4.60	6	0.50	0.86	2.67
3	0.63	0.63	2.11	189.11	274.96	720.14	5.49	6	0.74	1.60	3.81
4	0.74	0.74	2.85	175.05	295.72	1015.86	6.38	6	0.93	2.53	5.15

CIRCUITO 8.1.3	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.53	0.53	0.53	174.29	126.71	126.71	1.63	6	0.17	0.17	0.95
2	0.53	0.53	1.06	112.58	115.74	242.45	2.30	6	0.22	0.39	1.91
3	0.42	0.42	1.48	180.28	219.31	461.75	2.73	6	0.50	0.89	2.67
4	0.42	0.42	1.90	102.00	140.69	602.45	3.09	6	0.36	1.25	3.43

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9

MÉTODO DE SANTARELLI- CÁLCULO DE SECCIÓN DE CABLES

CONDUCTOR COBRE		SISTEMA B2			MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	3	%	FACTOR DE POTENCIA:	0.80
Conductividad:	56	T. Compuesta:	0.4	kV	MÁX. CAÍDA DE TENSIÓN:	12	V	FACTOR DE DESCARGA:	1.00

CIRCUITO 9.1.1	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.53	0.53	0.53	106.52	77.44	77.44	1.62	6	0.10	0.10	0.95
2	0.53	0.53	1.06	160.03	164.53	241.97	2.29	6	0.31	0.42	1.91
3	0.42	0.42	1.48	176.73	214.99	456.95	2.71	6	0.49	0.91	2.67
4	0.42	0.42	1.90	102.43	141.29	598.24	3.07	6	0.36	1.27	3.43

CIRCUITO 9.1.2	POTENCIA (Kw)			LONGITUD (m)	LONGITUD X RAIZ (POT.)		SECCION (mm²)		CAIDA DE TENSION (%)		INTENS.(A)
TRAMO Nº	NOMINAL	CALCULO	ACUMULADA	TRAMO	TRAMO	ACUMULADA	Calculo	Elegida	Tramo	Acumulada	Acumulada
1	0.63	0.63	0.63	95.74	76.24	76.24	2.19	6	0.11	0.11	1.14
2	0.63	0.63	1.27	107.49	121.06	197.30	3.10	6	0.25	0.37	2.29
3	0.63	0.63	1.90	248.81	343.20	540.50	3.79	6	0.88	1.25	3.43
4	0.63	0.63	2.54	124.77	198.73	739.22	4.38	6	0.59	1.84	4.58

Como vemos en todos los casos, nos cumple con el cable de sección mínima, de 6mm², excepto en tres tramos, donde hemos tenido que usar el cable de 10mm², y las caídas de tensión en ningún caso superan el 3% máximo permitido.

Ventajas que se aprecian en esta instalación son que al ser posible con la mínima sección del cable (en todas excepto en tres tramos) se ahorrará en los costes y además nos deja margen para el caso en el que se quiera ampliar cada circuito sin problemas de saturar el conductor de cobre.

REFERENCIAS

- [1] Real Decreto 1980/2008. Reglamento de la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- [2] Guía técnica de aplicación en instalaciones de alumbrado exterior. ITC-BT- 09. Ministerio de Industria y Comercio.
- [3] Guía técnica de aplicación en instalaciones de alumbrado exterior. ITC-BT- 07. Ministerio de Industria y Comercio.
- [4] Google maps. <https://www.google.es/maps>
- [5] Los Molares. <http://es.wikipedia.org>
- [6] Resultados del Mercado. <http://www.omie.es>
- [7] Vapor de Sodio. <http://es.wikipedia.org>
- [8] Alumbrado público. <http://es.wikipedia.org>
- [9] Lámparas Vapor Sodio. <http://www.osram.es>
- [10] Lámparas de Vapor de Sodio. <http://www.electricidadlynch.com.ar>
- [11] Lámparas Vapor Mercurio. <http://www.ecured.cu>
- [12] LED. <http://lediagroup.com>
- [13] Dossier LED ETAP. <http://etaplighting.com> Quinta edición. Octubre 2014.
- [14] Funcionamiento LED. <http://youtube.com>
- [15] Iluminación. <https://www.facebook.com/artelum>
- [16] Elección cable. <http://es.prysmiangroup.com.es>
- [17] Cálculo eficiencia energética. <http://mayja.es>
- [18] Catálogo Philips. <http://philipslighting.com>
- [19] Cálculo de instalación de alumbrado. <http://recursos.citcea.upc.edu>
- [20] Protecciones y componentes Cuadro Eléctrico. <http://www.schneiderelectric.com/es/es>
- [21] Tipo de cable y zanja. <http://www.generalcable.es>
- [22] Pliego de condiciones y Estudio básico de seguridad y salud.
- [23] Norma UNE-20003:1954. Cobre-tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas. Noviembre de 2000.
- [24] Norma UNE-21022-2/1M: 1991. Conductores de cable aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares. Febrero de 1991.
- [25] Norma UNE 21029-2:1978. Cables de energía para distribución con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo, para tensiones hasta 1000 V. Cable concéntrico para acometida. Octubre de 1978.
- [26] Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas L.C.A.P. R.D. 2/2000 y R.G.L.C.A.P., R.D. 1098/2001.
- [27] Plan de Seguridad según el Real Decreto 1627/1997. Ministerio de Industria y Comercio
- [28] Justiniano Aporta Alfonso. <http://www.revistaled.com/index.php/2017/01/planes-directores-de-iluminacion-urbana-i/>

ANEJOS

ANEJO I: DIMENSIONAMIENTO LUMINOTÉCNICO

ANEJO II: TABLA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEJO I – DIMENSIONAMIENTO LUMINOTÉCNICO

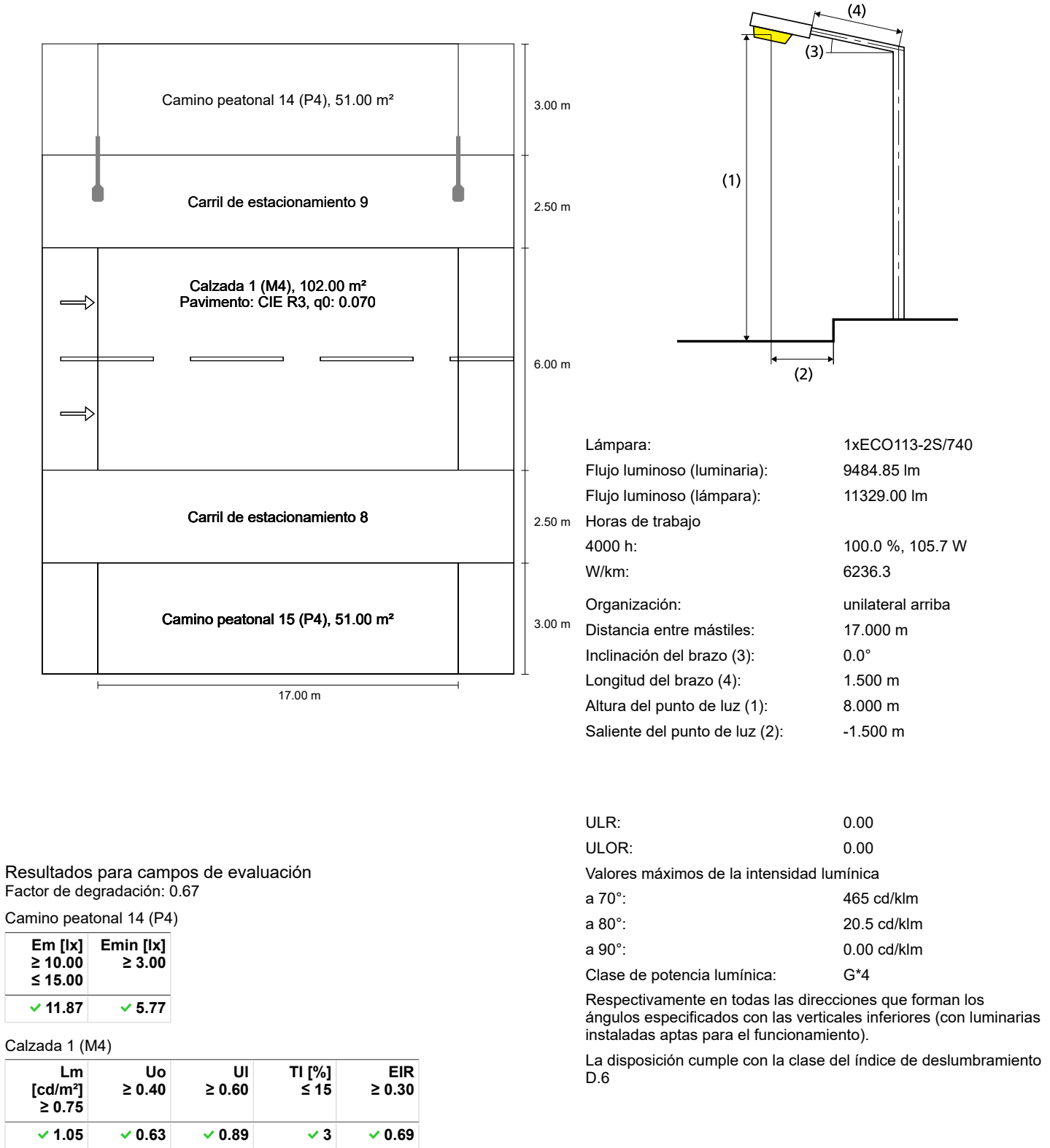
A)SECCIÓN TIPO CON LUMINARIA LED

B)SECCIÓN TIPO COMPARATIVA

A)SECCIÓN TIPO CON LUMINARIA LED

SECCIÓN 1 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A



Camino peatonal 15 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 10.00	✓ 7.71

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp) 0.031 W/lxm²

Densidad de consumo de energía

Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año) 2.1 kWh/m² año

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.05	✓ 0.63	✓ 0.89	✓ 3	✓ 0.69

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 7.000, 1.500)	1.12	0.63	0.93	2
Observador 2	(-60.000, 10.000, 1.500)	1.05	0.65	0.89	3

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

11.000	32.2	29.6	25.5	22.0	20.0	20.0	22.0	25.5	29.6	32.2
10.000	31.4	29.2	25.6	22.5	20.6	20.6	22.5	25.6	29.2	31.4
9.000	28.9	27.2	24.4	22.1	20.4	20.4	22.1	24.4	27.2	28.9
8.000	25.8	24.6	22.6	21.1	19.5	19.5	21.1	22.6	24.6	25.8
7.000	22.4	21.7	20.4	19.5	18.2	18.2	19.5	20.4	21.7	22.4
6.000	19.1	18.9	18.3	17.6	16.6	16.6	17.6	18.3	18.9	19.1
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.9	16.6	32.2	0.725	0.515

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

11.000	1.63	1.62	1.58	1.50	1.46	1.47	1.49	1.52	1.54	1.56
10.000	1.48	1.47	1.42	1.35	1.29	1.31	1.38	1.40	1.42	1.43
9.000	1.24	1.25	1.21	1.18	1.13	1.16	1.21	1.19	1.19	1.22
8.000	1.05	1.05	1.02	1.02	0.98	0.99	1.00	1.00	1.02	1.03
7.000	0.88	0.89	0.86	0.87	0.85	0.84	0.83	0.84	0.86	0.87
6.000	0.74	0.75	0.74	0.75	0.72	0.71	0.72	0.70	0.71	0.73
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.12	0.70	1.63	0.626	0.432

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

11.000	2.43	2.42	2.36	2.24	2.18	2.19	2.23	2.27	2.30	2.33
10.000	2.20	2.19	2.12	2.02	1.92	1.96	2.06	2.10	2.11	2.13
9.000	1.85	1.87	1.81	1.77	1.69	1.73	1.80	1.77	1.78	1.82
8.000	1.57	1.57	1.52	1.52	1.46	1.48	1.49	1.49	1.52	1.54
7.000	1.32	1.32	1.28	1.29	1.26	1.25	1.23	1.25	1.28	1.30
6.000	1.11	1.11	1.10	1.12	1.08	1.06	1.07	1.05	1.06	1.09
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.67	1.05	2.43	0.626	0.432

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

11.000	1.51	1.50	1.46	1.39	1.36	1.35	1.41	1.43	1.45	1.47
10.000	1.33	1.34	1.30	1.24	1.19	1.22	1.29	1.31	1.31	1.31
9.000	1.15	1.16	1.12	1.09	1.05	1.08	1.12	1.11	1.13	1.15
8.000	0.99	0.99	0.96	0.95	0.92	0.94	0.94	0.95	0.97	0.99
7.000	0.85	0.85	0.82	0.82	0.80	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84
6.000	0.72	0.72	0.72	0.72	0.69	0.68	0.70	0.68	0.69	0.71
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.05	0.68	1.51	0.649	0.452

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

11.000	2.26	2.24	2.18	2.08	2.02	2.02	2.10	2.14	2.17	2.20
10.000	1.98	2.00	1.94	1.84	1.78	1.82	1.93	1.95	1.96	1.96
9.000	1.71	1.73	1.67	1.63	1.56	1.61	1.67	1.65	1.69	1.72
8.000	1.48	1.47	1.43	1.42	1.38	1.40	1.40	1.42	1.45	1.48
7.000	1.27	1.27	1.23	1.22	1.20	1.18	1.19	1.20	1.24	1.26
6.000	1.08	1.08	1.07	1.08	1.03	1.02	1.04	1.02	1.04	1.06
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 6 Puntos

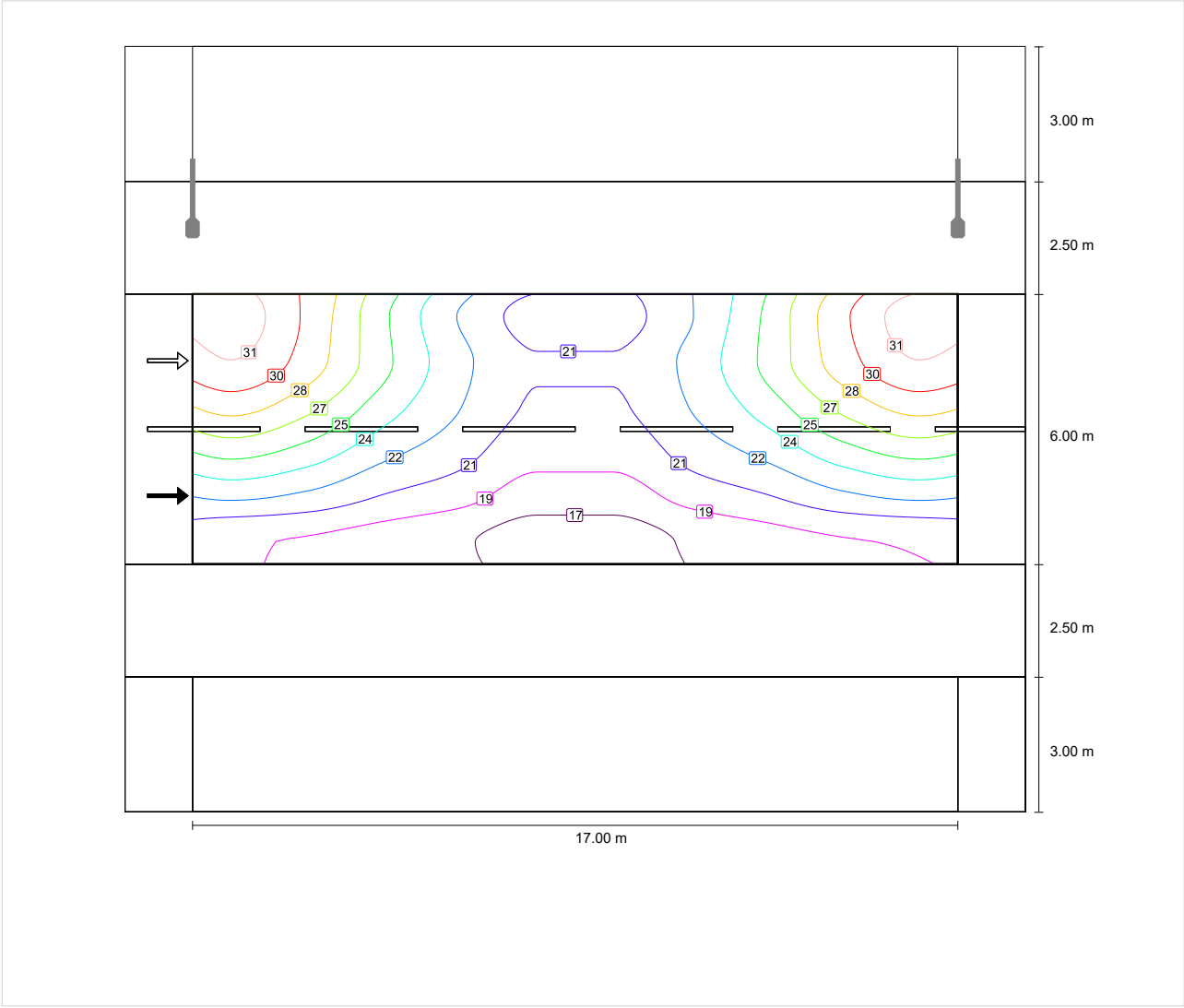
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.57	1.02	2.26	0.649	0.452

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.05	✓ 0.63	✓ 0.89	✓ 3	✓ 0.69

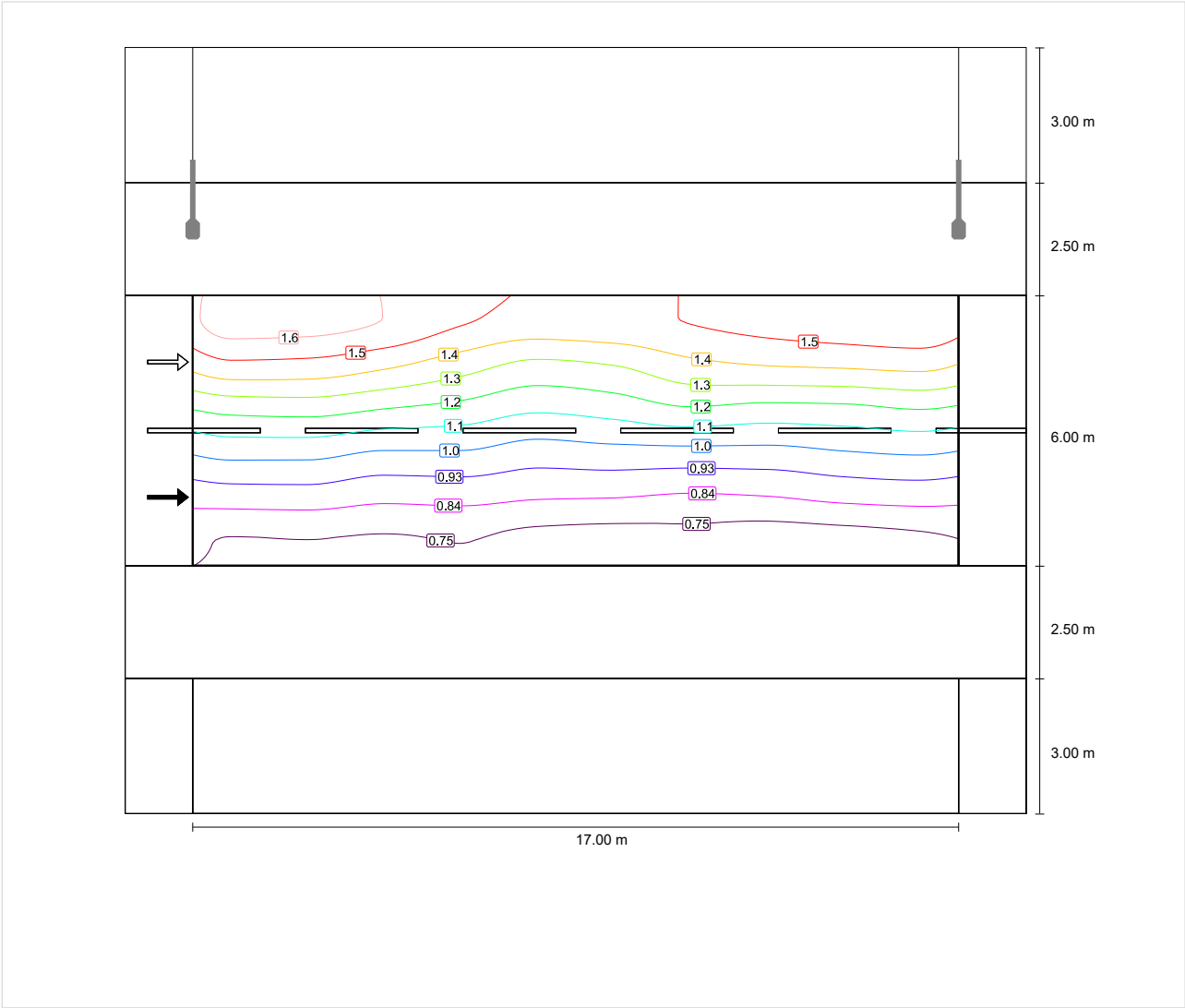
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 100

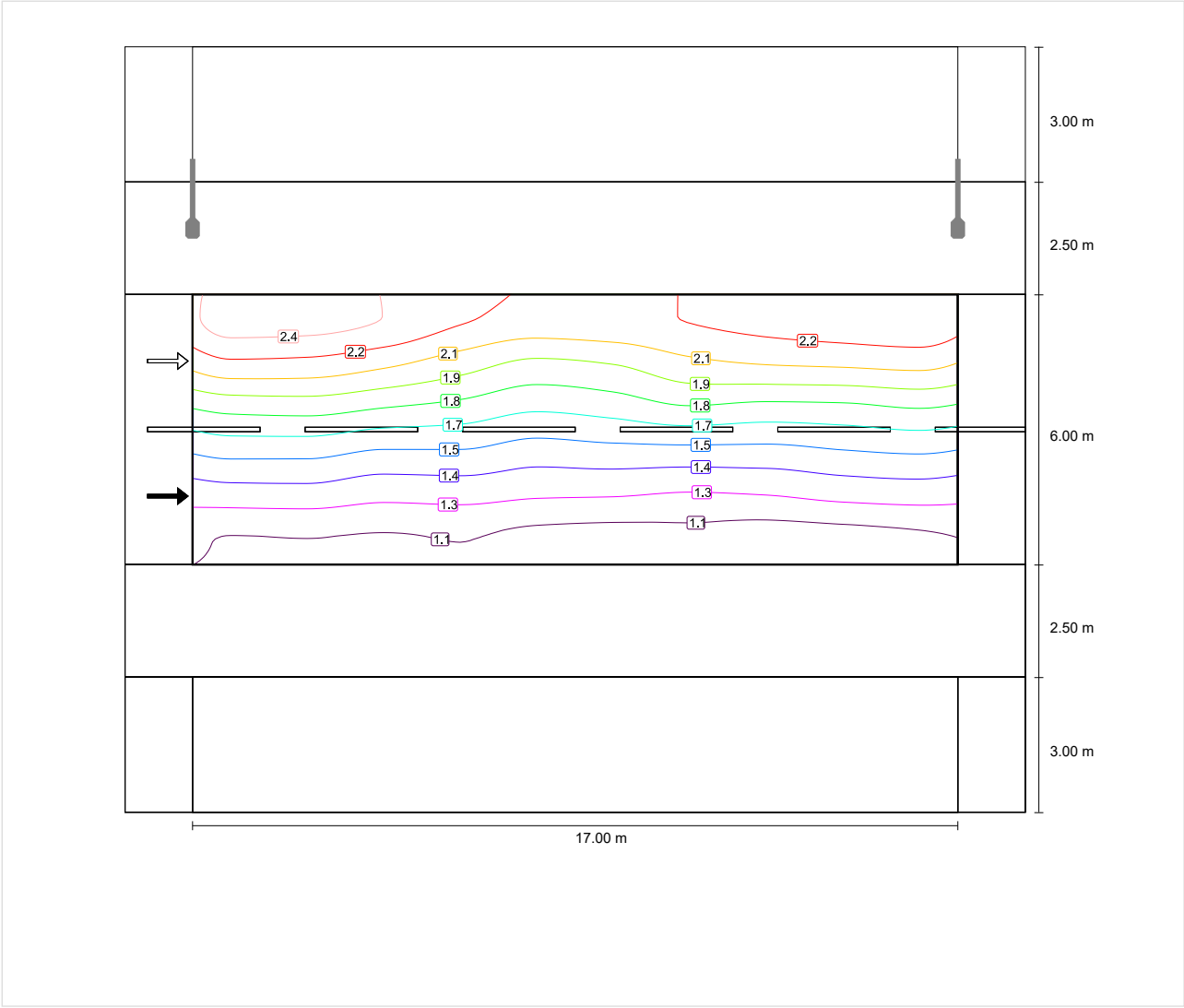
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 100

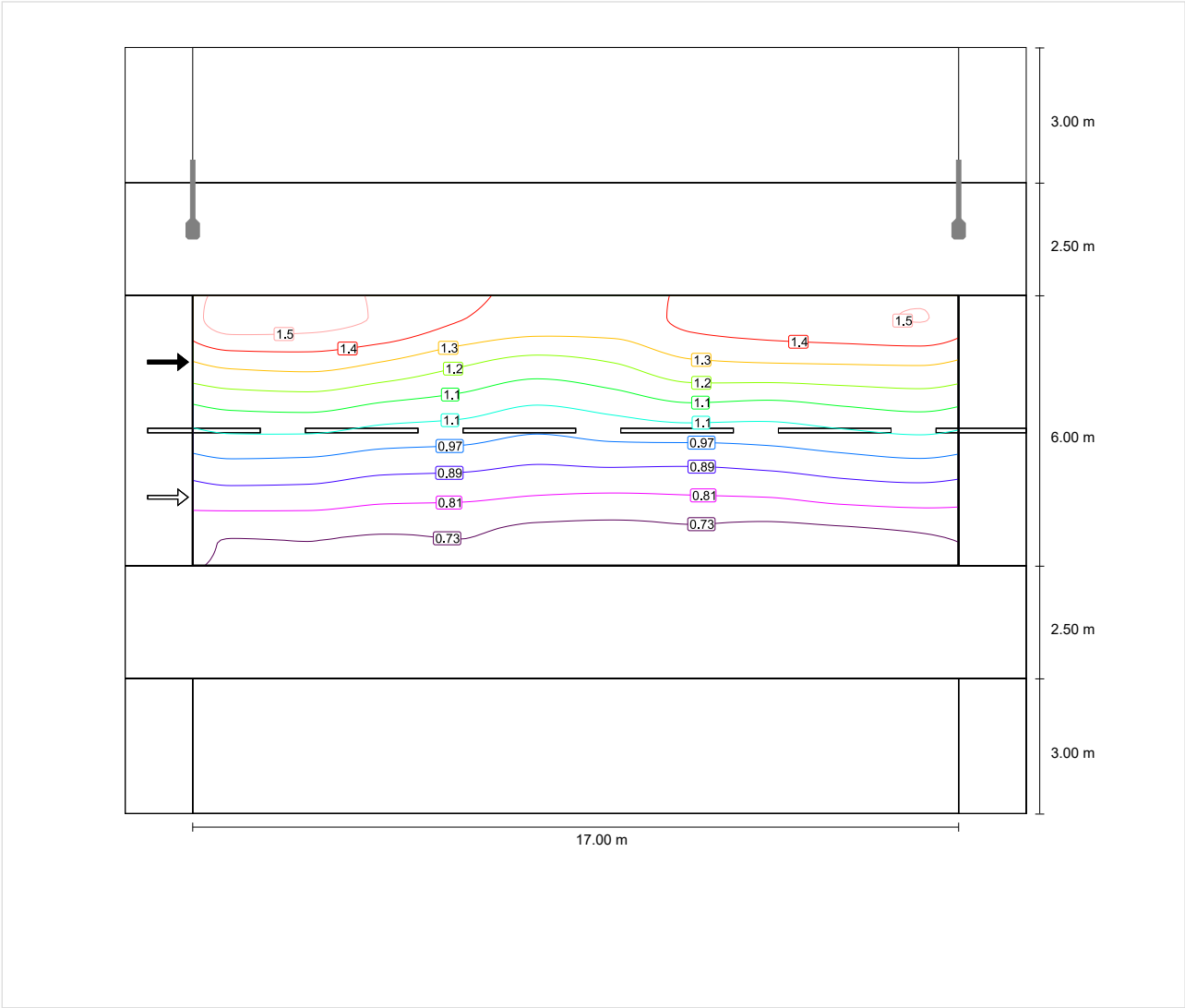
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 100

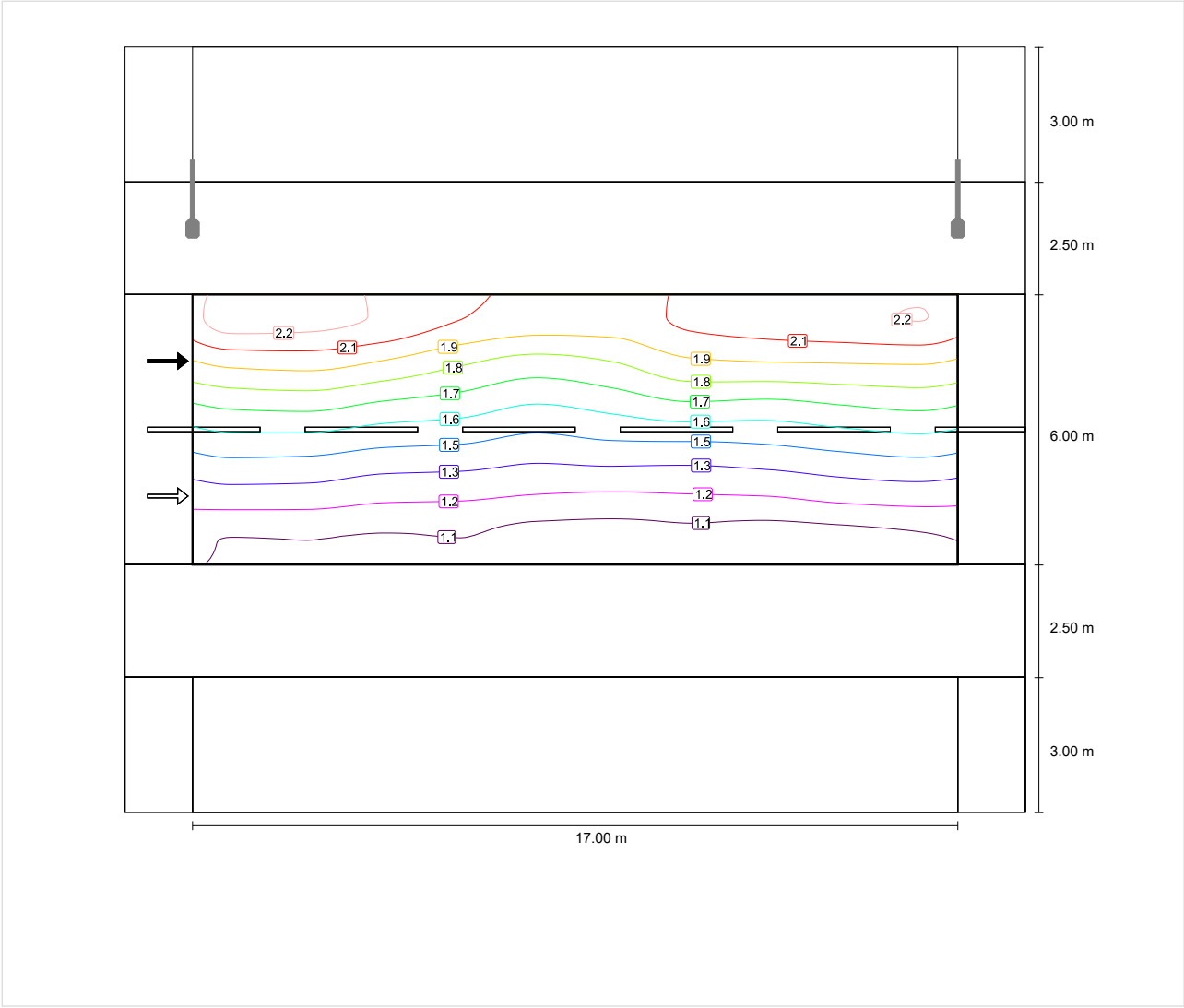
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 100

Luminancia de lámpara nueva



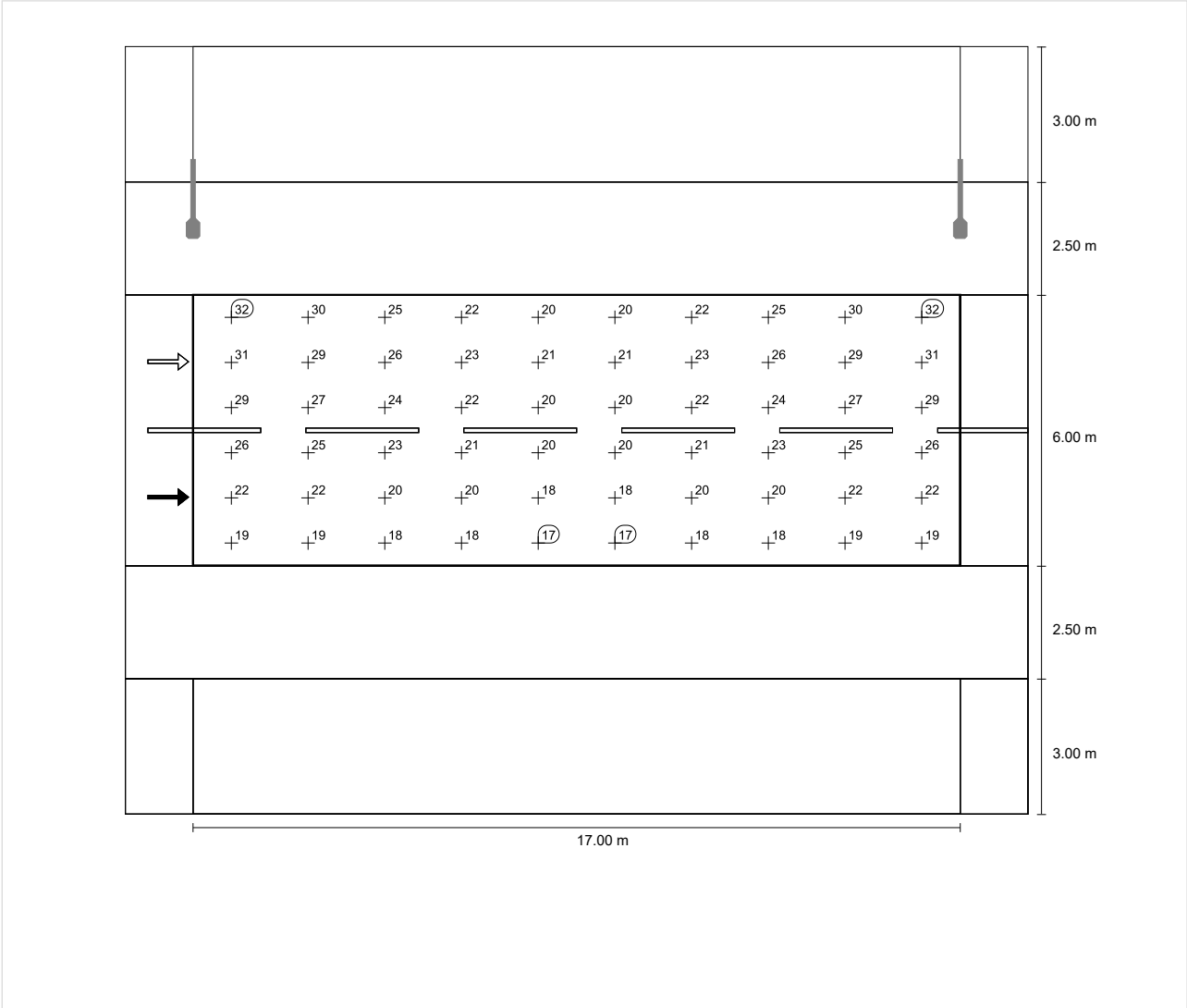
Escala: 1 : 100

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.05	✓ 0.63	✓ 0.89	✓ 3	✓ 0.69

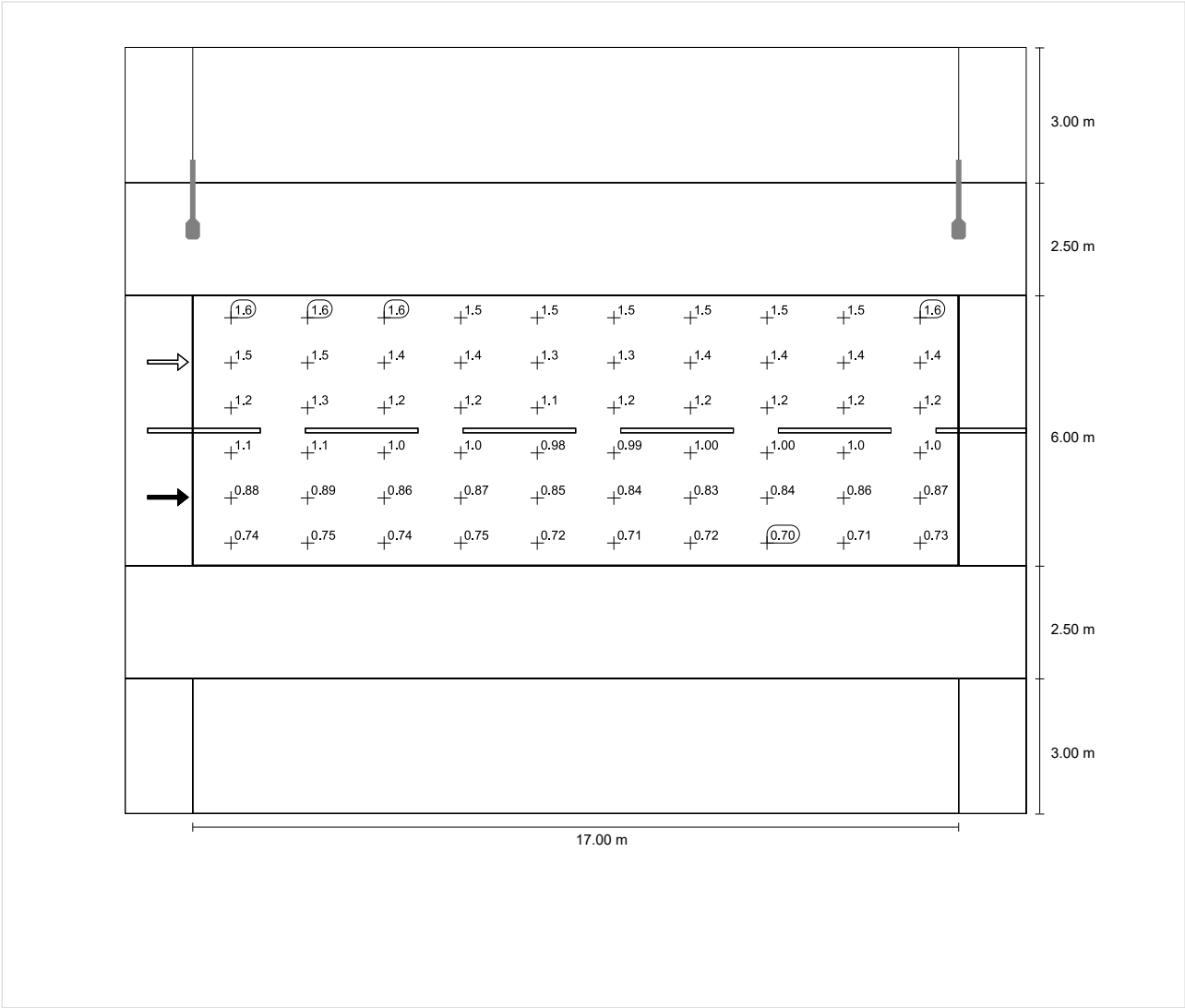
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 100

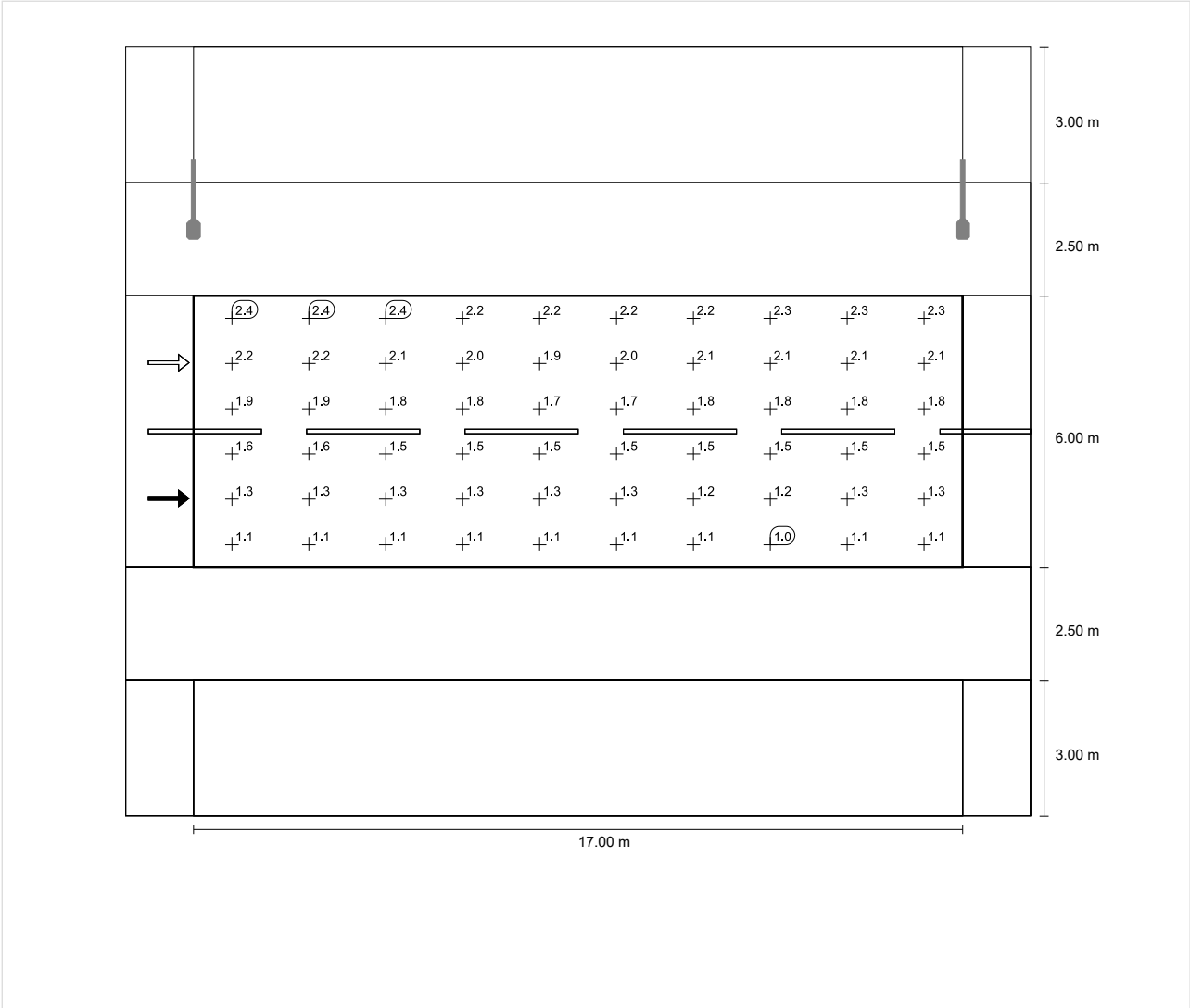
Observador 1

Luminancia en calzada seca



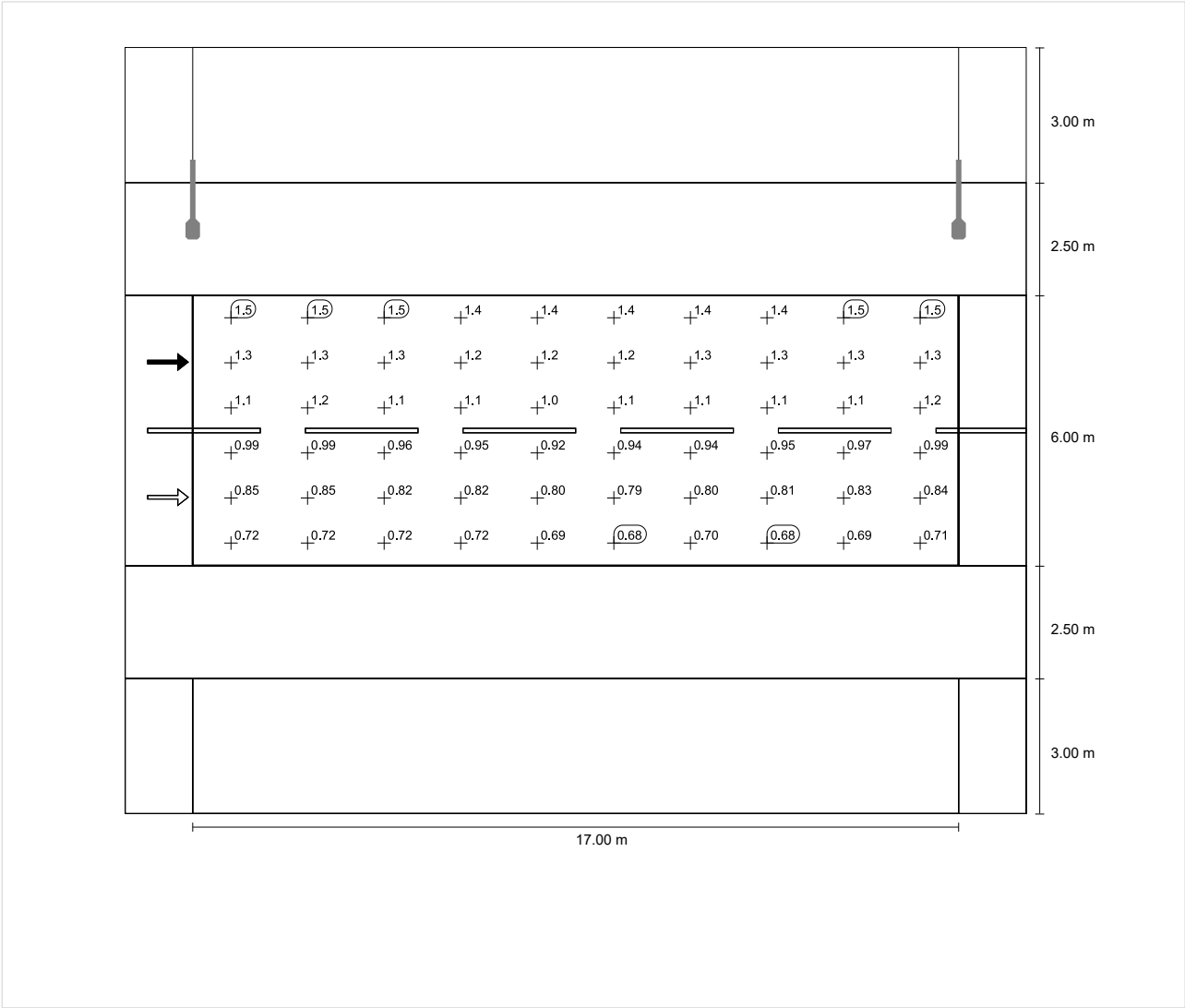
Escala: 1 : 100

Luminancia de lámpara nueva



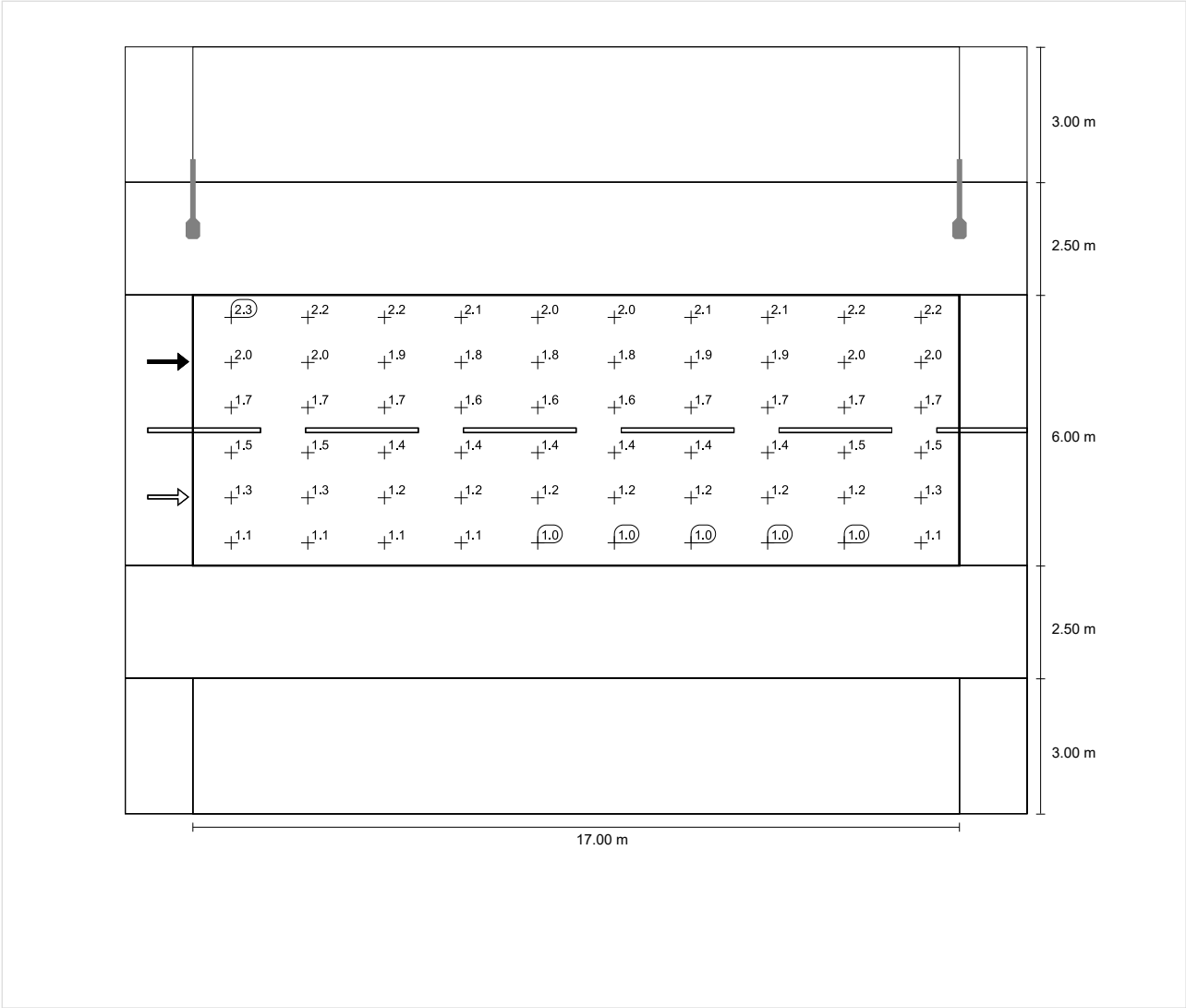
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 100

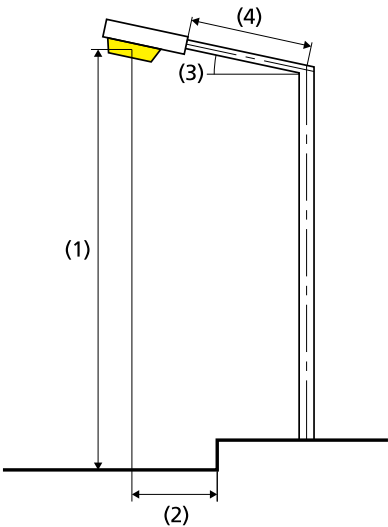
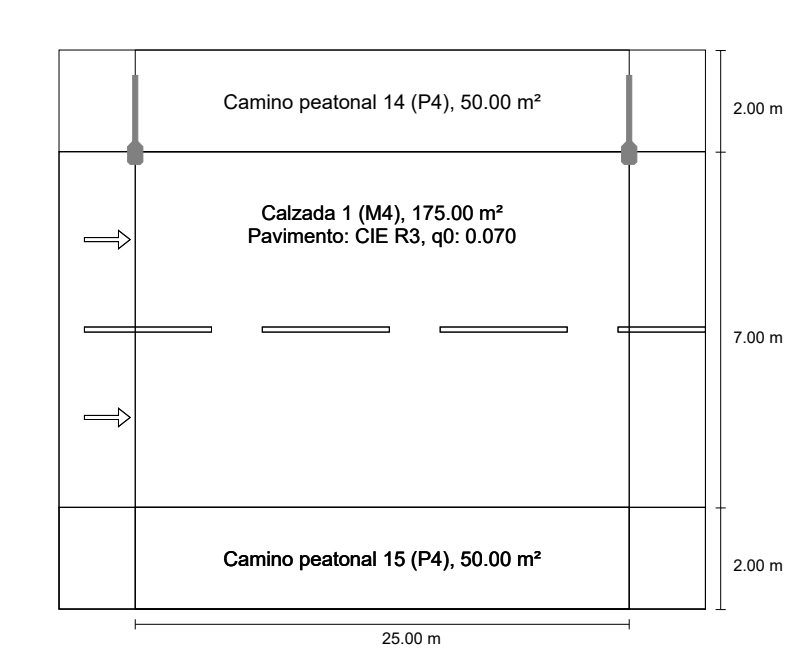
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 100

SECCIÓN 2 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 14 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 11.77	✓ 4.41

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.77	✓ 0.62	✓ 0.77	✓ 4	* 0.59

Camino peatonal 15 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 5.00
✓ 10.86	✓ 7.62

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.027 W/lx·m²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año)	1.5 kWh/m² año

Lámpara:	1xECO113-2S/740
Flujo luminoso (luminaria):	9484.85 lm
Flujo luminoso (lámpara):	11329.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 105.7 W
W/km:	4228.0
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.500 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	465 cd/klm
a 80°:	20.5 cd/klm
a 90°:	0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.77	✓ 0.62	✓ 0.77	✓ 4	* 0.59

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.81	0.62	0.81	3
Observador 2	(-60.000, 7.250, 1.500)	0.77	0.62	0.77	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

8.417	24.7	19.5	13.8	9.77	7.78	7.78	9.77	13.8	19.5	24.7
7.250	28.6	22.7	15.8	11.0	8.89	8.89	11.0	15.8	22.7	28.6
6.083	27.9	22.8	16.6	11.5	9.37	9.37	11.5	16.6	22.8	27.9
4.917	25.0	21.1	16.2	11.5	9.42	9.42	11.5	16.2	21.1	25.0
3.750	21.5	18.6	15.1	11.1	9.20	9.20	11.1	15.1	18.6	21.5
2.583	17.7	16.0	13.4	10.3	8.79	8.79	10.3	13.4	16.0	17.7
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.9	7.78	28.6	0.490	0.272

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

8.417	0.83	0.77	0.75	0.83	0.94	1.03	1.07	1.03	0.97	0.91
7.250	1.01	0.96	0.91	0.96	1.04	1.10	1.11	1.12	1.10	1.05
6.083	0.94	0.90	0.85	0.85	0.90	0.94	0.95	1.05	1.03	0.97
4.917	0.81	0.76	0.71	0.70	0.72	0.77	0.80	0.89	0.86	0.85
3.750	0.69	0.65	0.60	0.59	0.58	0.63	0.66	0.70	0.72	0.71
2.583	0.57	0.54	0.52	0.51	0.50	0.52	0.54	0.56	0.57	0.57
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.81	0.50	1.12	0.615	0.446

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

8.417	1.23	1.15	1.12	1.24	1.40	1.54	1.59	1.54	1.44	1.35
7.250	1.51	1.44	1.36	1.44	1.56	1.63	1.66	1.67	1.64	1.56
6.083	1.41	1.34	1.26	1.27	1.34	1.40	1.41	1.56	1.54	1.45
4.917	1.22	1.14	1.06	1.04	1.08	1.16	1.19	1.33	1.29	1.27
3.750	1.03	0.97	0.90	0.88	0.87	0.94	0.99	1.04	1.07	1.06
2.583	0.85	0.81	0.78	0.76	0.74	0.77	0.81	0.84	0.85	0.86
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.21	0.74	1.67	0.615	0.446

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

8.417	0.86	0.80	0.77	0.84	0.95	1.03	1.07	1.04	0.98	0.91
7.250	0.95	0.88	0.82	0.86	0.94	1.00	1.03	1.07	1.06	1.01
6.083	0.89	0.81	0.73	0.73	0.79	0.84	0.87	0.99	0.98	0.94
4.917	0.78	0.72	0.65	0.62	0.64	0.71	0.74	0.84	0.83	0.82
3.750	0.67	0.62	0.57	0.54	0.54	0.58	0.62	0.66	0.69	0.69
2.583	0.56	0.52	0.50	0.48	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56	0.56
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.77	0.47	1.07	0.617	0.444

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

8.417	1.28	1.19	1.15	1.25	1.42	1.54	1.60	1.55	1.46	1.37
7.250	1.42	1.32	1.22	1.28	1.40	1.49	1.53	1.59	1.59	1.50
6.083	1.32	1.21	1.08	1.09	1.18	1.26	1.31	1.48	1.47	1.40
4.917	1.16	1.07	0.96	0.93	0.96	1.05	1.11	1.25	1.24	1.22
3.750	1.00	0.93	0.85	0.81	0.81	0.86	0.93	0.98	1.04	1.03
2.583	0.83	0.78	0.75	0.72	0.71	0.73	0.76	0.81	0.83	0.84
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.15	0.71	1.60	0.617	0.444

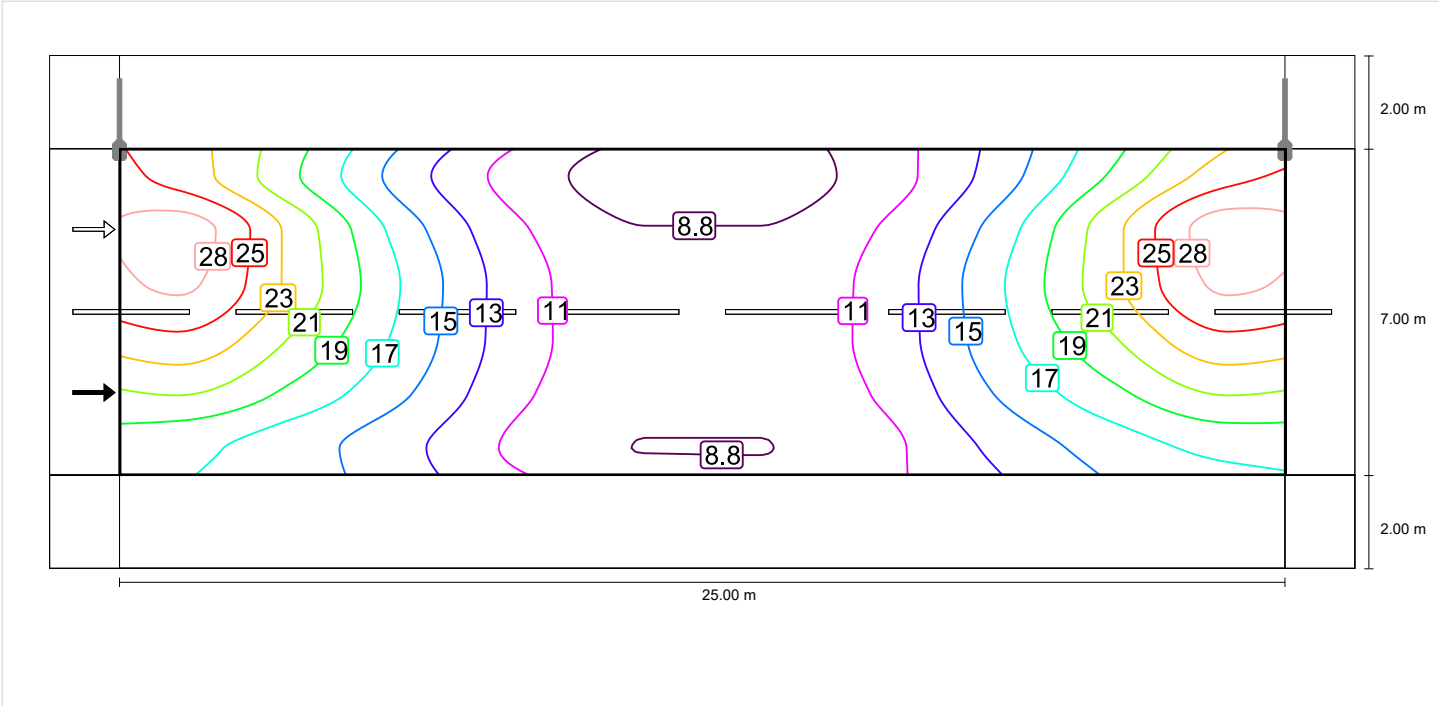
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.77	✓ 0.62	✓ 0.77	✓ 4	* 0.59

* Informativo, no es parte de la evaluación

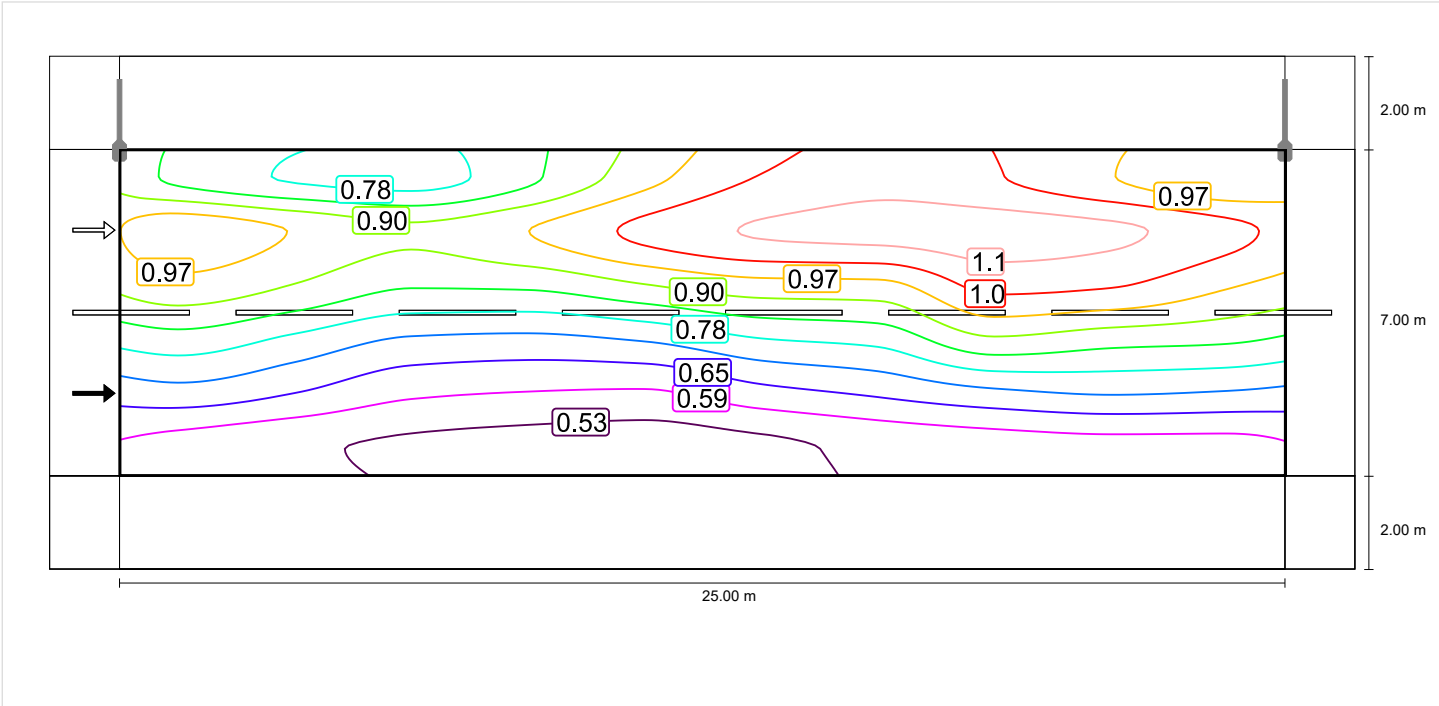
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

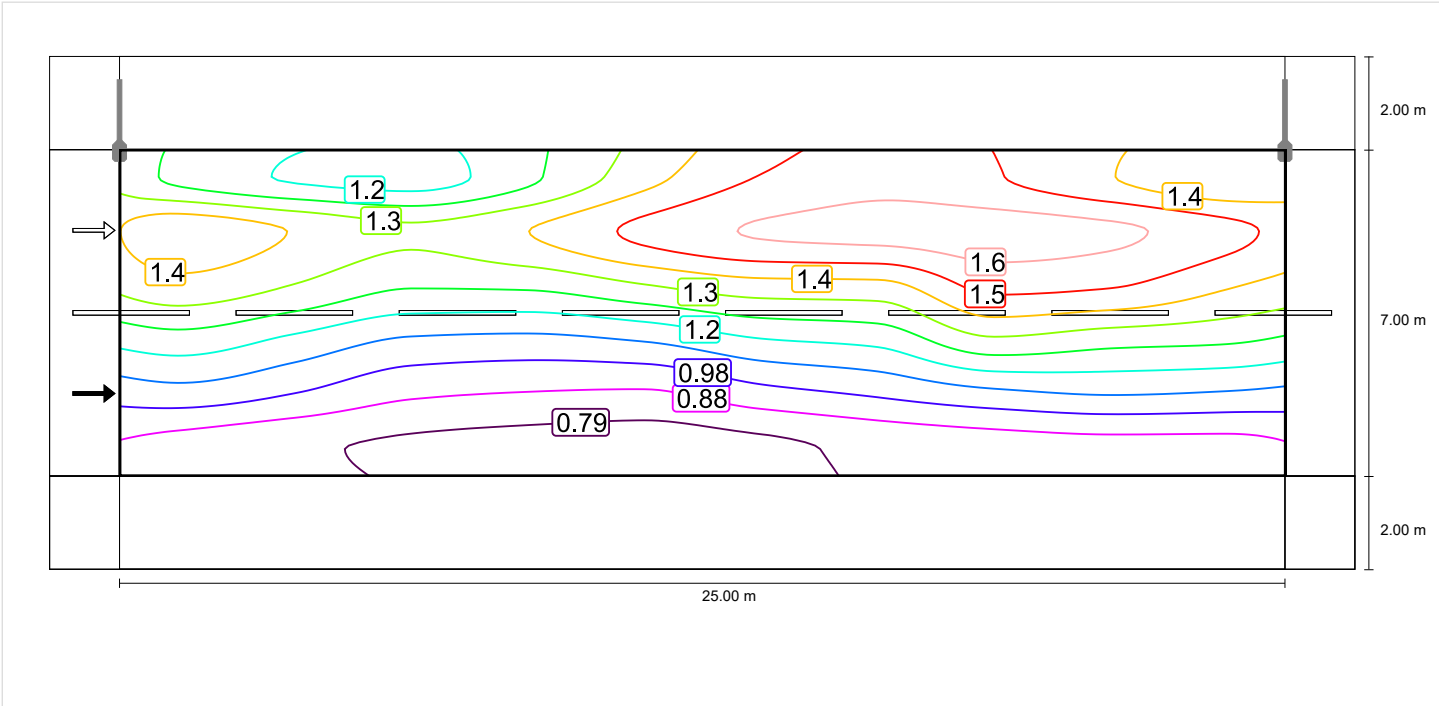
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

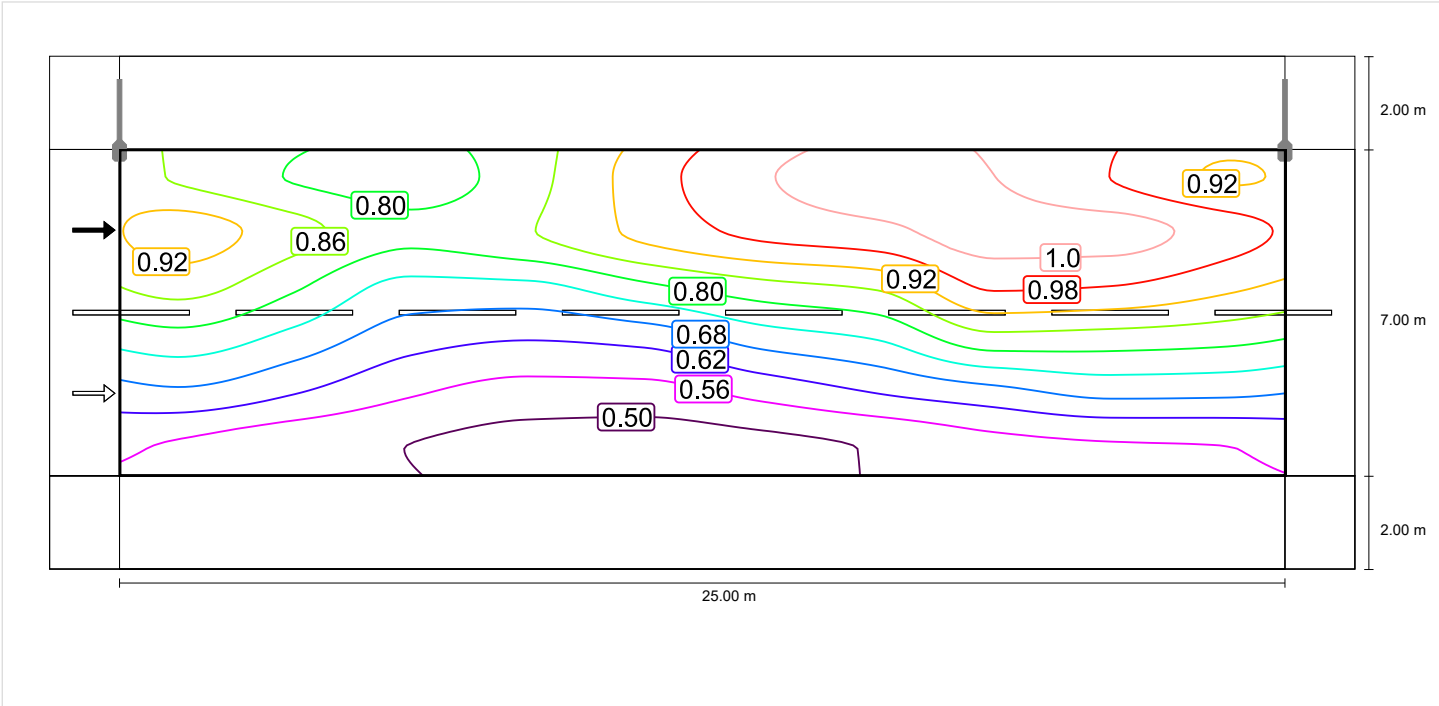
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

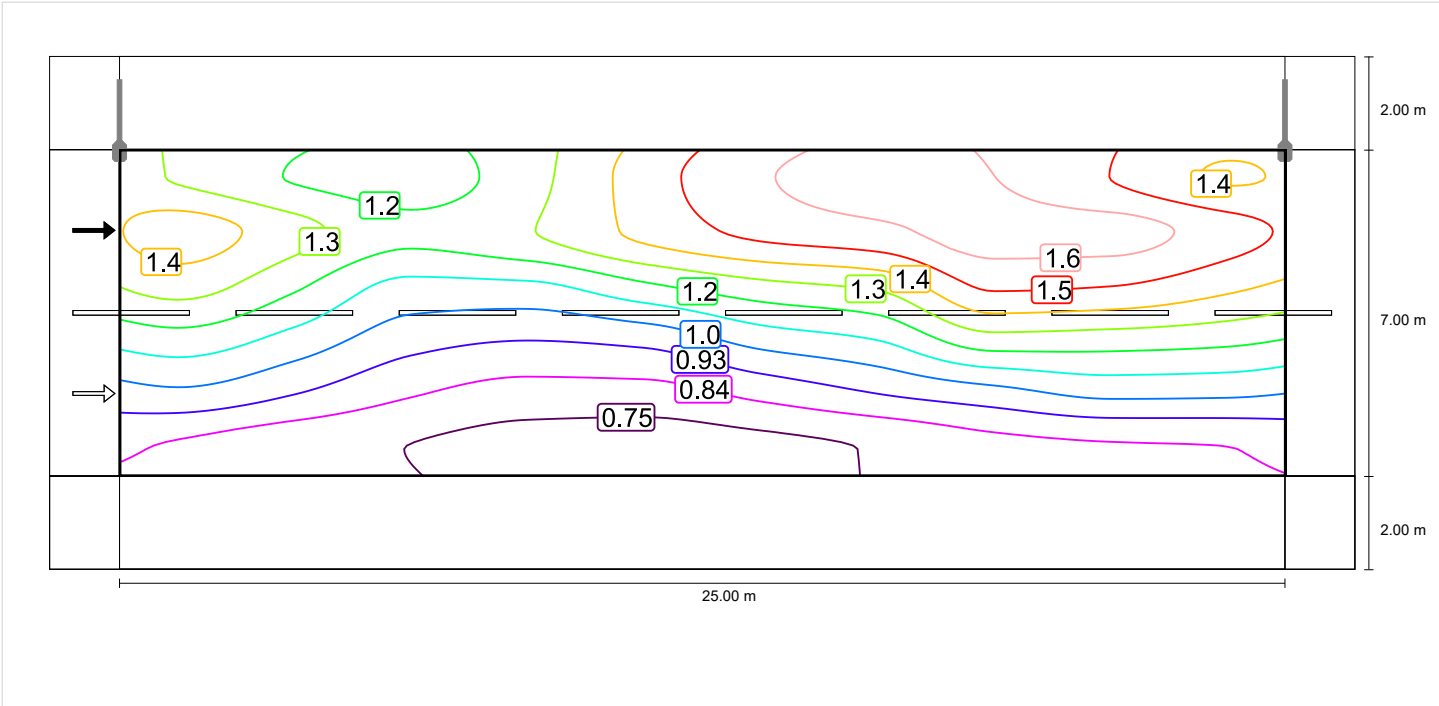
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

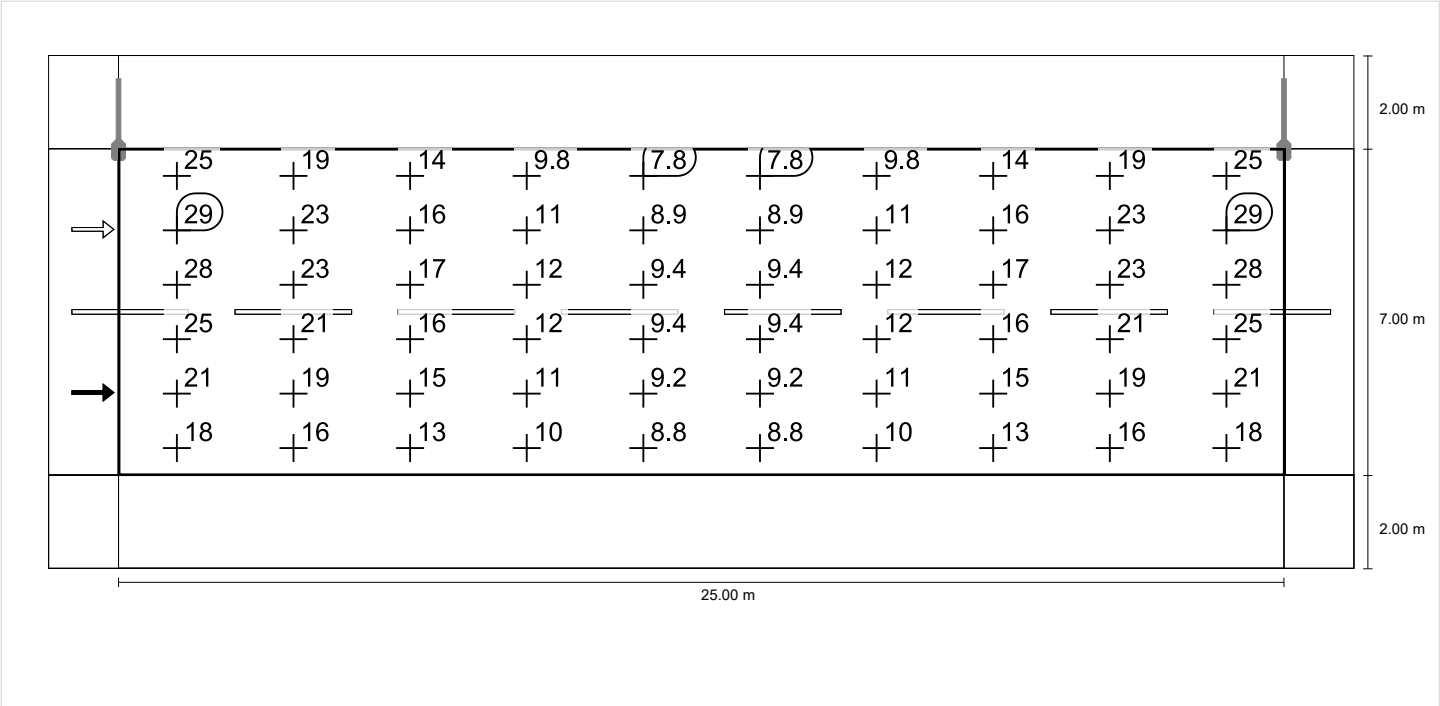
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.77	✓ 0.62	✓ 0.77	✓ 4	* 0.59

* Informativo, no es parte de la evaluación

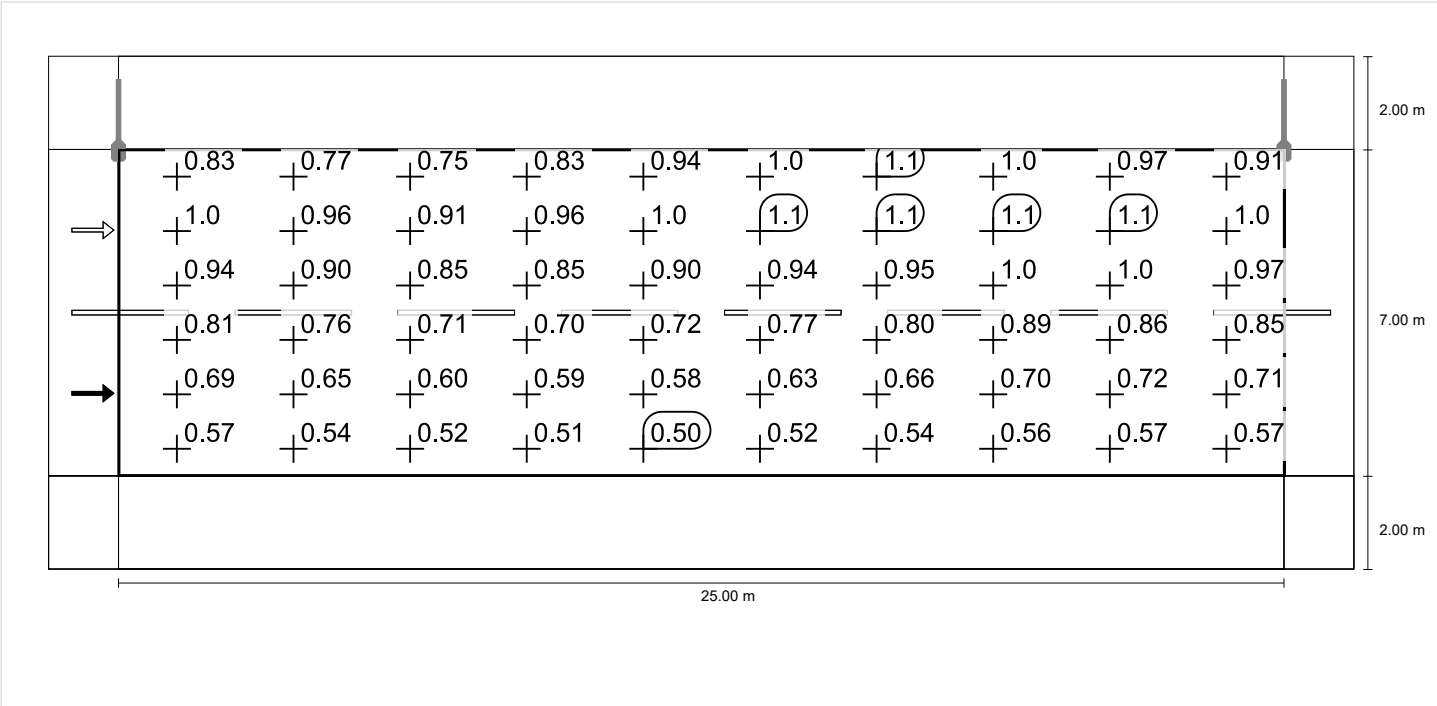
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

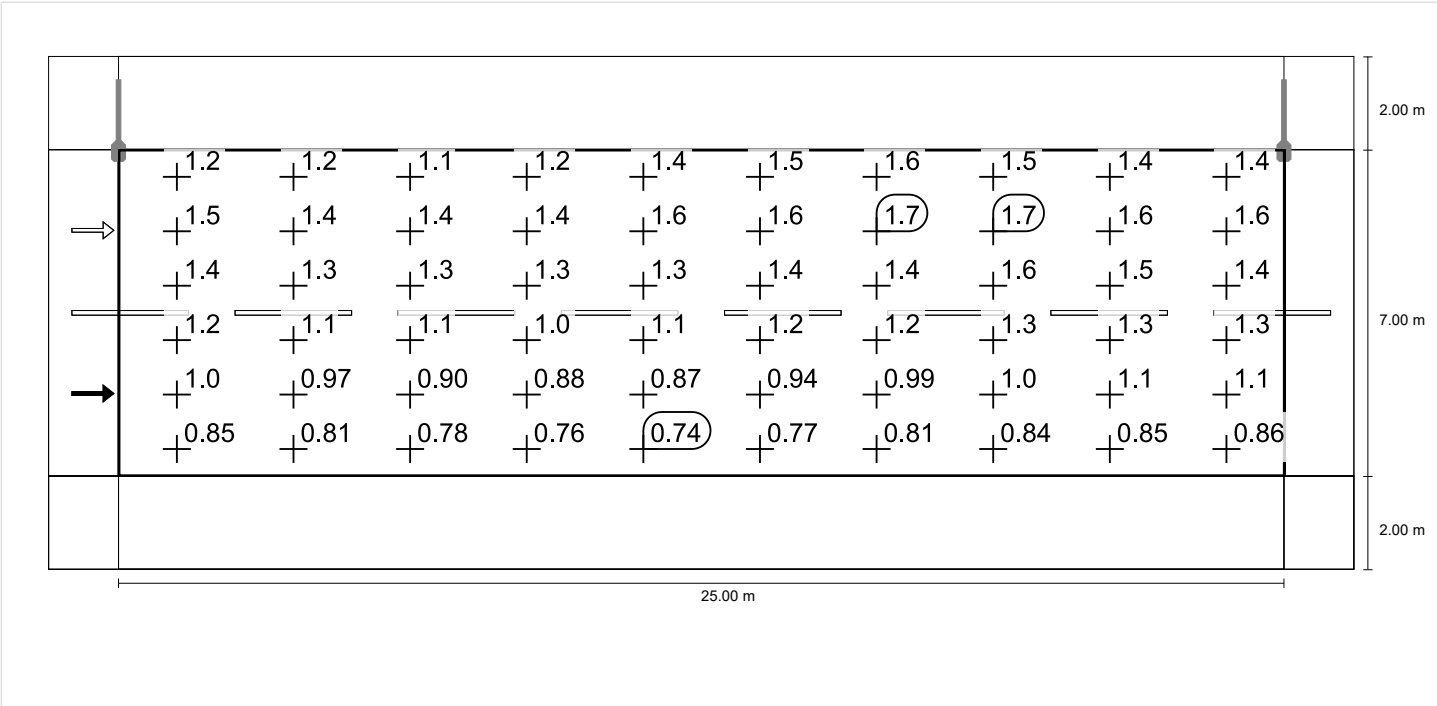
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

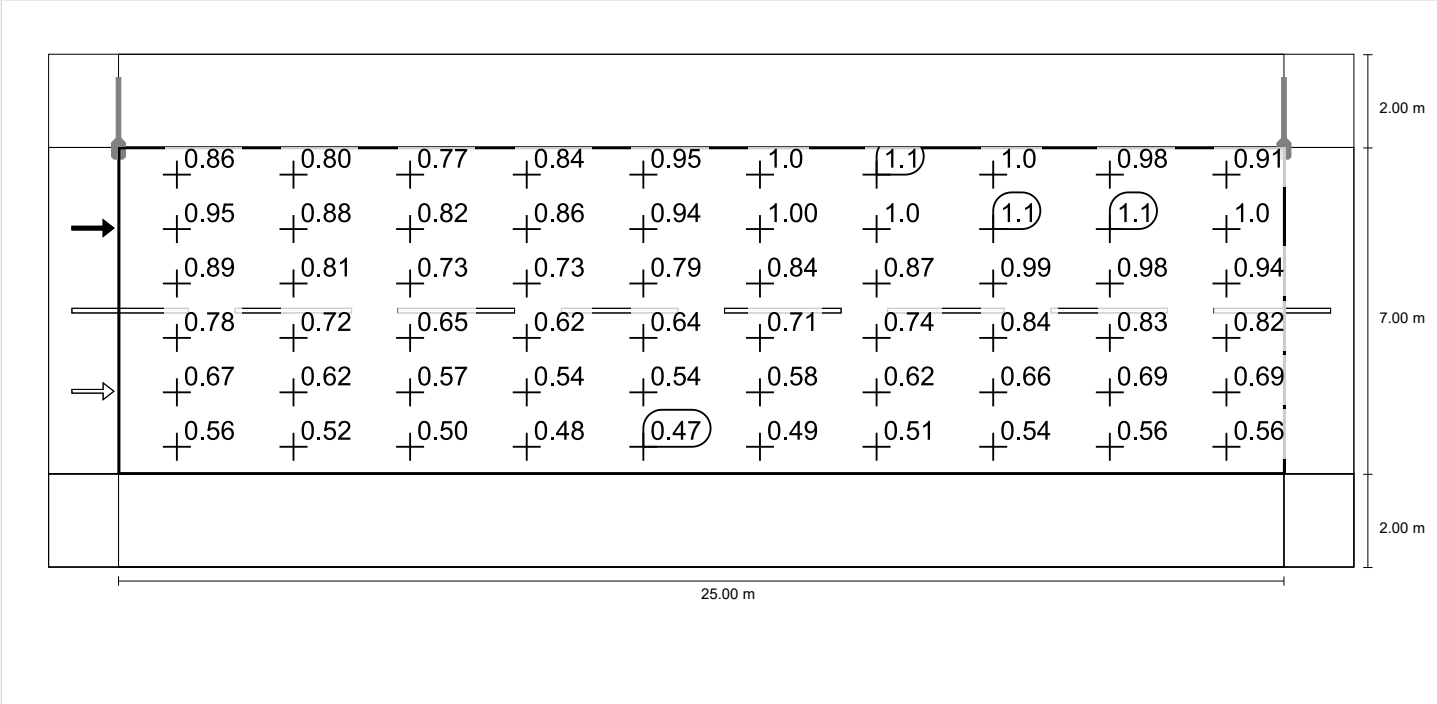
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

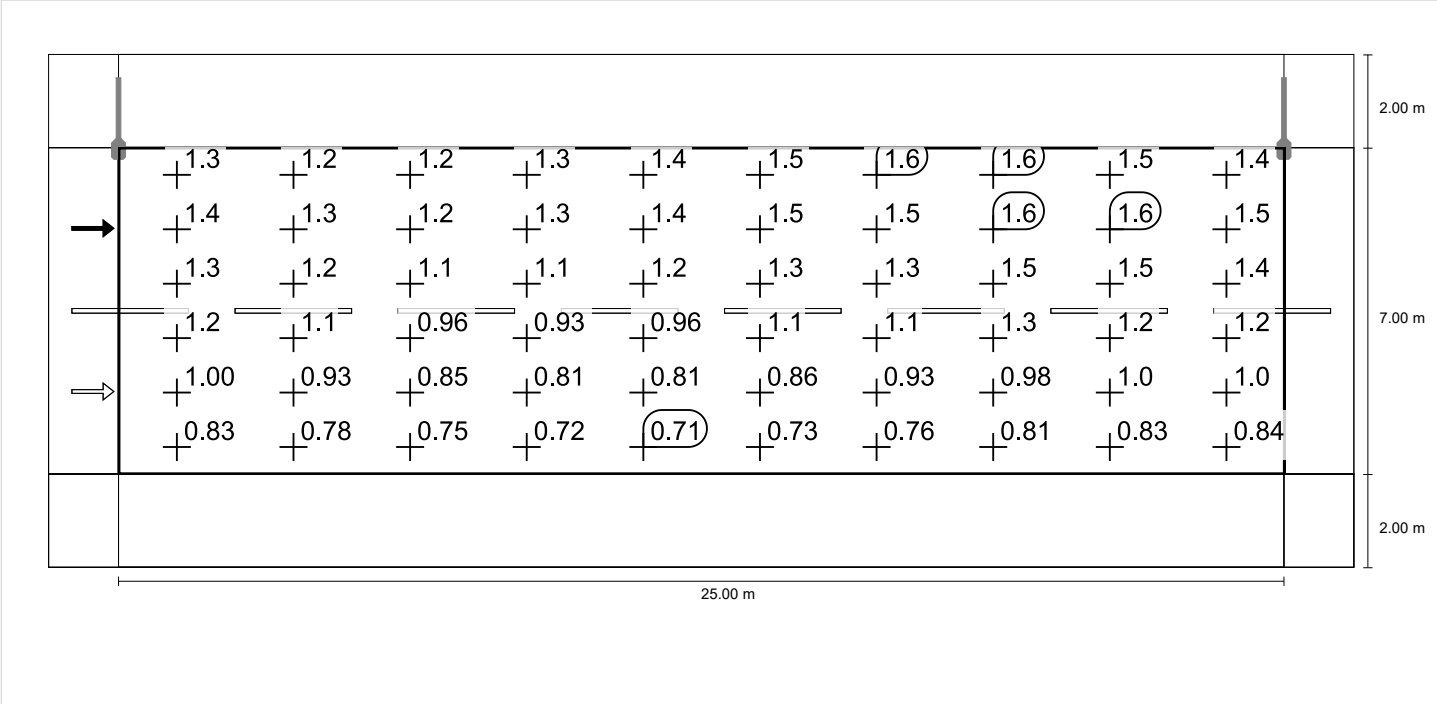
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

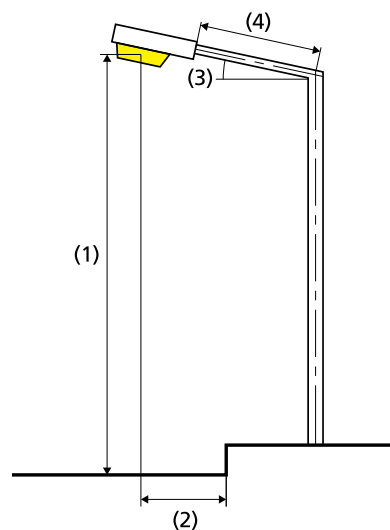
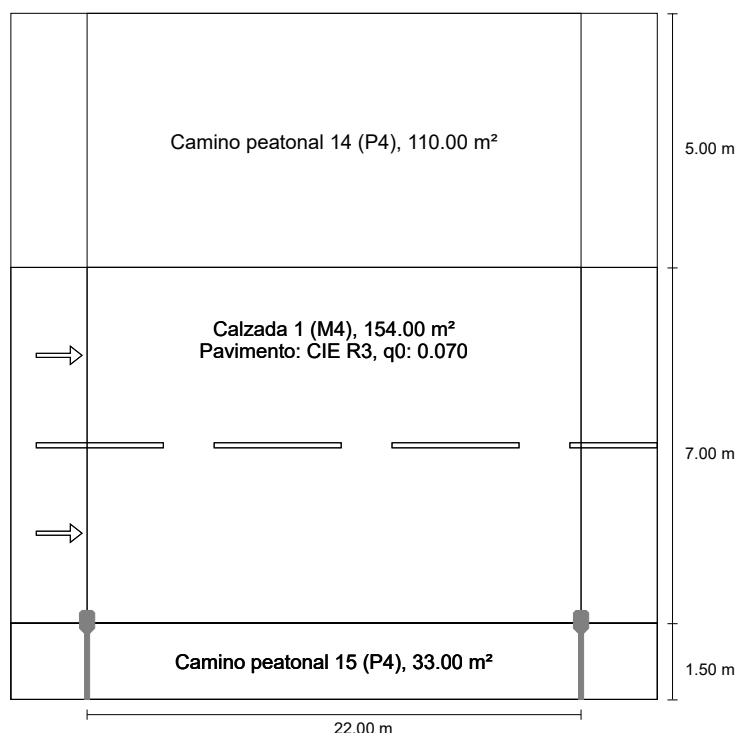
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 3 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A

Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 14 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 10.26	✓ 7.60

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.87	✓ 0.64	✓ 0.90	✓ 4	* 0.59

Camino peatonal 15 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 13.86	✓ 7.50

Lámpara:	1xECO113-2S/740
Flujo luminoso (luminaria):	9484.85 lm
Flujo luminoso (lámpara):	11329.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 105.7 W
W/km:	4756.5
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	22.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.500 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00

Valores máximos de la intensidad lumínica

a 70°:	465 cd/klm
a 80°:	20.5 cd/klm
a 90°:	0.00 cd/klm

Clase de potencia lumínica: G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.024 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año)	1.4 kWh/m² año

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.87	✓ 0.64	✓ 0.90	✓ 4	* 0.59

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 3.250, 1.500)	0.87	0.64	0.90	4
Observador 2	(-60.000, 6.750, 1.500)	0.92	0.64	0.90	3

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.917	18.3	17.2	15.5	12.9	11.4	11.4	12.9	15.5	17.2	18.3
6.750	22.1	20.1	17.2	14.1	12.1	12.1	14.1	17.2	20.1	22.1
5.583	25.8	22.8	18.6	14.9	12.4	12.4	14.9	18.6	22.8	25.8
4.417	28.7	24.7	19.2	15.0	12.4	12.4	15.0	19.2	24.7	28.7
3.250	29.3	24.7	18.5	14.2	12.0	12.0	14.2	18.5	24.7	29.3
2.083	25.3	21.2	15.9	12.7	10.7	10.7	12.7	15.9	21.2	25.3
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
18.0	10.7	29.3	0.593	0.364

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.917	0.61	0.61	0.60	0.57	0.56	0.56	0.57	0.61	0.61	0.60
6.750	0.73	0.72	0.68	0.65	0.65	0.66	0.71	0.72	0.74	0.74
5.583	0.86	0.84	0.79	0.76	0.77	0.79	0.85	0.89	0.89	0.88
4.417	0.99	0.96	0.90	0.90	0.92	0.93	0.99	1.07	1.05	1.01
3.250	1.09	1.08	1.02	1.04	1.08	1.11	1.11	1.14	1.14	1.10
2.083	0.99	0.97	0.98	1.04	1.11	1.15	1.15	1.08	1.05	1.01
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.87	0.56	1.15	0.636	0.484

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.917	0.91	0.91	0.89	0.85	0.84	0.83	0.85	0.91	0.90	0.90
6.750	1.10	1.08	1.02	0.98	0.97	0.99	1.06	1.07	1.11	1.10
5.583	1.28	1.26	1.17	1.14	1.15	1.18	1.27	1.32	1.33	1.31
4.417	1.48	1.44	1.34	1.35	1.38	1.39	1.48	1.59	1.56	1.51
3.250	1.63	1.61	1.53	1.55	1.61	1.65	1.66	1.70	1.69	1.64
2.083	1.47	1.45	1.46	1.55	1.65	1.71	1.71	1.61	1.57	1.50
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.30	0.83	1.71	0.636	0.484

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.917	0.62	0.62	0.62	0.60	0.59	0.59	0.60	0.63	0.62	0.62
6.750	0.76	0.76	0.73	0.69	0.70	0.72	0.75	0.75	0.77	0.76
5.583	0.91	0.91	0.87	0.84	0.85	0.86	0.91	0.95	0.94	0.92
4.417	1.09	1.09	1.03	1.02	1.03	1.02	1.06	1.13	1.11	1.07
3.250	1.18	1.18	1.14	1.15	1.19	1.21	1.21	1.20	1.19	1.16
2.083	0.95	0.95	0.96	1.02	1.10	1.13	1.14	1.06	1.04	0.99
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.92	0.59	1.21	0.641	0.487

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.917	0.93	0.93	0.93	0.89	0.88	0.88	0.90	0.94	0.93	0.92
6.750	1.14	1.14	1.09	1.04	1.05	1.07	1.13	1.12	1.16	1.14
5.583	1.35	1.36	1.30	1.26	1.27	1.28	1.36	1.42	1.40	1.37
4.417	1.63	1.63	1.53	1.52	1.54	1.52	1.58	1.69	1.65	1.60
3.250	1.76	1.76	1.69	1.72	1.77	1.80	1.81	1.78	1.77	1.74
2.083	1.42	1.41	1.43	1.53	1.64	1.69	1.71	1.59	1.55	1.48
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.38	0.88	1.81	0.641	0.487

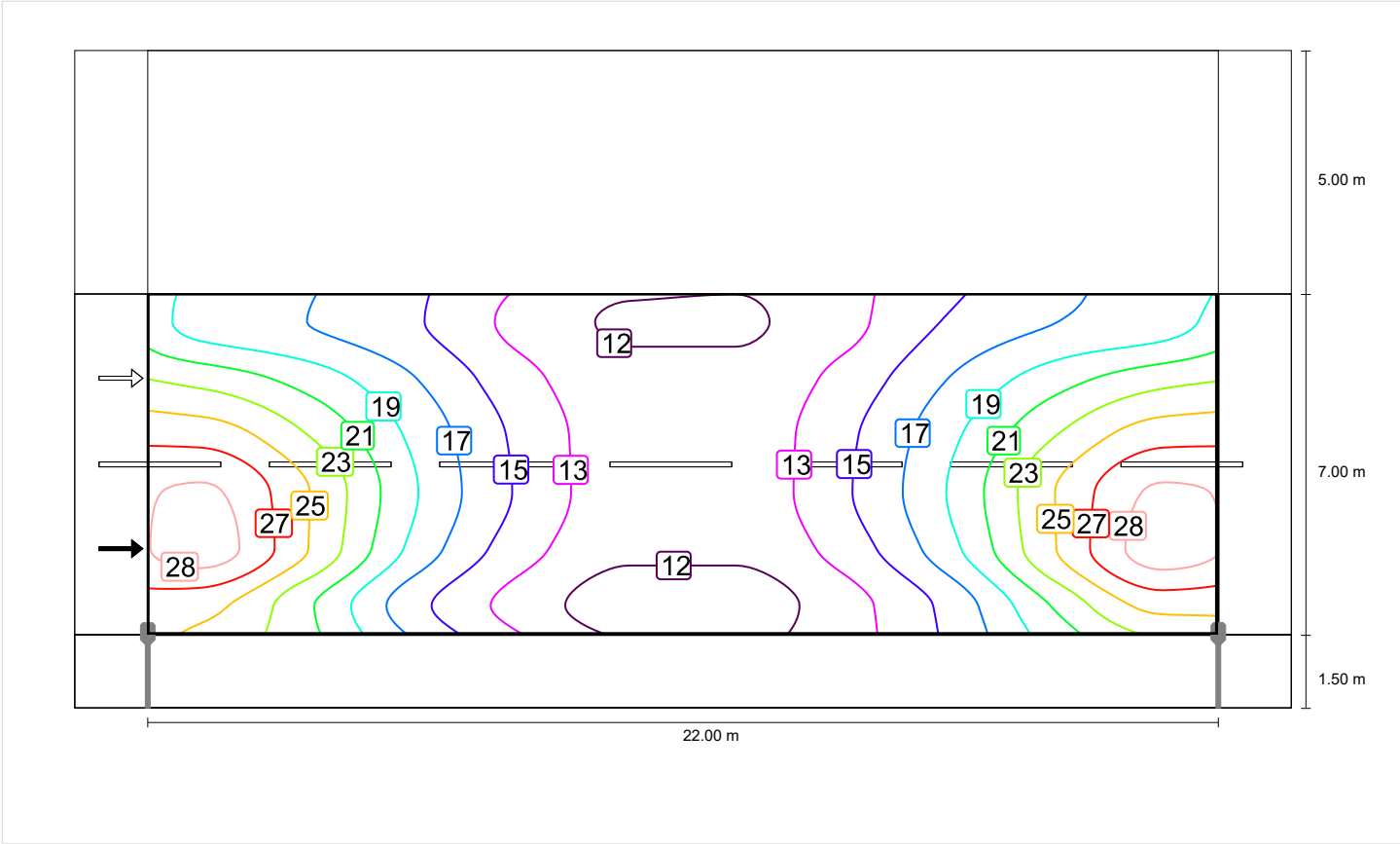
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.87	✓ 0.64	✓ 0.90	✓ 4	* 0.59

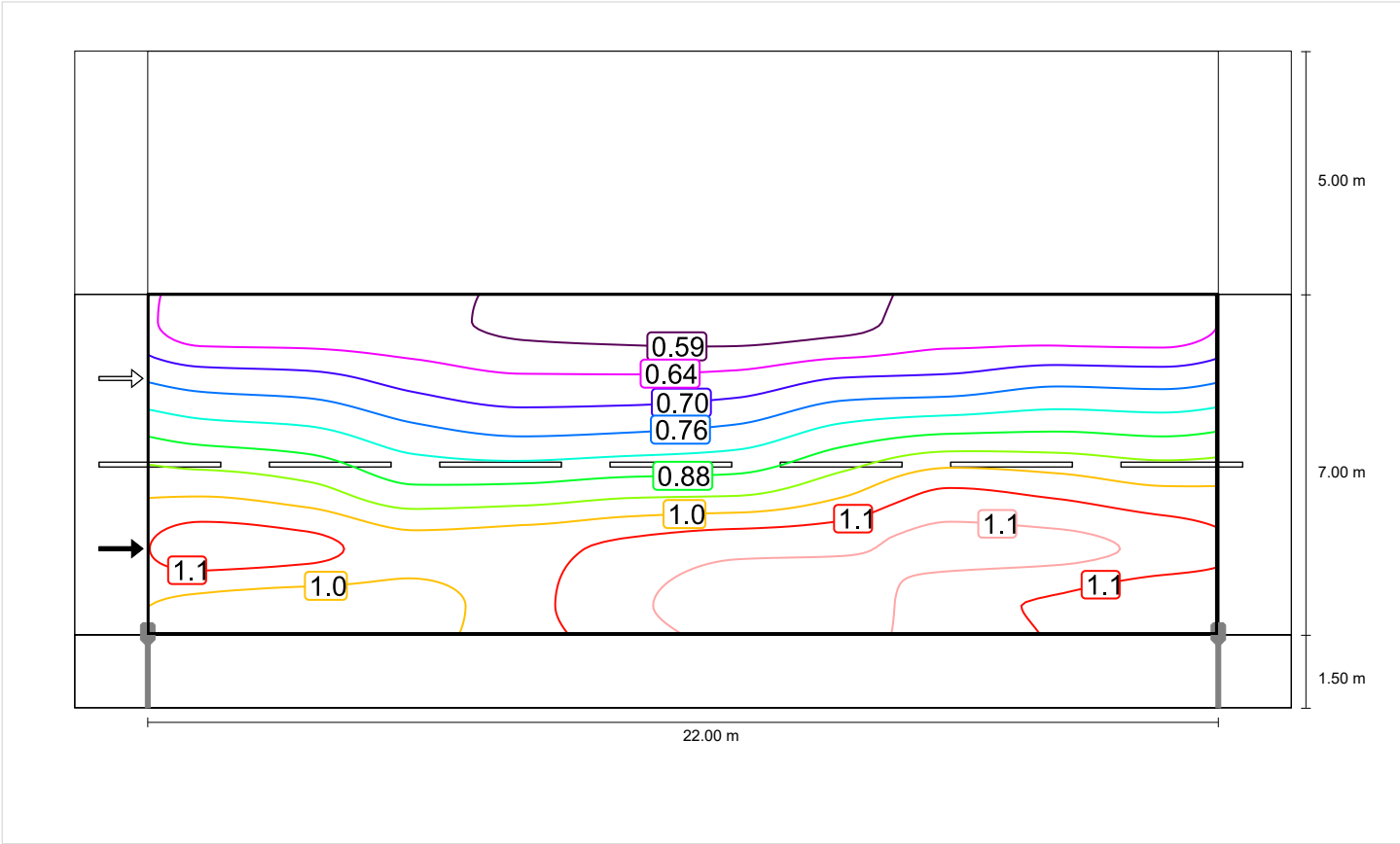
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal



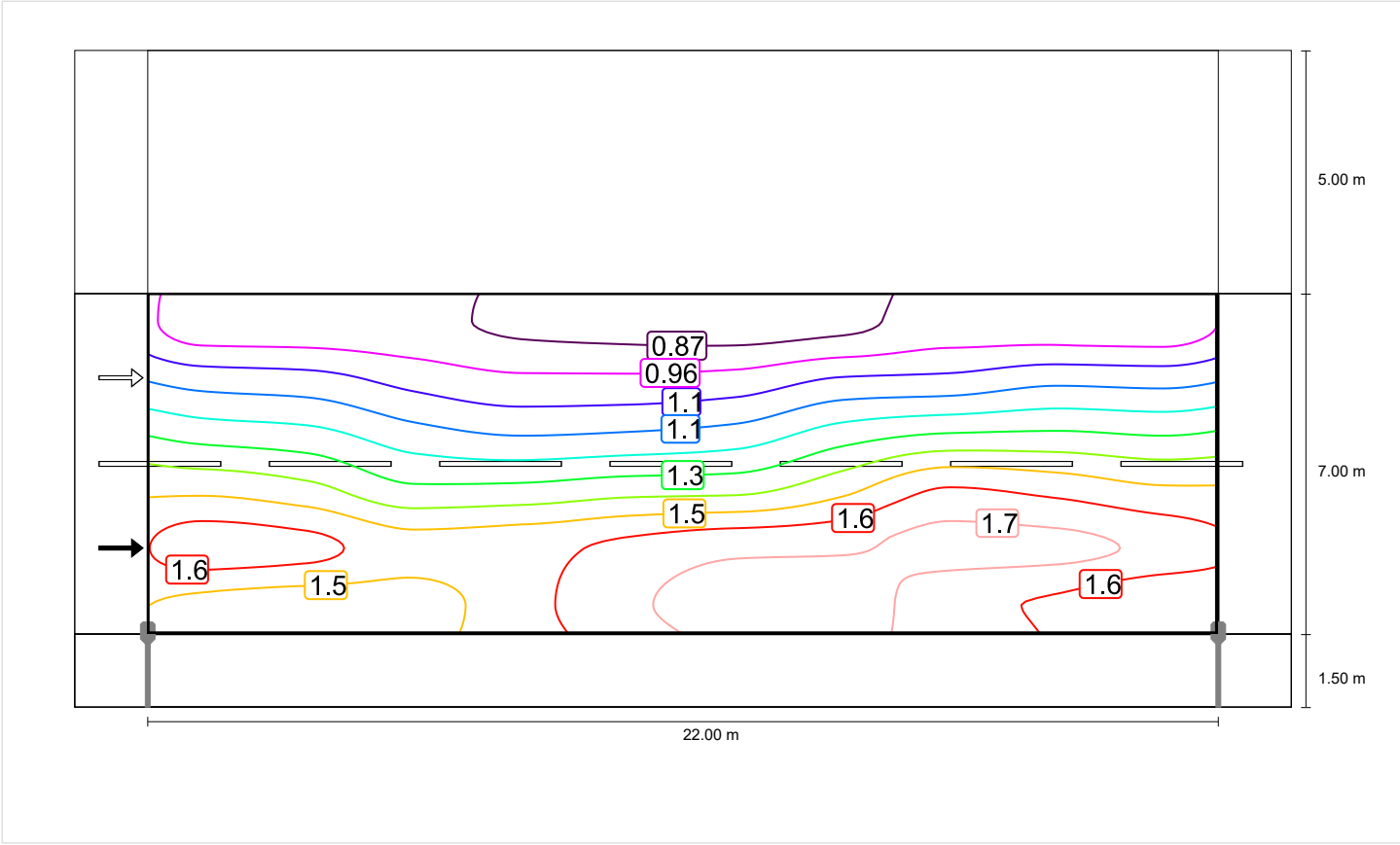
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

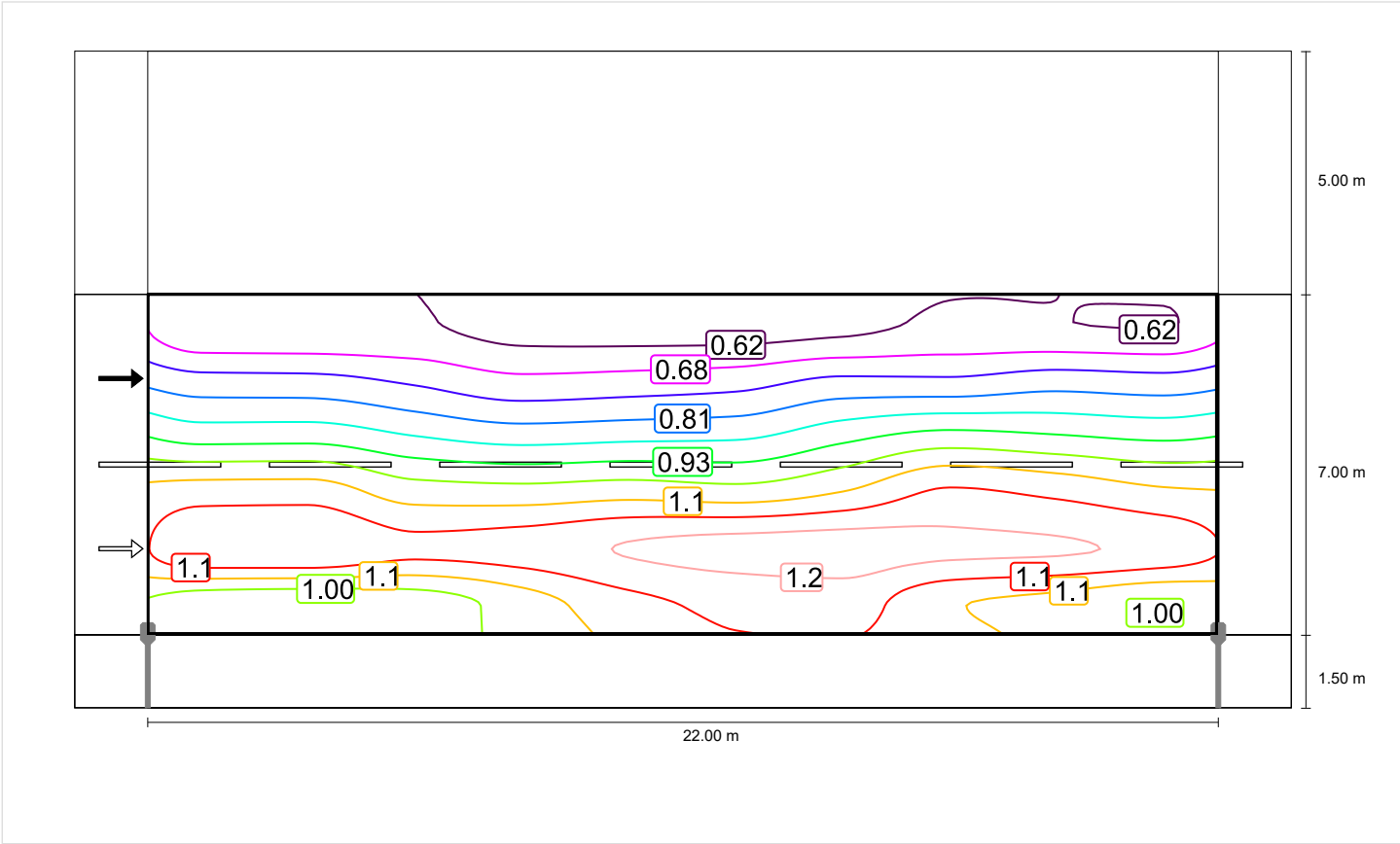
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

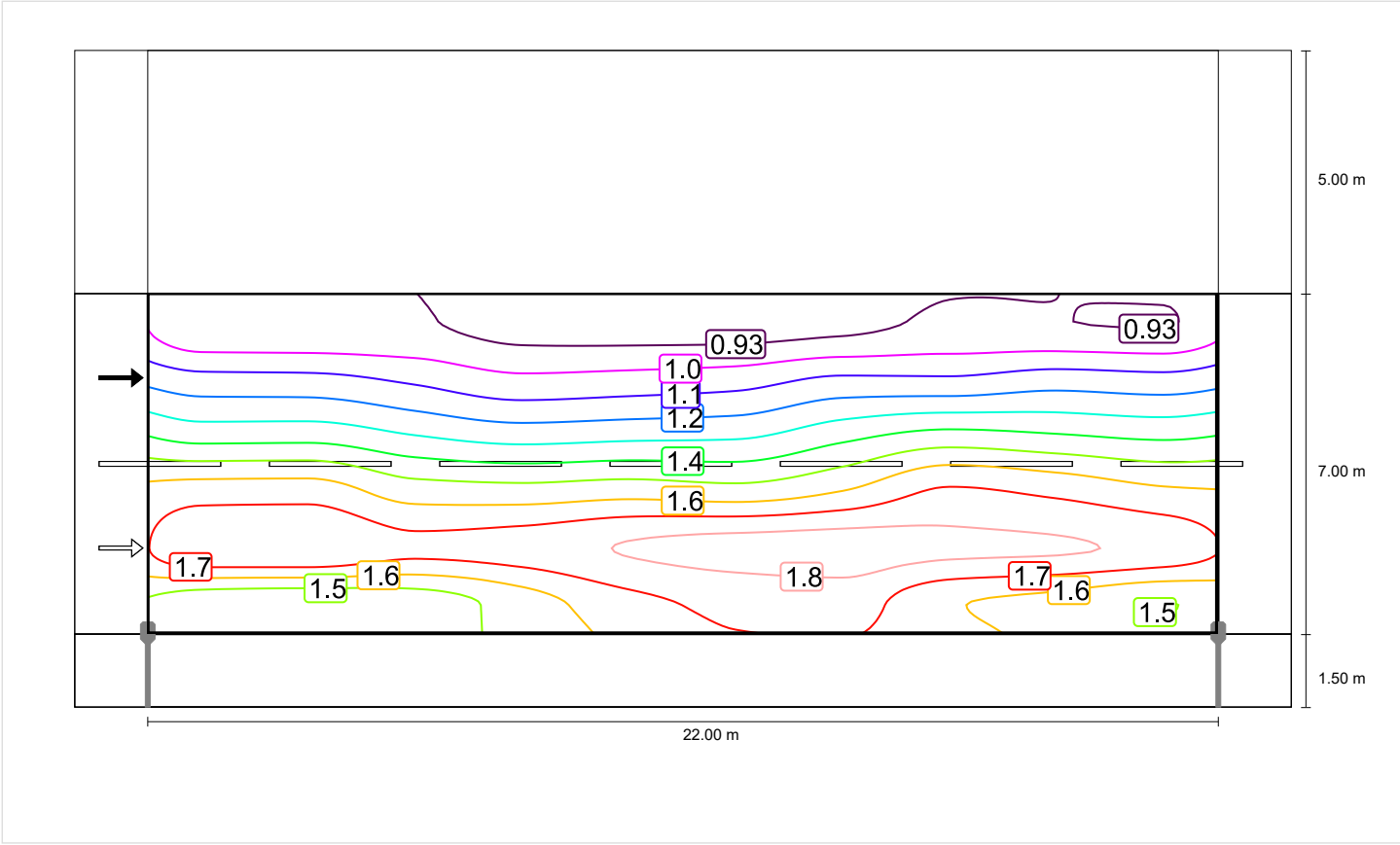
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

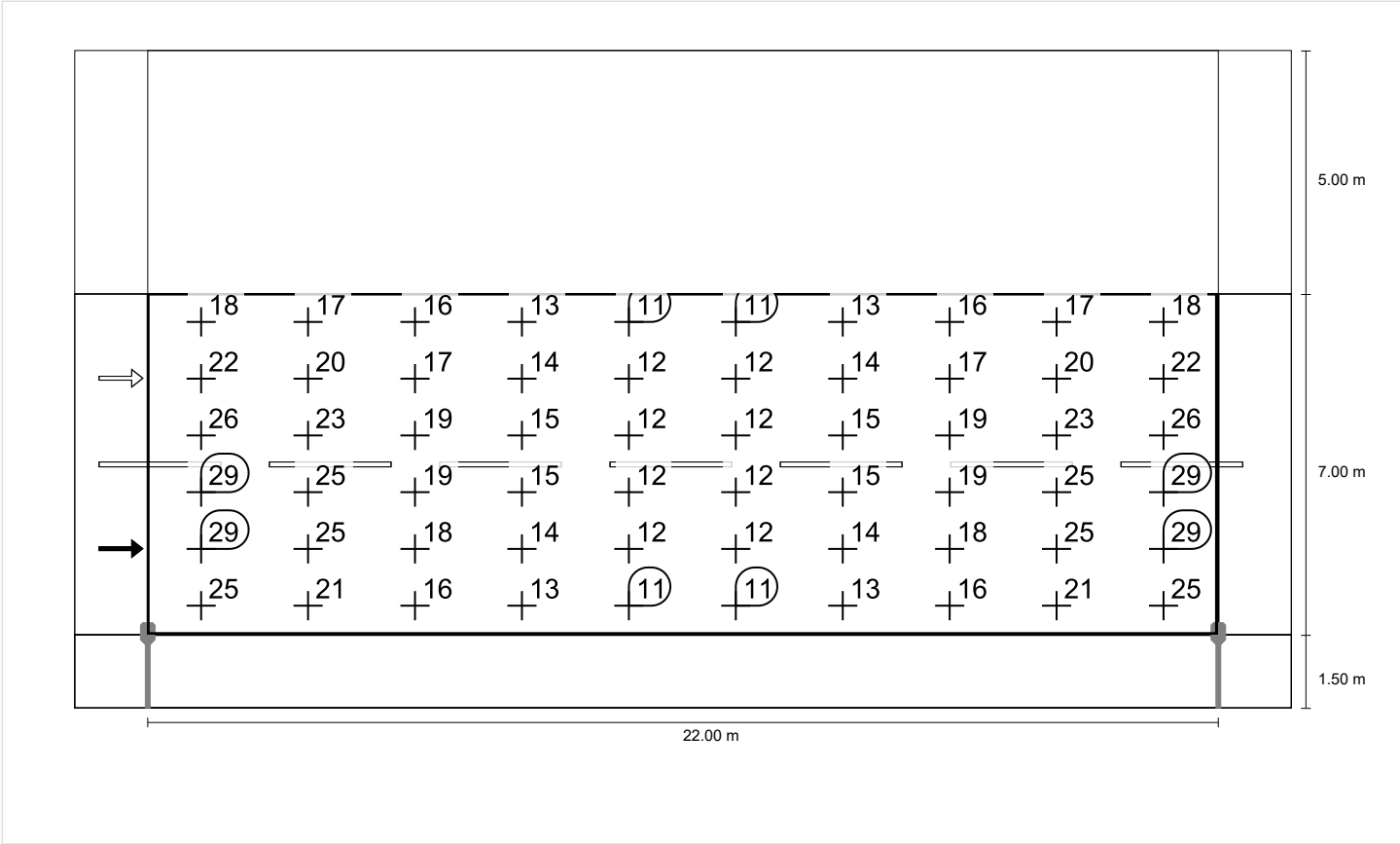
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.87	✓ 0.64	✓ 0.90	✓ 4	* 0.59

* Informativo, no es parte de la evaluación

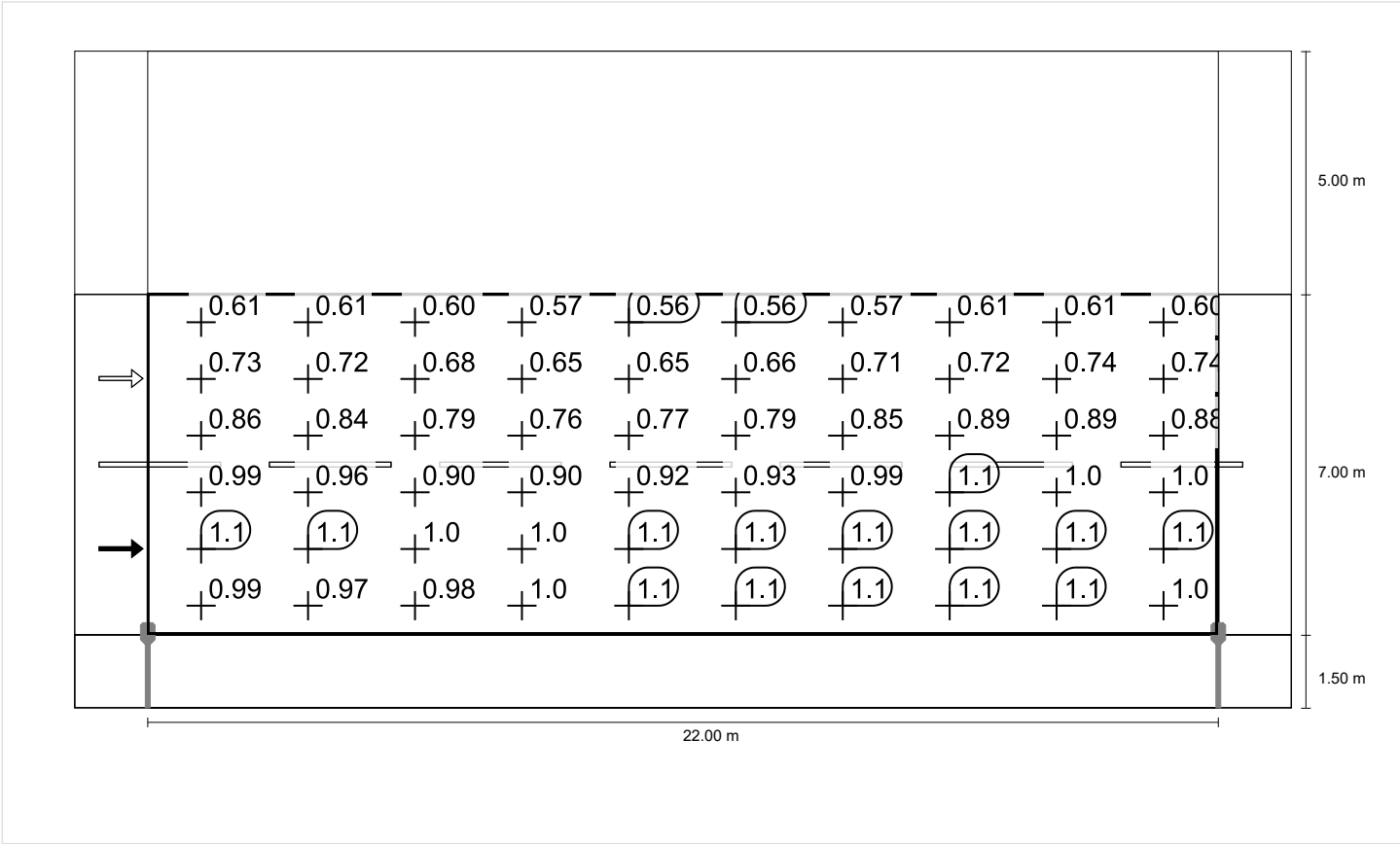
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

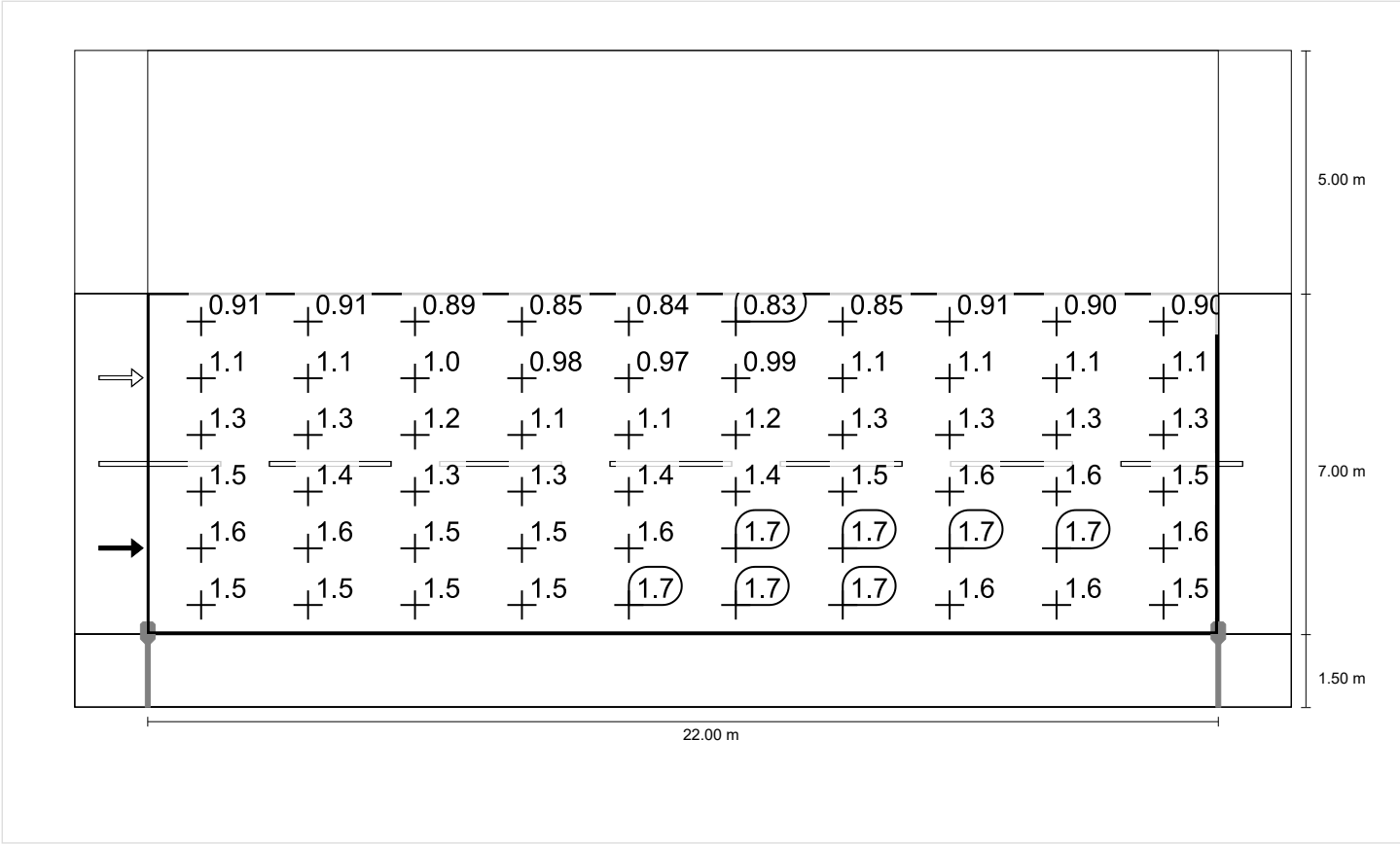
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

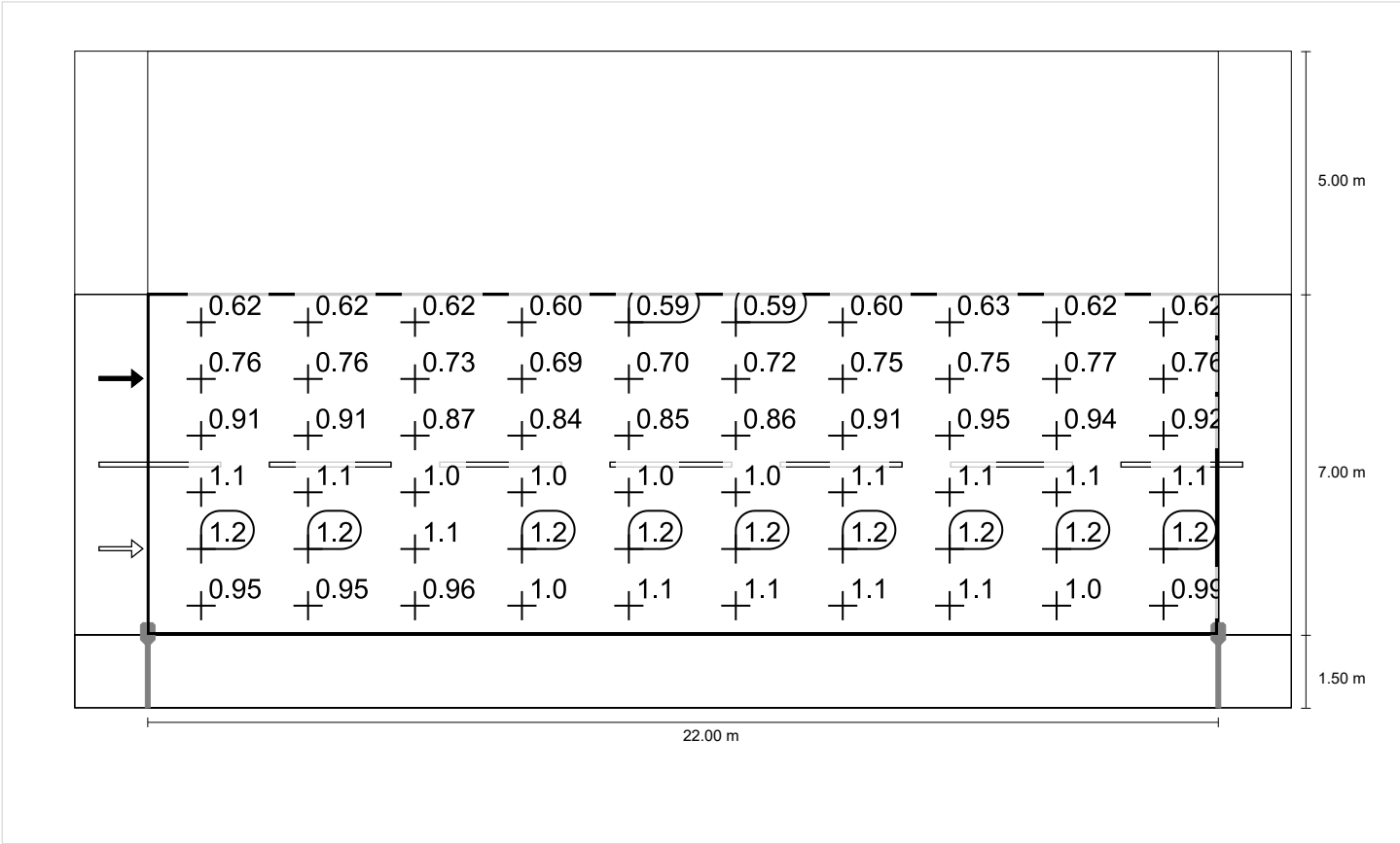
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

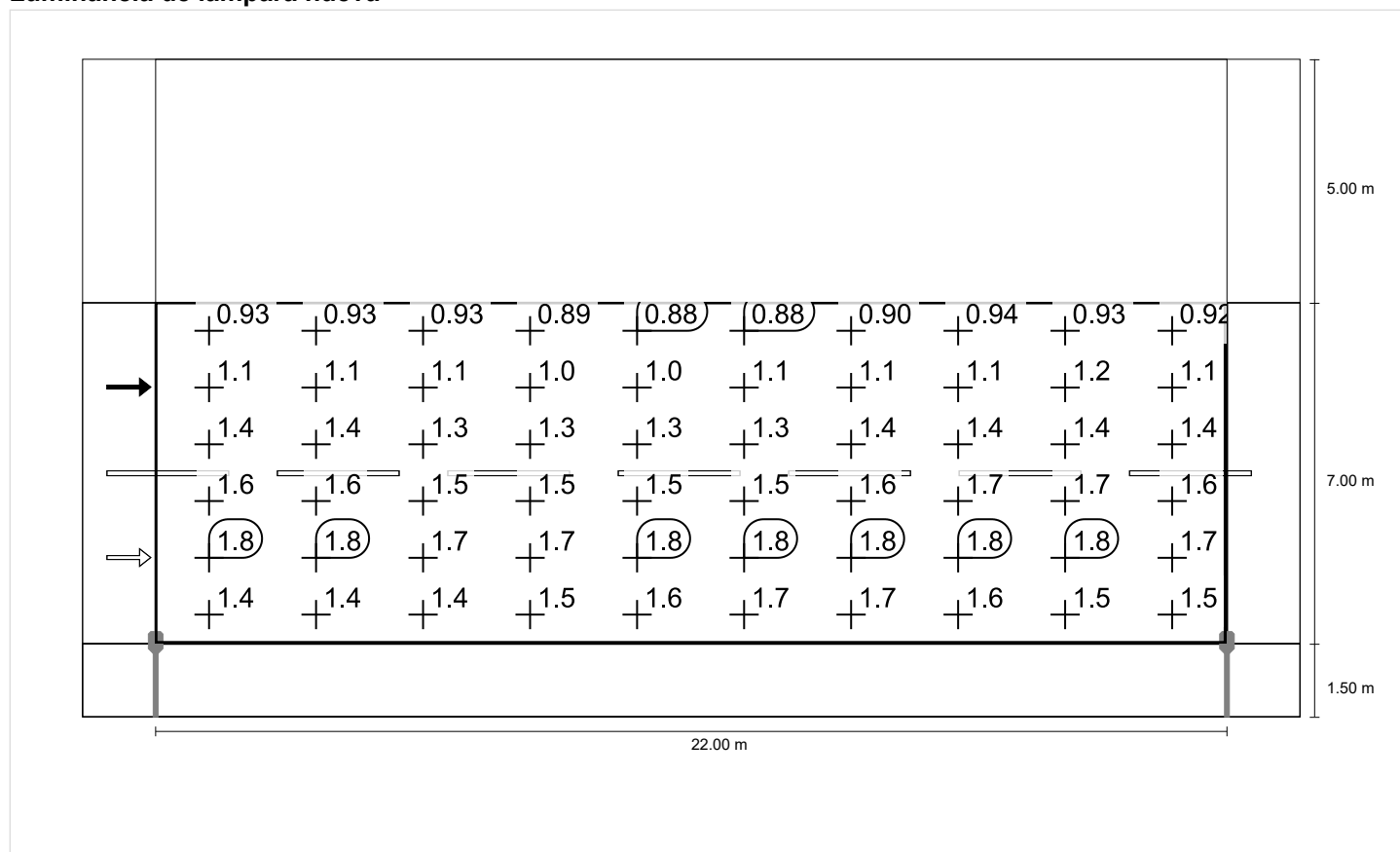
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

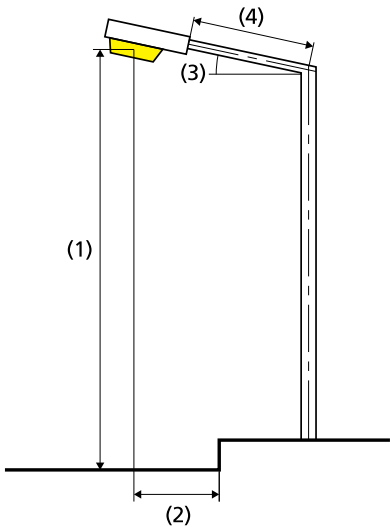
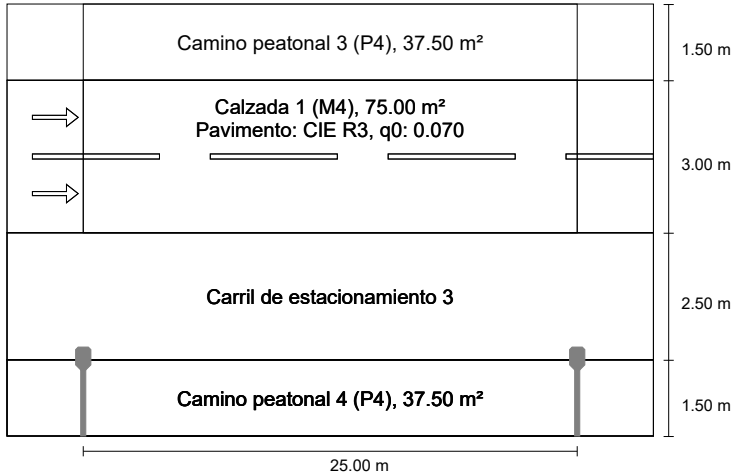
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 4 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 3 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 13.53	✓ 8.59

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.77	✓ 0.72	✓ 0.75	✓ 4	✓ 0.99

Camino peatonal 4 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 12.21	✓ 5.08

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.048 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año)	2.8 kWh/m² año

Lámpara:	1xECO113-2S/740
Flujo luminoso (luminaria):	9484.85 lm
Flujo luminoso (lámpara):	11329.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 105.7 W
W/km:	4228.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.500 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	-2.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	465 cd/klm
a 80°:	20.5 cd/klm
a 90°:	0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.77	✓ 0.72	✓ 0.75	✓ 4	✓ 0.99

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 4.750, 1.500)	0.77	0.72	0.75	4
Observador 2	(-60.000, 6.250, 1.500)	0.79	0.73	0.80	3

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

6.750	21.5	18.6	15.1	11.1	9.20	9.20	11.1	15.1	18.6	21.5
6.250	23.0	19.7	15.7	11.3	9.32	9.32	11.3	15.7	19.7	23.0
5.750	24.5	20.7	16.1	11.5	9.40	9.40	11.5	16.1	20.7	24.5
5.250	26.0	21.7	16.5	11.6	9.44	9.44	11.6	16.5	21.7	26.0
4.750	27.2	22.4	16.6	11.6	9.42	9.42	11.6	16.6	22.4	27.2
4.250	28.2	22.9	16.6	11.5	9.34	9.34	11.5	16.6	22.9	28.2
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
16.6	9.20	28.2	0.555	0.326

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.750	0.68	0.63	0.58	0.56	0.56	0.60	0.64	0.67	0.70	0.70
6.250	0.73	0.68	0.62	0.60	0.59	0.66	0.69	0.75	0.76	0.75
5.750	0.77	0.72	0.66	0.64	0.65	0.71	0.75	0.84	0.83	0.81
5.250	0.82	0.77	0.70	0.69	0.72	0.77	0.80	0.91	0.88	0.87
4.750	0.88	0.82	0.74	0.74	0.79	0.84	0.86	0.98	0.96	0.92
4.250	0.93	0.87	0.79	0.80	0.86	0.91	0.92	1.03	1.02	0.96
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.77	0.56	1.03	0.724	0.541

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.750	1.01	0.94	0.87	0.83	0.83	0.90	0.95	1.01	1.05	1.04
6.250	1.08	1.01	0.92	0.89	0.89	0.98	1.03	1.12	1.14	1.12
5.750	1.15	1.08	0.98	0.95	0.98	1.07	1.11	1.25	1.23	1.21
5.250	1.22	1.14	1.04	1.02	1.07	1.16	1.20	1.36	1.32	1.30
4.750	1.31	1.22	1.10	1.10	1.18	1.25	1.29	1.46	1.43	1.37
4.250	1.38	1.29	1.19	1.19	1.28	1.36	1.38	1.53	1.52	1.44
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.15	0.83	1.53	0.724	0.541

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.750	0.69	0.65	0.60	0.58	0.58	0.62	0.66	0.69	0.71	0.71
6.250	0.74	0.69	0.64	0.62	0.62	0.68	0.71	0.77	0.78	0.76
5.750	0.79	0.74	0.69	0.67	0.69	0.74	0.77	0.86	0.84	0.82
5.250	0.84	0.80	0.73	0.72	0.76	0.81	0.83	0.94	0.90	0.88
4.750	0.90	0.86	0.79	0.77	0.83	0.87	0.89	1.00	0.98	0.94
4.250	0.95	0.90	0.84	0.86	0.91	0.95	0.95	1.05	1.05	0.98
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.79	0.58	1.05	0.726	0.547

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.750	1.02	0.96	0.89	0.86	0.86	0.93	0.98	1.03	1.07	1.05
6.250	1.10	1.03	0.95	0.93	0.93	1.02	1.06	1.15	1.16	1.14
5.750	1.17	1.10	1.02	1.00	1.03	1.11	1.14	1.28	1.25	1.23
5.250	1.26	1.19	1.08	1.08	1.13	1.21	1.24	1.40	1.35	1.32
4.750	1.35	1.28	1.18	1.16	1.25	1.30	1.33	1.49	1.46	1.40
4.250	1.42	1.35	1.26	1.28	1.36	1.42	1.42	1.57	1.56	1.46
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

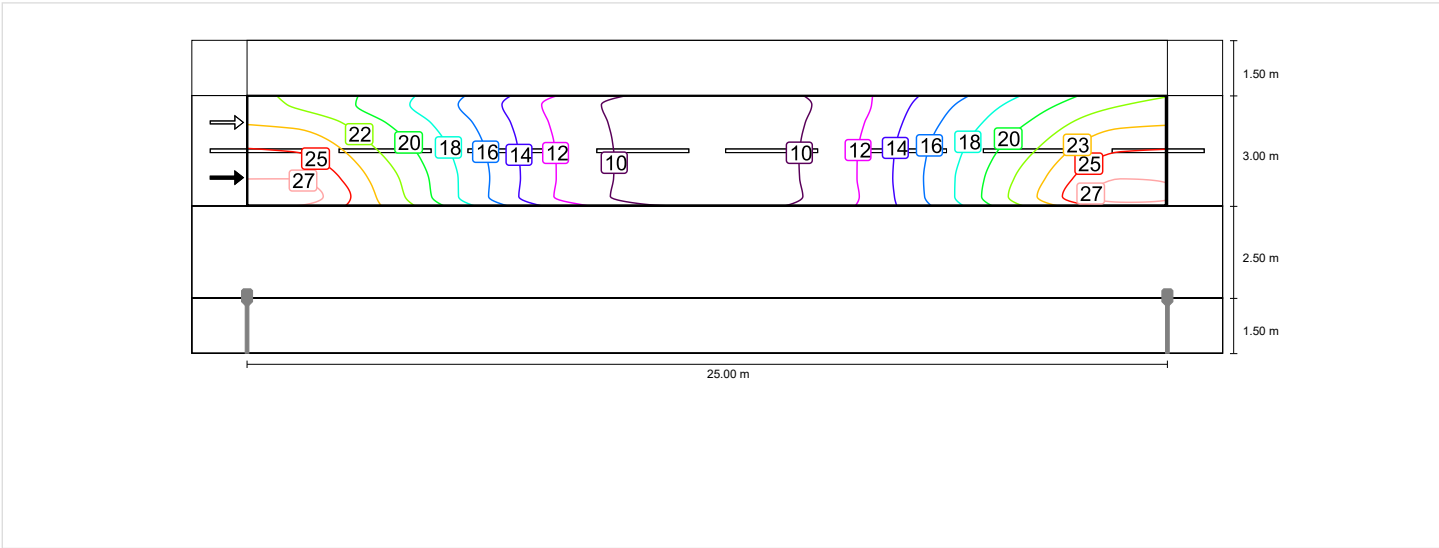
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.18	0.86	1.57	0.726	0.547

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.77	✓ 0.72	✓ 0.75	✓ 4	✓ 0.99

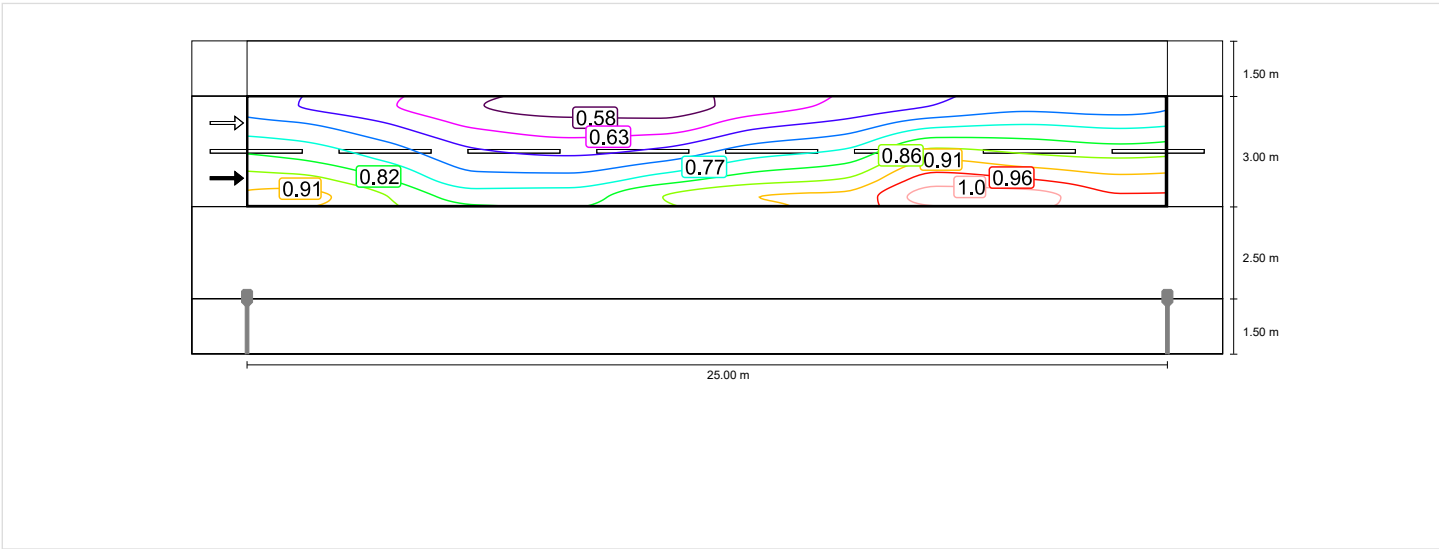
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

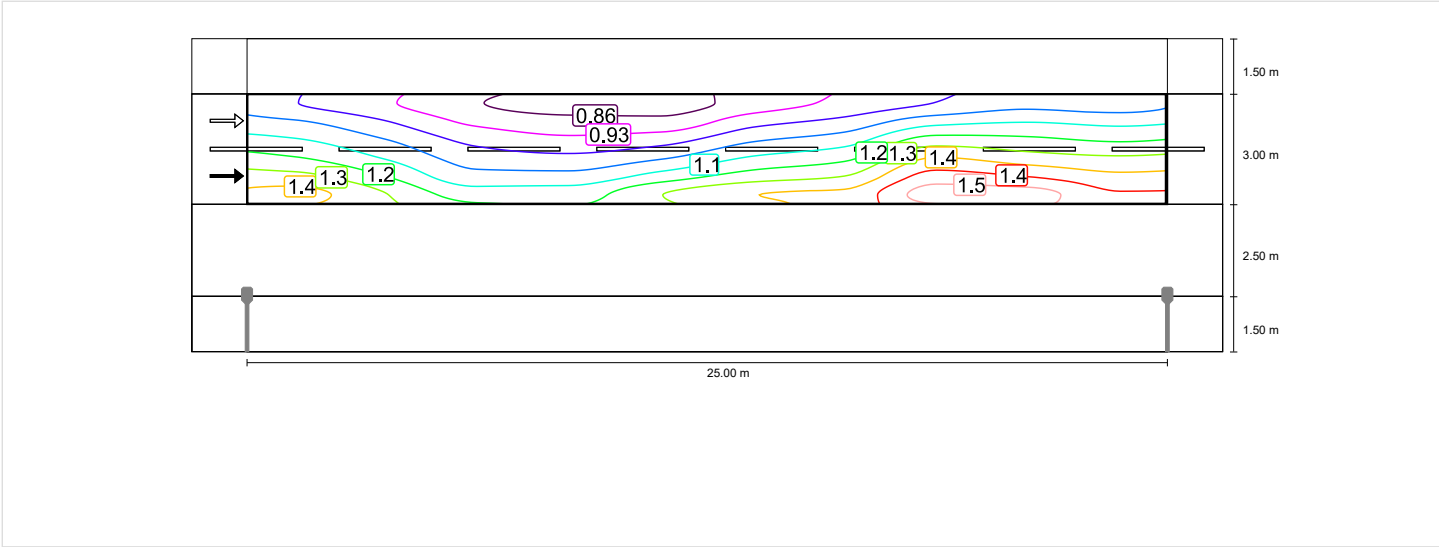
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

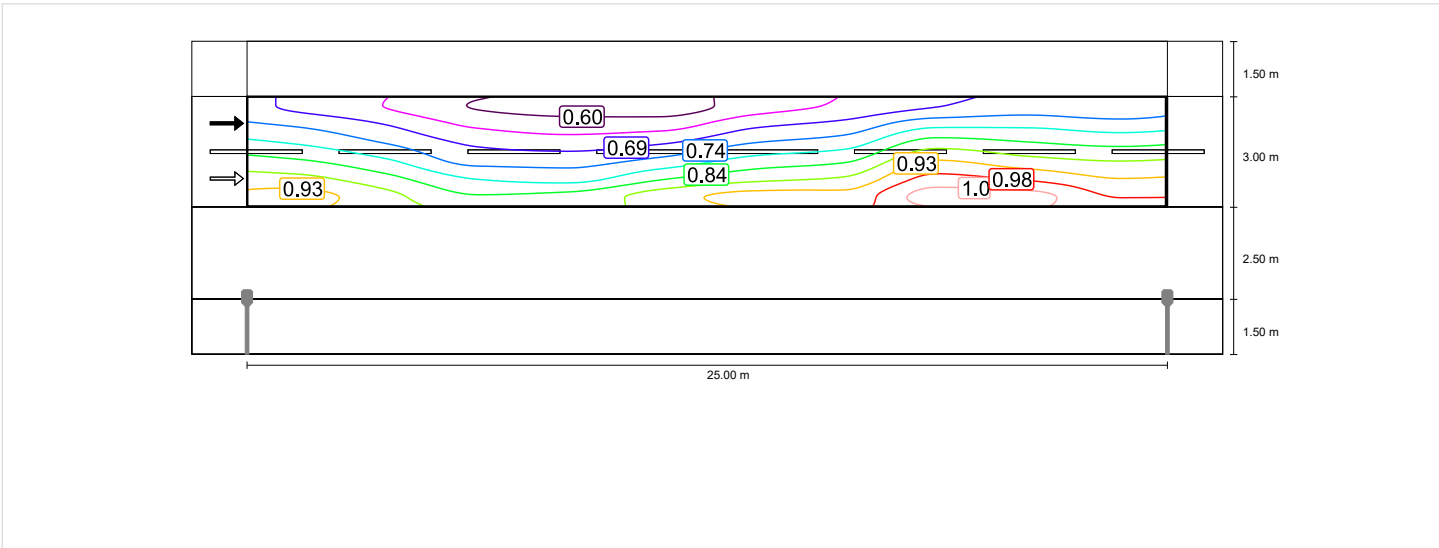
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

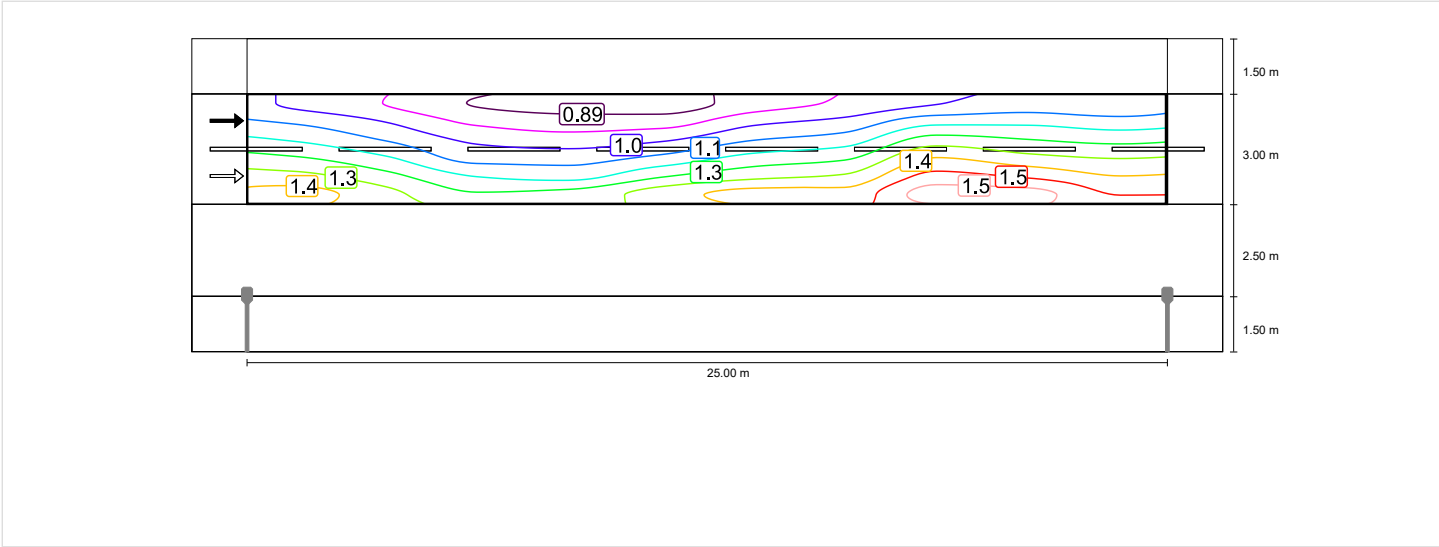
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



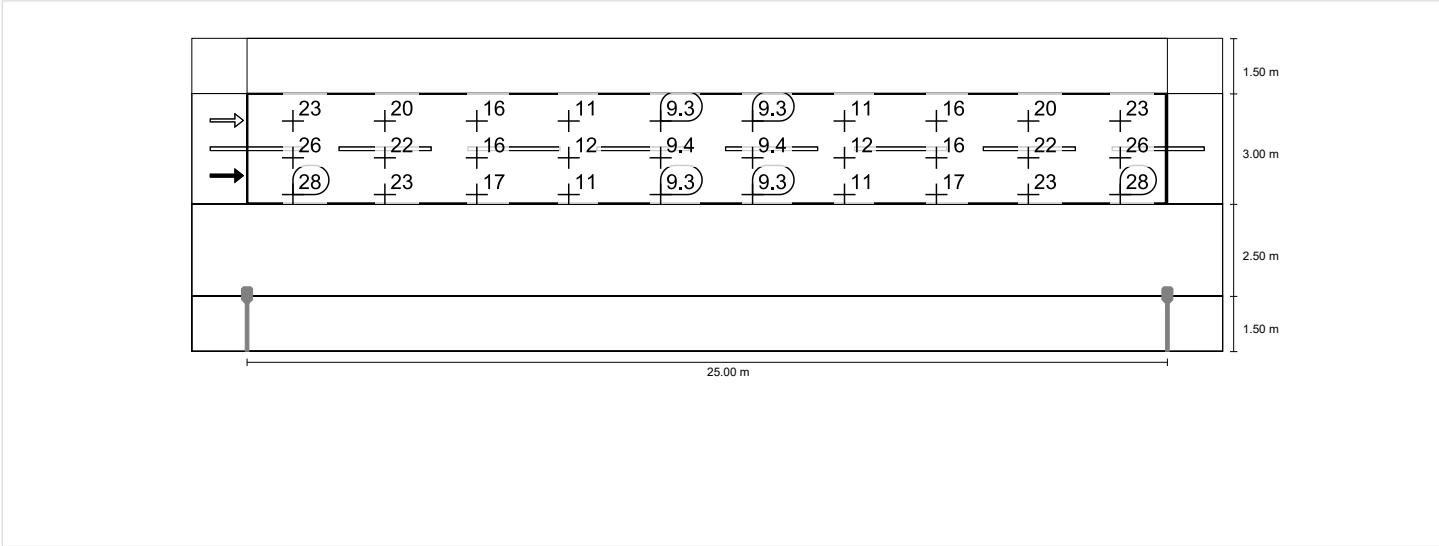
Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.77	✓ 0.72	✓ 0.75	✓ 4	✓ 0.99

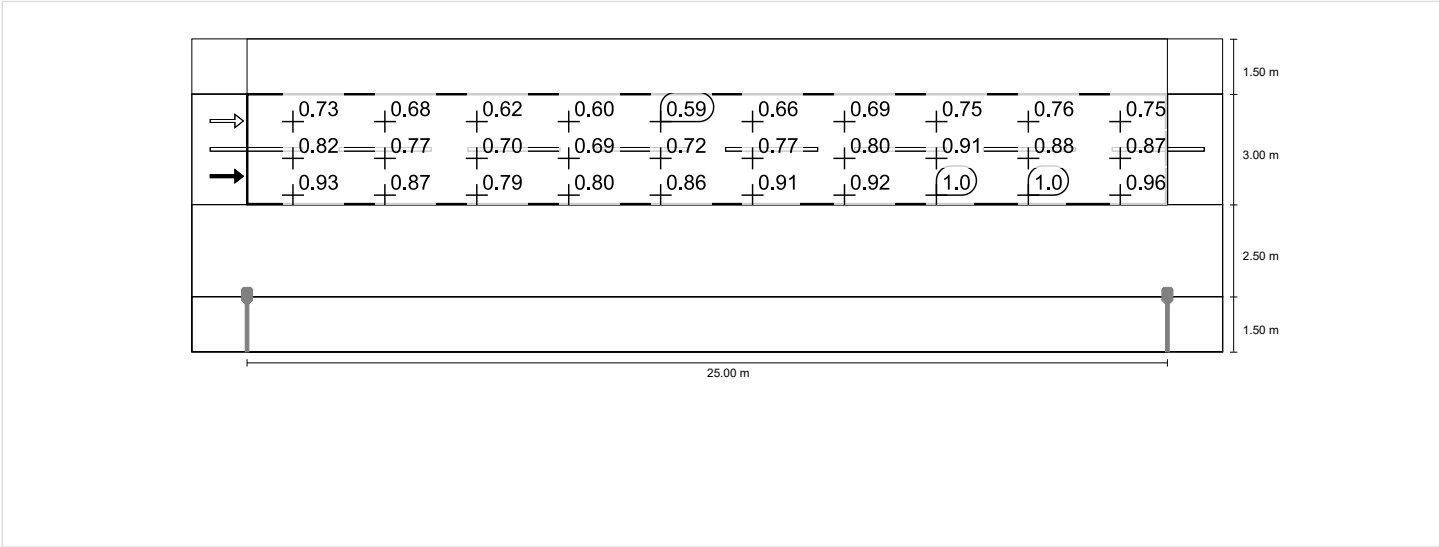
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

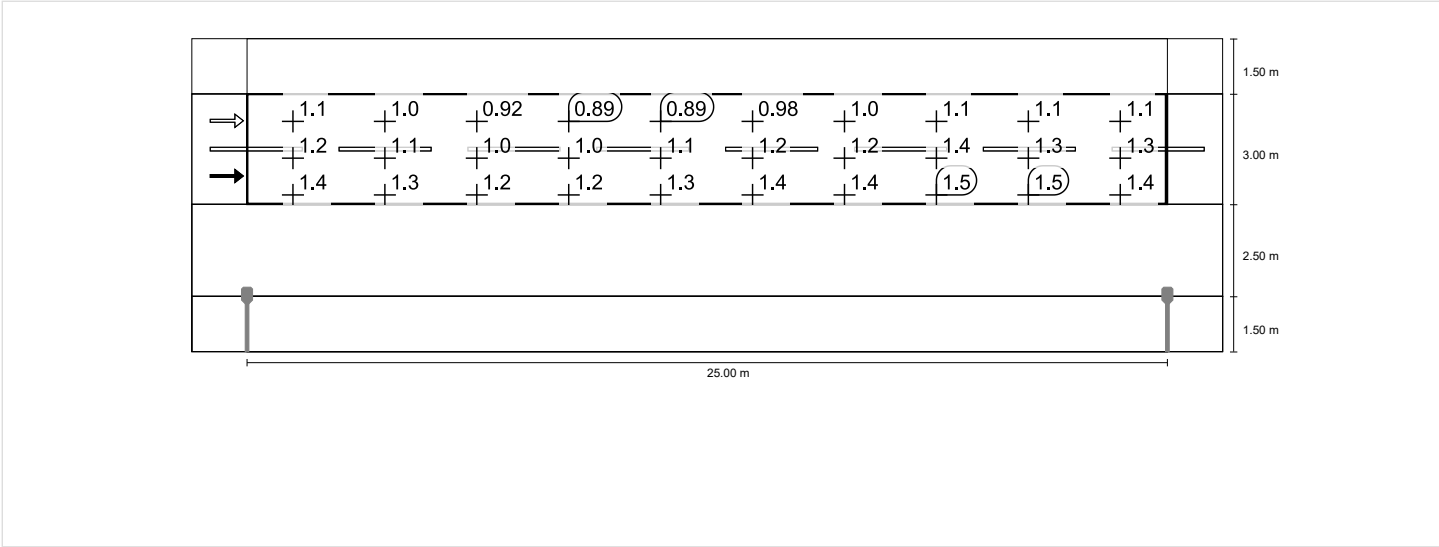
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

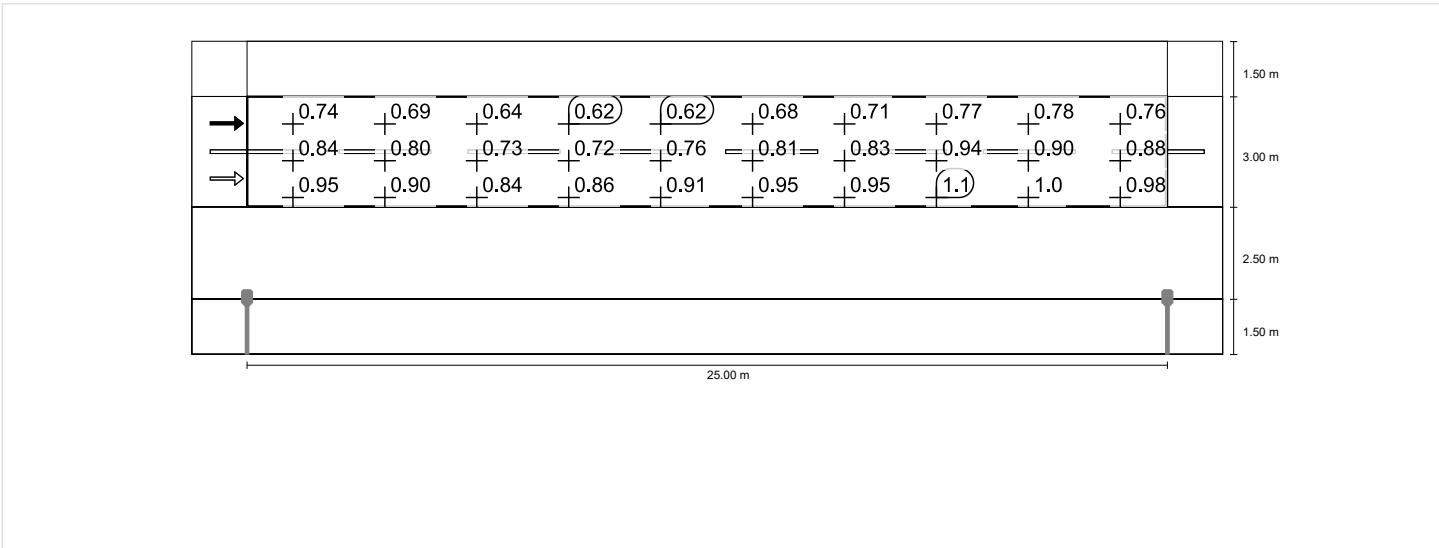
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

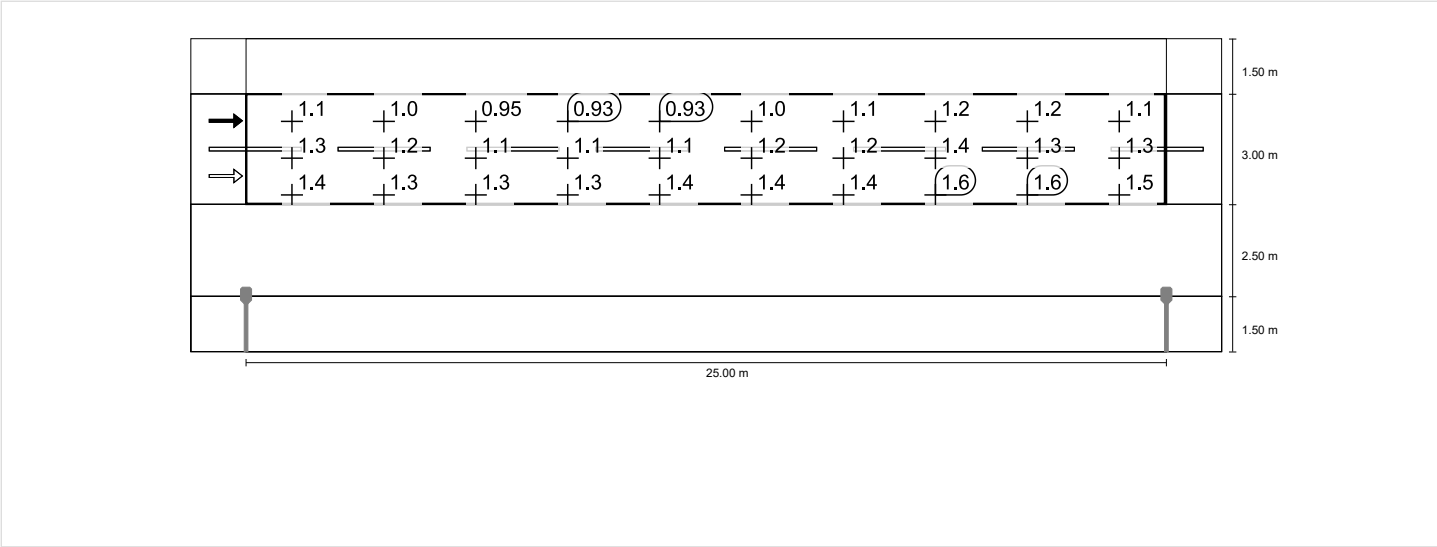
Observador 2

Luminancia en calzada seca



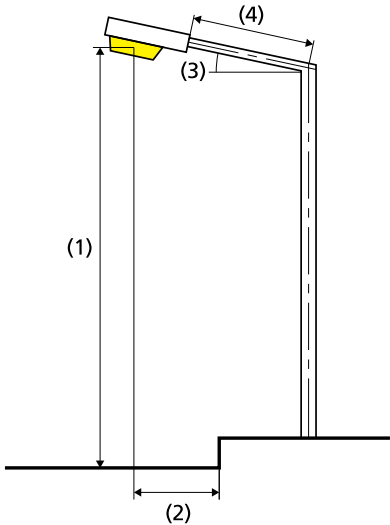
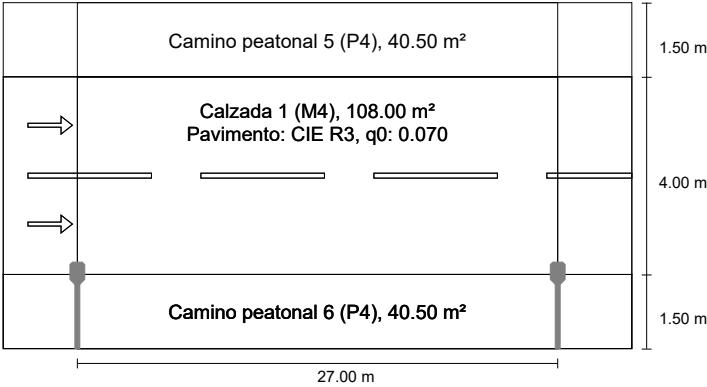
Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



AMELIA MEDINA hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 5 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 14.70	✓ 7.62

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.68	✓ 0.65	✓ 4	* 0.73

Camino peatonal 6 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 11.31	✓ 3.91

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.039 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año)	2.2 kWh/m² año

Lámpara:	1xECO113-2S/740
Flujo luminoso (luminaria):	9484.85 lm
Flujo luminoso (lámpara):	11329.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 105.7 W
W/km:	3910.9
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	27.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.500 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	465 cd/klm
a 80°:	20.5 cd/klm
a 90°:	0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.68	✓ 0.65	✓ 4	* 0.73

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 2.500, 1.500)	0.82	0.68	0.65	4
Observador 2	(-60.000, 4.500, 1.500)	0.85	0.70	0.67	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

5.167	25.9	20.7	15.0	9.78	7.83	7.83	9.78	15.0	20.7	25.9
4.500	27.4	21.6	15.1	9.74	7.75	7.75	9.74	15.1	21.6	27.4
3.833	28.4	21.9	14.9	9.54	7.57	7.57	9.54	14.9	21.9	28.4
3.167	28.2	21.3	14.2	9.25	7.19	7.19	9.25	14.2	21.3	28.2
2.500	26.4	19.8	13.3	8.68	6.67	6.67	8.68	13.3	19.8	26.4
1.833	23.1	17.6	12.3	7.95	5.96	5.96	7.95	12.3	17.6	23.1
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.5	5.96	28.4	0.385	0.210

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

5.167	0.77	0.67	0.58	0.55	0.60	0.67	0.72	0.85	0.85	0.84
4.500	0.83	0.71	0.61	0.60	0.67	0.76	0.80	0.93	0.94	0.90
3.833	0.87	0.75	0.66	0.66	0.74	0.84	0.87	0.99	1.00	0.94
3.167	0.88	0.76	0.68	0.72	0.82	0.92	0.98	1.02	1.02	0.97
2.500	0.85	0.74	0.68	0.73	0.85	0.97	1.03	1.05	0.99	0.93
1.833	0.76	0.68	0.64	0.68	0.80	0.93	1.00	1.01	0.91	0.84
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.82	0.55	1.05	0.679	0.531

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

5.167	1.15	1.00	0.86	0.83	0.89	1.00	1.07	1.27	1.26	1.25
4.500	1.24	1.06	0.90	0.90	1.01	1.13	1.19	1.39	1.40	1.34
3.833	1.30	1.12	0.98	0.98	1.11	1.26	1.30	1.47	1.50	1.40
3.167	1.32	1.13	1.02	1.08	1.23	1.37	1.46	1.52	1.53	1.44
2.500	1.27	1.11	1.02	1.09	1.27	1.44	1.54	1.56	1.48	1.40
1.833	1.13	1.01	0.95	1.01	1.20	1.38	1.49	1.51	1.36	1.26
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.22	0.83	1.56	0.679	0.531

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

5.167	0.79	0.69	0.60	0.59	0.64	0.72	0.75	0.88	0.87	0.85
4.500	0.85	0.75	0.66	0.65	0.73	0.81	0.83	0.96	0.96	0.91
3.833	0.90	0.78	0.71	0.73	0.82	0.90	0.93	1.02	1.03	0.96
3.167	0.92	0.80	0.73	0.78	0.89	0.97	1.03	1.06	1.04	0.99
2.500	0.86	0.76	0.71	0.77	0.90	1.00	1.07	1.07	1.01	0.95
1.833	0.74	0.67	0.63	0.67	0.80	0.92	0.99	1.01	0.91	0.84
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.85	0.59	1.07	0.702	0.557

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

5.167	1.18	1.03	0.90	0.89	0.96	1.07	1.13	1.32	1.30	1.27
4.500	1.27	1.11	0.98	0.97	1.08	1.20	1.25	1.43	1.44	1.36
3.833	1.34	1.17	1.06	1.09	1.22	1.34	1.38	1.52	1.54	1.43
3.167	1.37	1.20	1.09	1.17	1.33	1.45	1.53	1.58	1.56	1.47
2.500	1.29	1.14	1.06	1.15	1.34	1.49	1.59	1.59	1.51	1.41
1.833	1.11	0.99	0.94	1.00	1.19	1.38	1.48	1.50	1.36	1.25
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.26	0.89	1.59	0.702	0.557

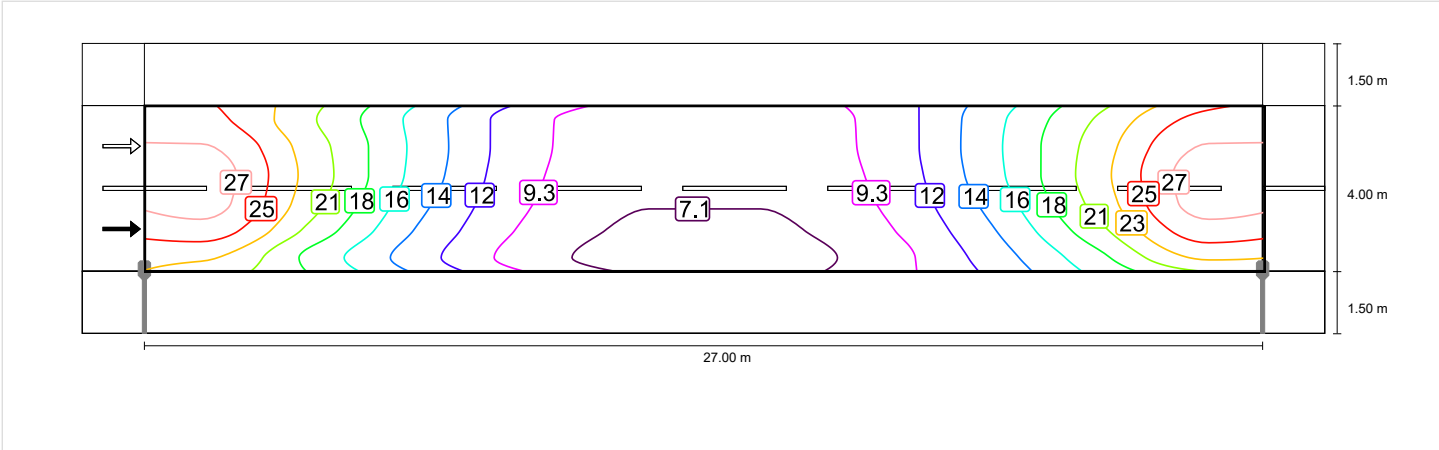
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.68	✓ 0.65	✓ 4	* 0.73

* Informativo, no es parte de la evaluación

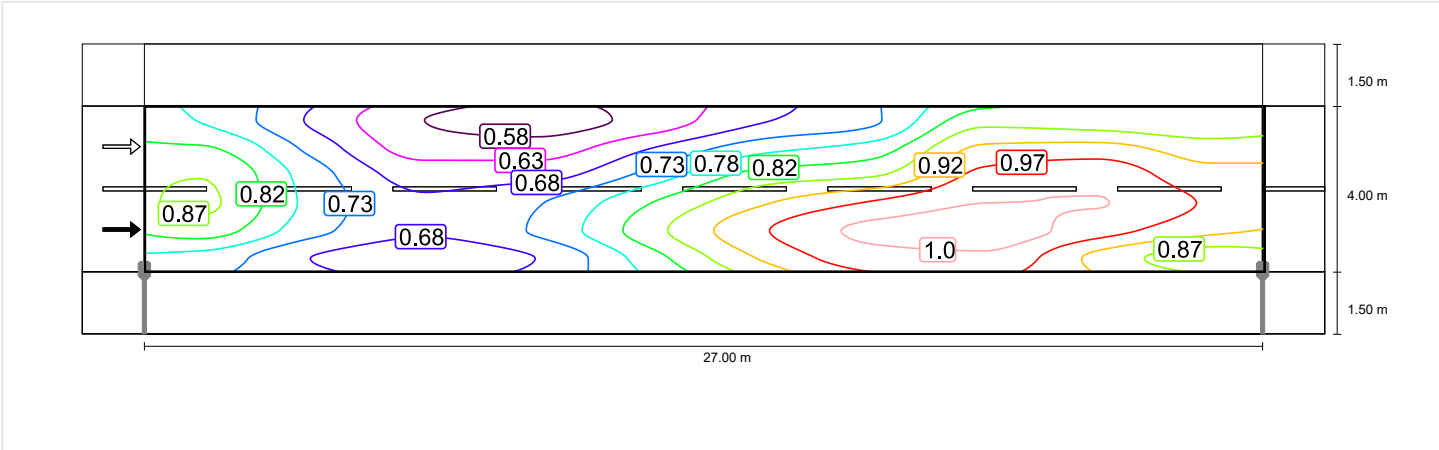
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

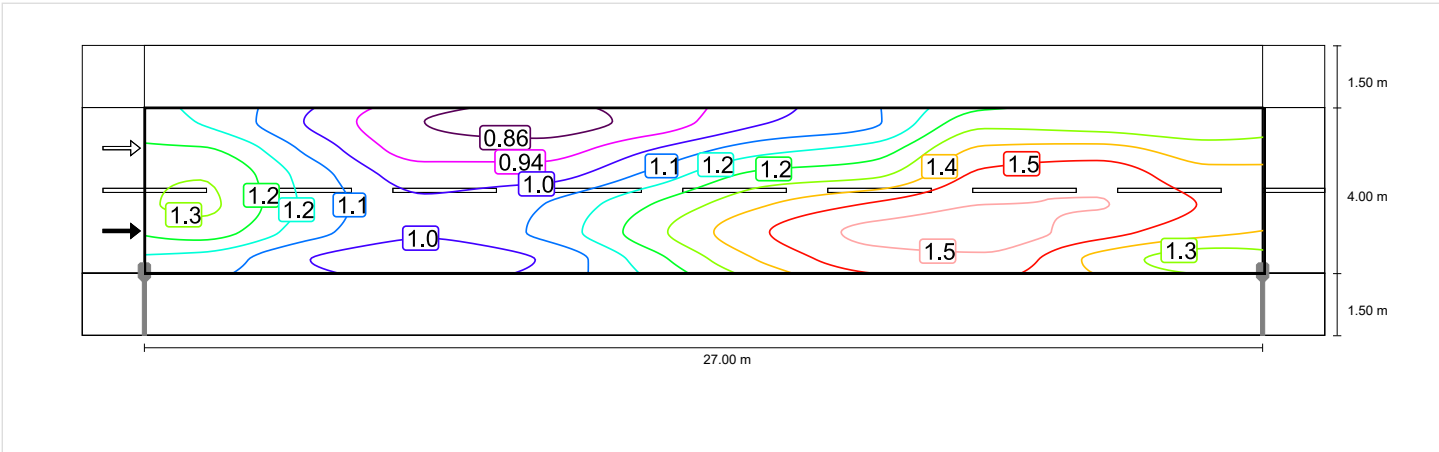
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

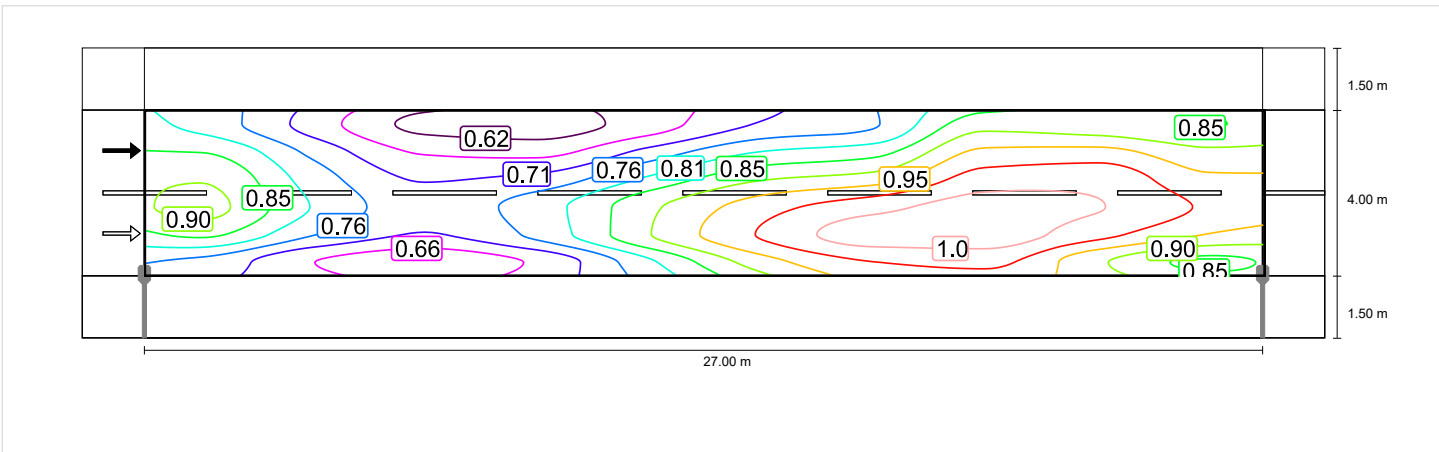
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

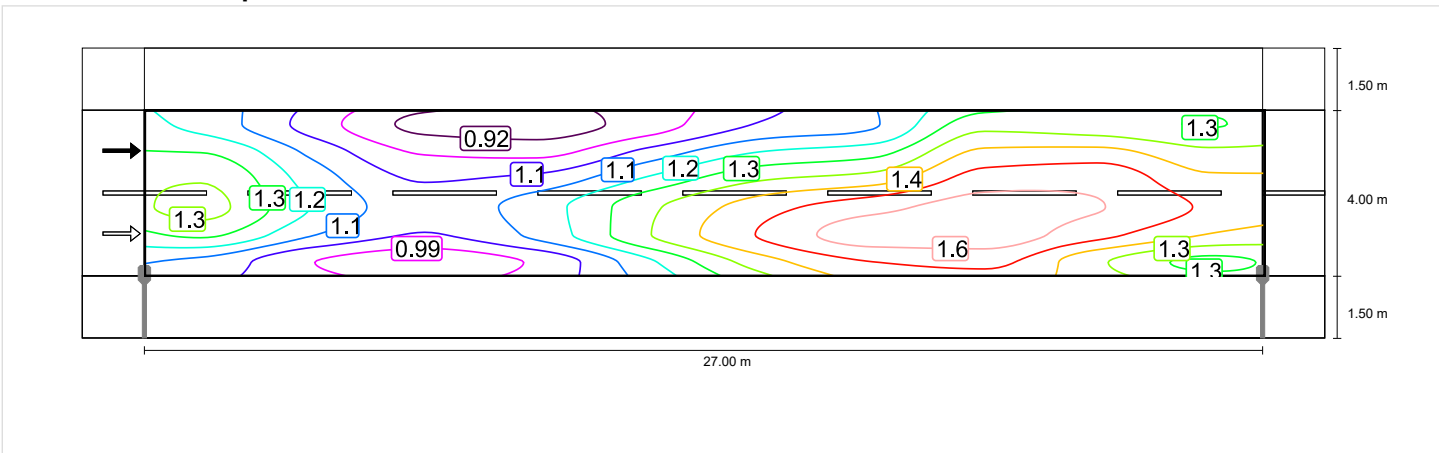
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

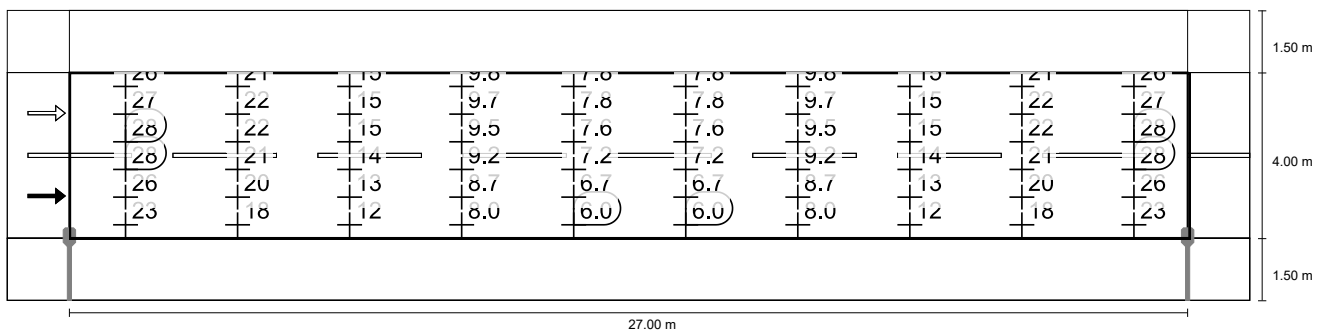
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.68	✓ 0.65	✓ 4	* 0.73

* Informativo, no es parte de la evaluación

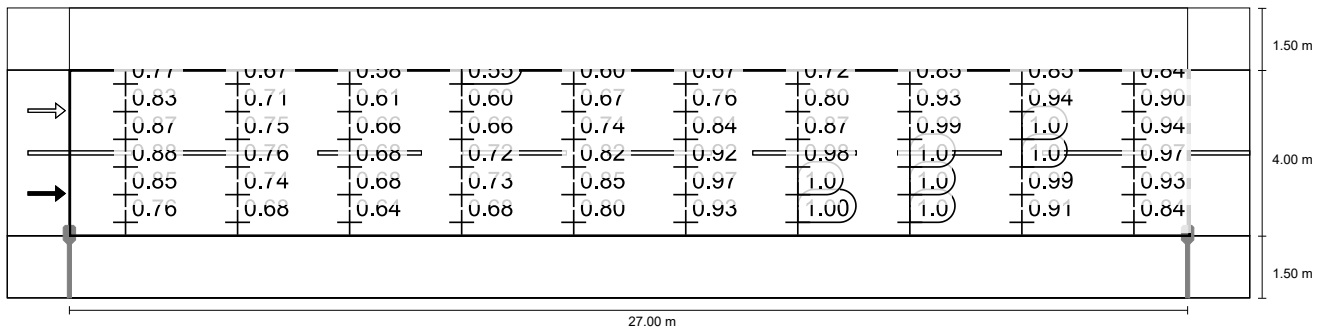
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

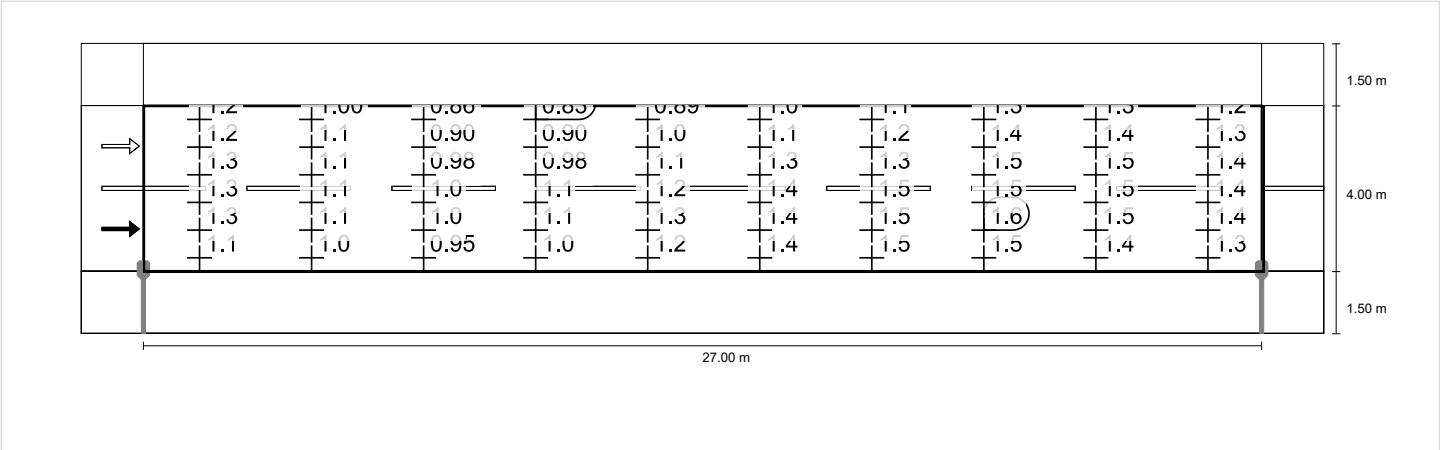
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

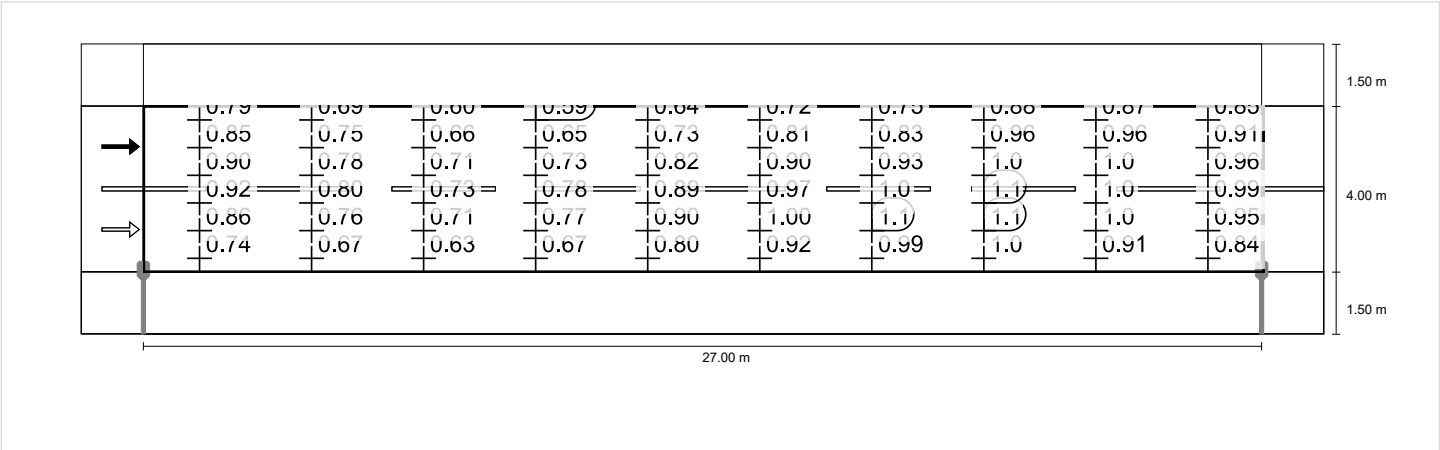
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

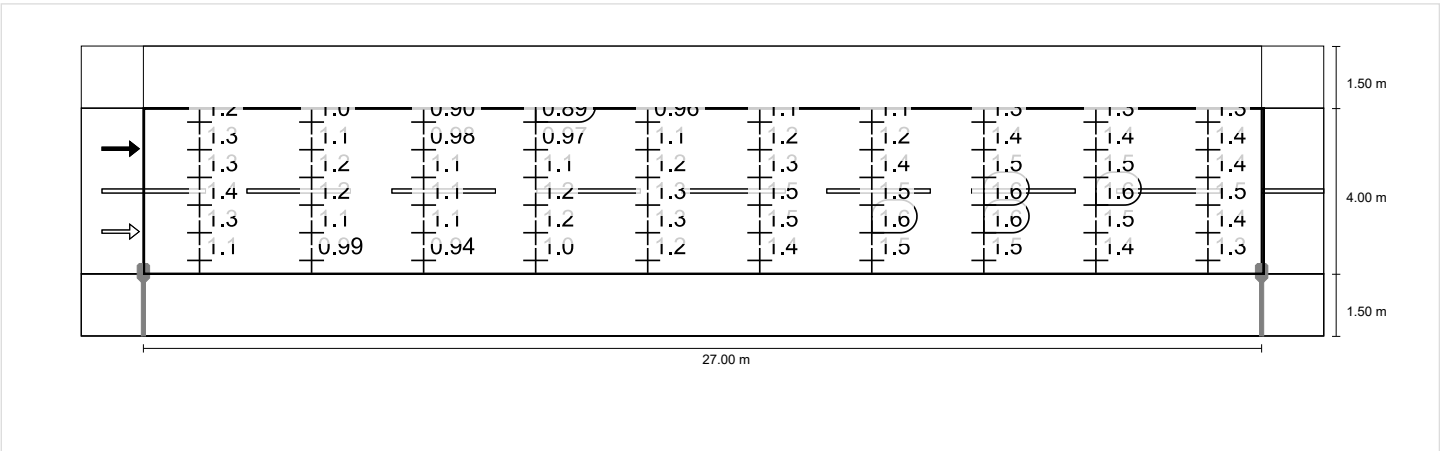
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

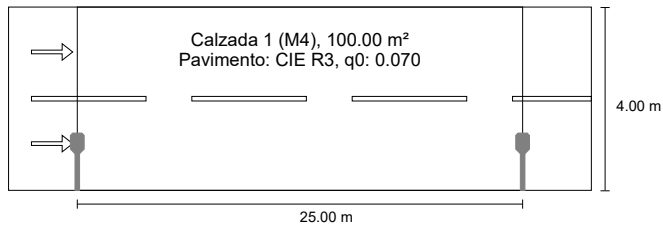
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 6 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A



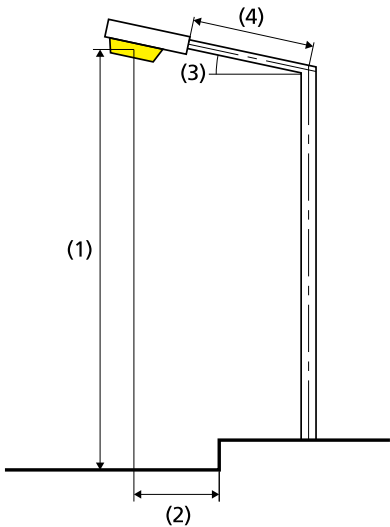
Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.86	✓ 0.64	✓ 0.70	✓ 4	✓ 0.70

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.068 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (422.8 kWh/año)	4.2 kWh/m² año



Lámpara:	1xECO113-2S/740
Flujo luminoso (luminaria):	9484.85 lm
Flujo luminoso (lámpara):	11329.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 105.7 W
W/km:	4228.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	1.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	465 cd/klm
a 80°:	20.5 cd/klm
a 90°:	0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*4

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.86	✓ 0.64	✓ 0.70	✓ 4	✓ 0.70

Observador respectivo (2):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 1.000, 1.500)	0.86	0.69	0.70	3
Observador 2	(-60.000, 3.000, 1.500)	0.88	0.64	0.77	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

3.667	28.4	22.9	16.6	11.4	9.32	9.32	11.4	16.6	22.9	28.4
3.000	28.8	22.9	16.1	11.1	9.06	9.06	11.1	16.1	22.9	28.8
2.333	27.8	21.9	15.1	10.6	8.57	8.57	10.6	15.1	21.9	27.8
1.667	25.1	19.8	13.9	9.88	7.88	7.88	9.88	13.9	19.8	25.1
1.000	21.5	17.3	12.9	8.95	7.05	7.05	8.95	12.9	17.3	21.5
0.333	18.9	15.9	11.8	8.08	6.11	6.11	8.08	11.8	15.9	18.9
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.5	6.11	28.8	0.394	0.212

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

3.667	0.88	0.79	0.70	0.71	0.78	0.83	0.87	0.99	0.99	0.94
3.000	0.92	0.84	0.75	0.77	0.85	0.92	0.94	1.03	1.04	0.98
2.333	0.91	0.83	0.78	0.83	0.92	0.99	1.03	1.04	1.03	0.98
1.667	0.85	0.79	0.76	0.82	0.93	1.01	1.06	1.03	0.99	0.92
1.000	0.75	0.71	0.69	0.75	0.86	0.95	1.00	0.98	0.88	0.82
0.333	0.65	0.63	0.60	0.62	0.70	0.81	0.88	0.88	0.80	0.70
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.86	0.60	1.06	0.693	0.563

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

3.667	1.32	1.19	1.05	1.06	1.16	1.25	1.30	1.48	1.48	1.40
3.000	1.37	1.25	1.12	1.15	1.27	1.38	1.40	1.54	1.55	1.46
2.333	1.36	1.24	1.16	1.24	1.37	1.48	1.54	1.56	1.54	1.46
1.667	1.27	1.18	1.14	1.23	1.38	1.51	1.58	1.54	1.47	1.38
1.000	1.12	1.05	1.04	1.11	1.28	1.42	1.49	1.47	1.32	1.23
0.333	0.97	0.93	0.89	0.92	1.04	1.21	1.32	1.31	1.19	1.05
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.29	0.89	1.58	0.693	0.563

Observador 2

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

3.667	0.91	0.84	0.76	0.76	0.83	0.88	0.90	1.02	1.02	0.96
3.000	0.95	0.88	0.81	0.84	0.92	0.98	0.99	1.06	1.06	1.00
2.333	0.95	0.88	0.83	0.89	0.98	1.05	1.08	1.08	1.06	1.00
1.667	0.87	0.81	0.78	0.85	0.96	1.04	1.08	1.05	1.00	0.93
1.000	0.74	0.69	0.68	0.73	0.85	0.94	0.99	0.97	0.88	0.81
0.333	0.62	0.59	0.56	0.58	0.67	0.78	0.85	0.86	0.78	0.69
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
0.88	0.56	1.08	0.641	0.523

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

3.667	1.36	1.26	1.14	1.13	1.25	1.32	1.35	1.52	1.52	1.43
3.000	1.42	1.32	1.21	1.26	1.37	1.46	1.48	1.58	1.58	1.49
2.333	1.42	1.32	1.24	1.33	1.47	1.56	1.60	1.61	1.58	1.50
1.667	1.30	1.21	1.17	1.27	1.44	1.56	1.61	1.57	1.49	1.39
1.000	1.10	1.03	1.02	1.09	1.26	1.41	1.48	1.45	1.31	1.21
0.333	0.93	0.89	0.84	0.87	0.99	1.16	1.27	1.28	1.16	1.03
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 6 Puntos

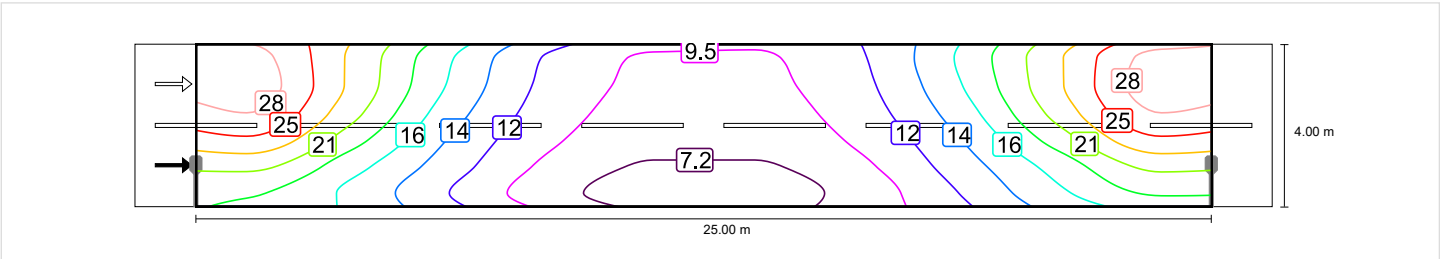
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.31	0.84	1.61	0.641	0.523

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.86	✓ 0.64	✓ 0.70	✓ 4	✓ 0.70

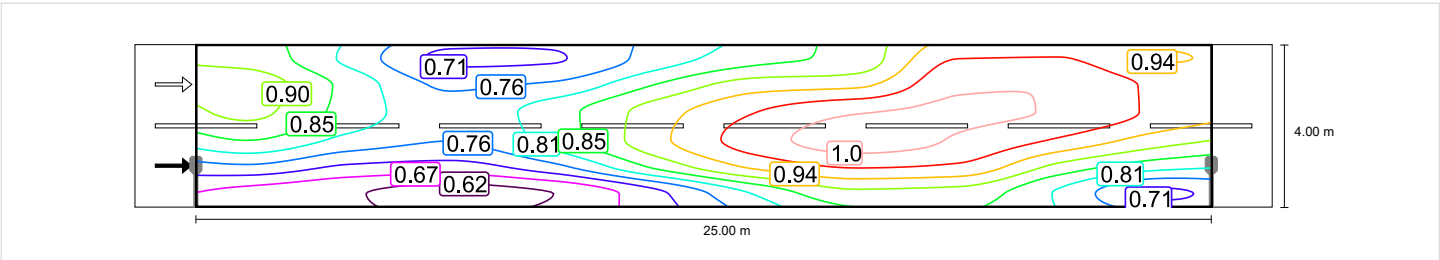
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

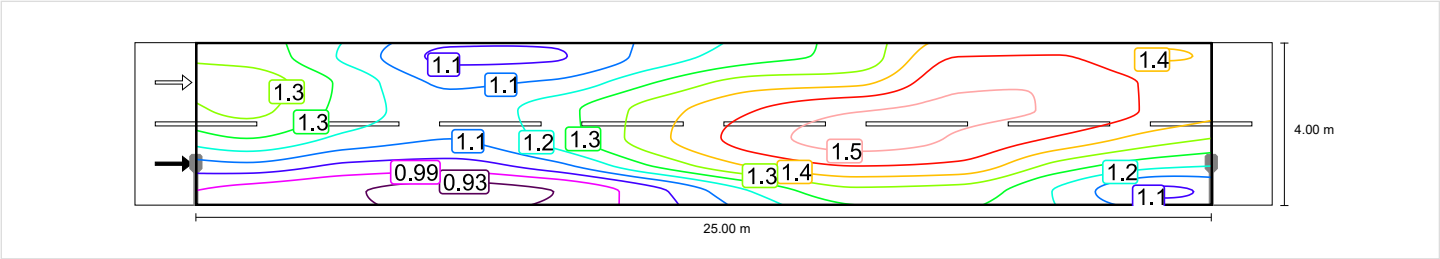
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

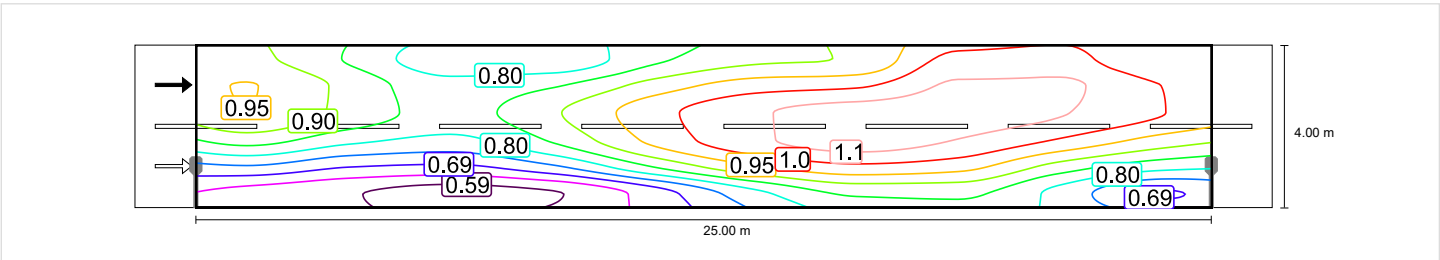
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

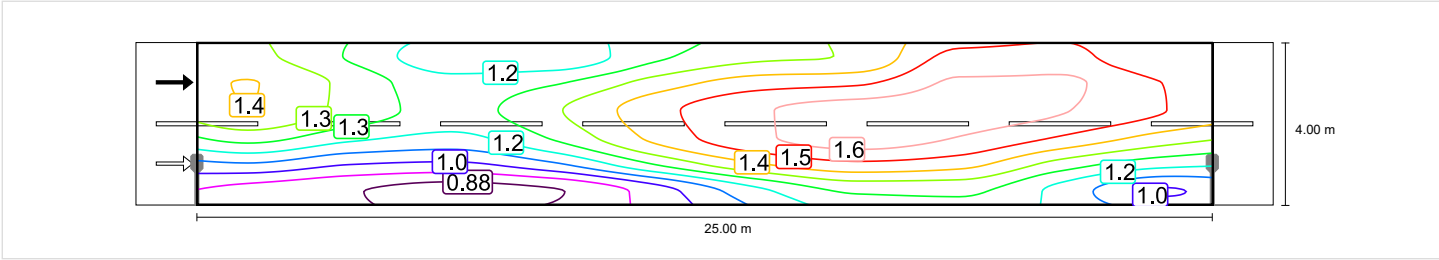
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



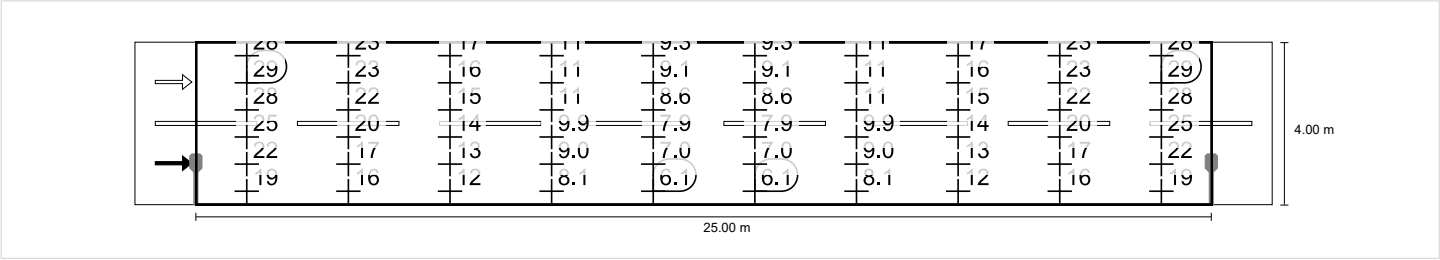
Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 6 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 0.86	✓ 0.64	✓ 0.70	✓ 4	✓ 0.70

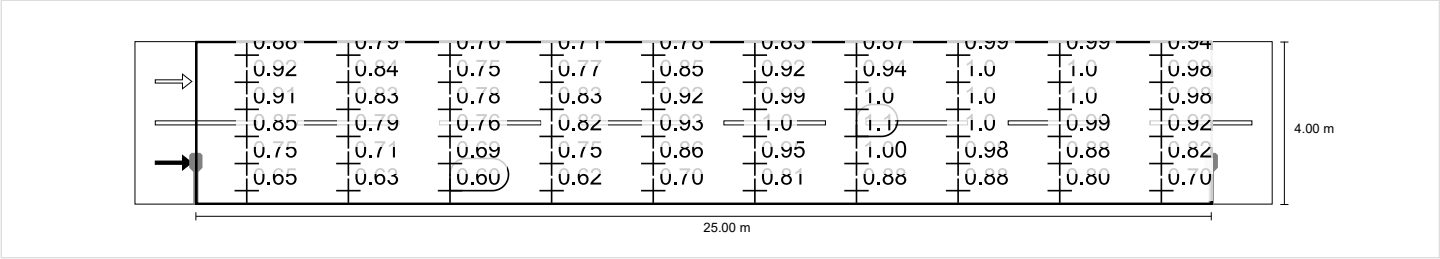
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

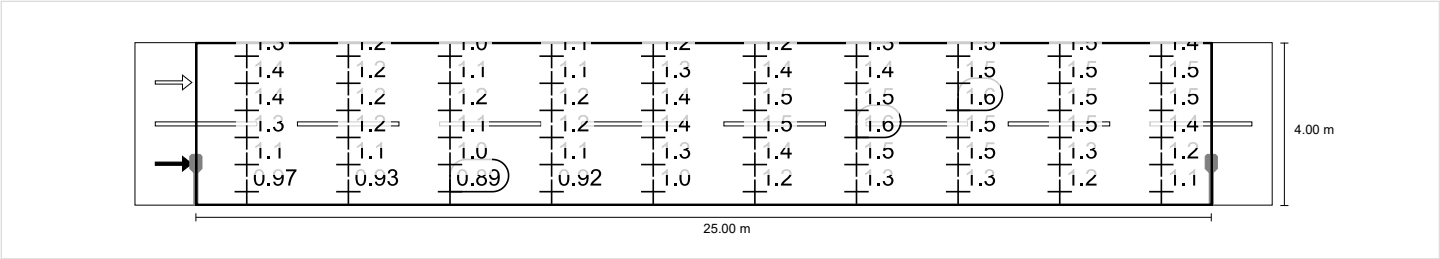
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

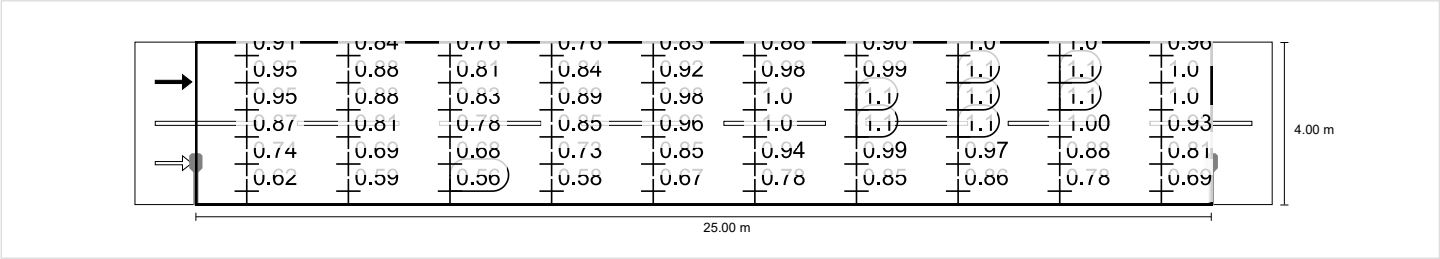
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

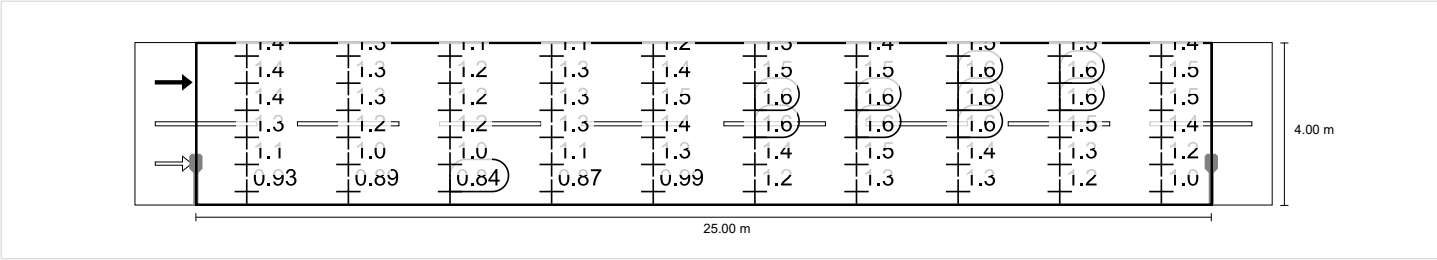
Observador 2

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva

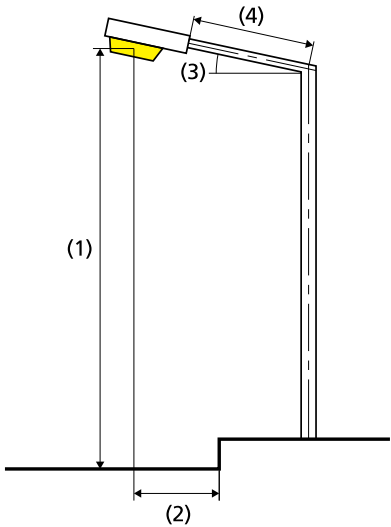
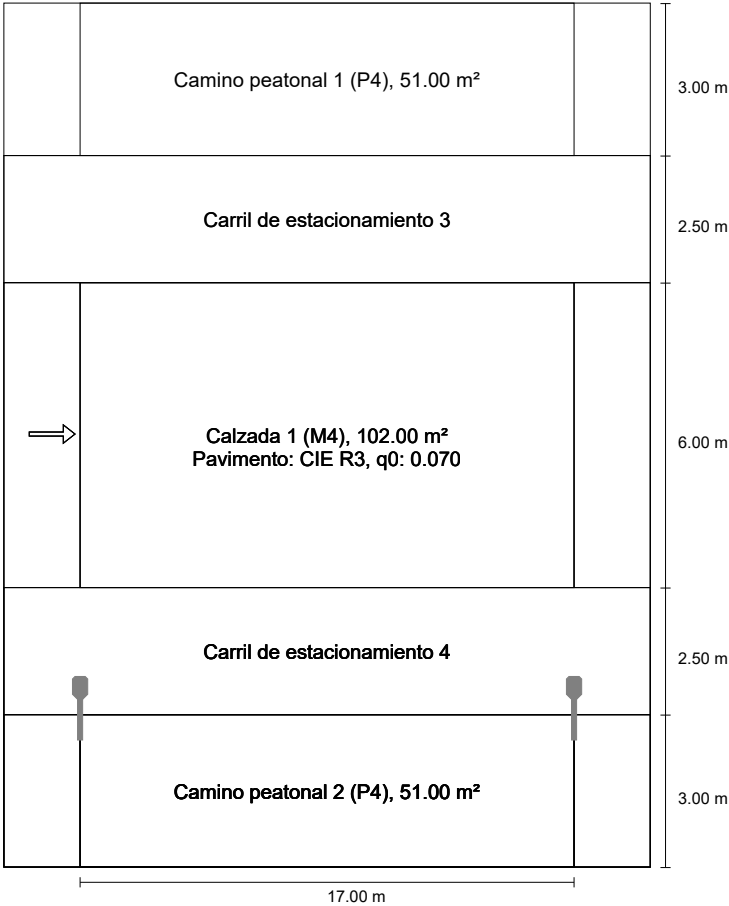


Escala: 1 : 200

B) SECCIÓN TIPO COMPARATIVA

SECCIÓN 1 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	9027.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	17.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	-2.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 4.54	✗ 2.59

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✗ 0.39	✓ 0.61	✓ 4	✓ 0.33

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 32.76	✓ 20.92

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.036 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	3.0 kWh/m² año

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✗ 0.39	✓ 0.61	✓ 4	✓ 0.33

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 8.500, 1.500)	1.13	0.39	0.61	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

10.500	14.1	14.4	15.0	14.8	14.9	16.7	19.2	17.2	12.4	12.5
8.500	21.5	21.2	21.6	21.1	20.1	22.6	27.5	25.5	20.4	20.8
6.500	32.0	29.8	28.4	26.3	24.5	29.4	36.6	34.4	29.9	30.3
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.5	12.4	36.6	0.550	0.338

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

10.500	0.56	0.61	0.67	0.72	0.72	0.75	0.76	0.60	0.44	0.47
8.500	0.91	0.96	1.08	1.16	1.18	1.28	1.27	1.03	0.78	0.80
6.500	1.54	1.63	1.77	1.86	1.86	2.11	2.22	1.69	1.29	1.32
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.13	0.44	2.22	0.388	0.198

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

10.500	0.84	0.90	1.00	1.07	1.07	1.11	1.14	0.90	0.66	0.71
8.500	1.36	1.44	1.61	1.73	1.76	1.90	1.89	1.54	1.16	1.20
6.500	2.30	2.43	2.64	2.78	2.77	3.16	3.31	2.52	1.93	1.98
m	0.850	2.550	4.250	5.950	7.650	9.350	11.050	12.750	14.450	16.150

Trama: 10 x 3 Puntos

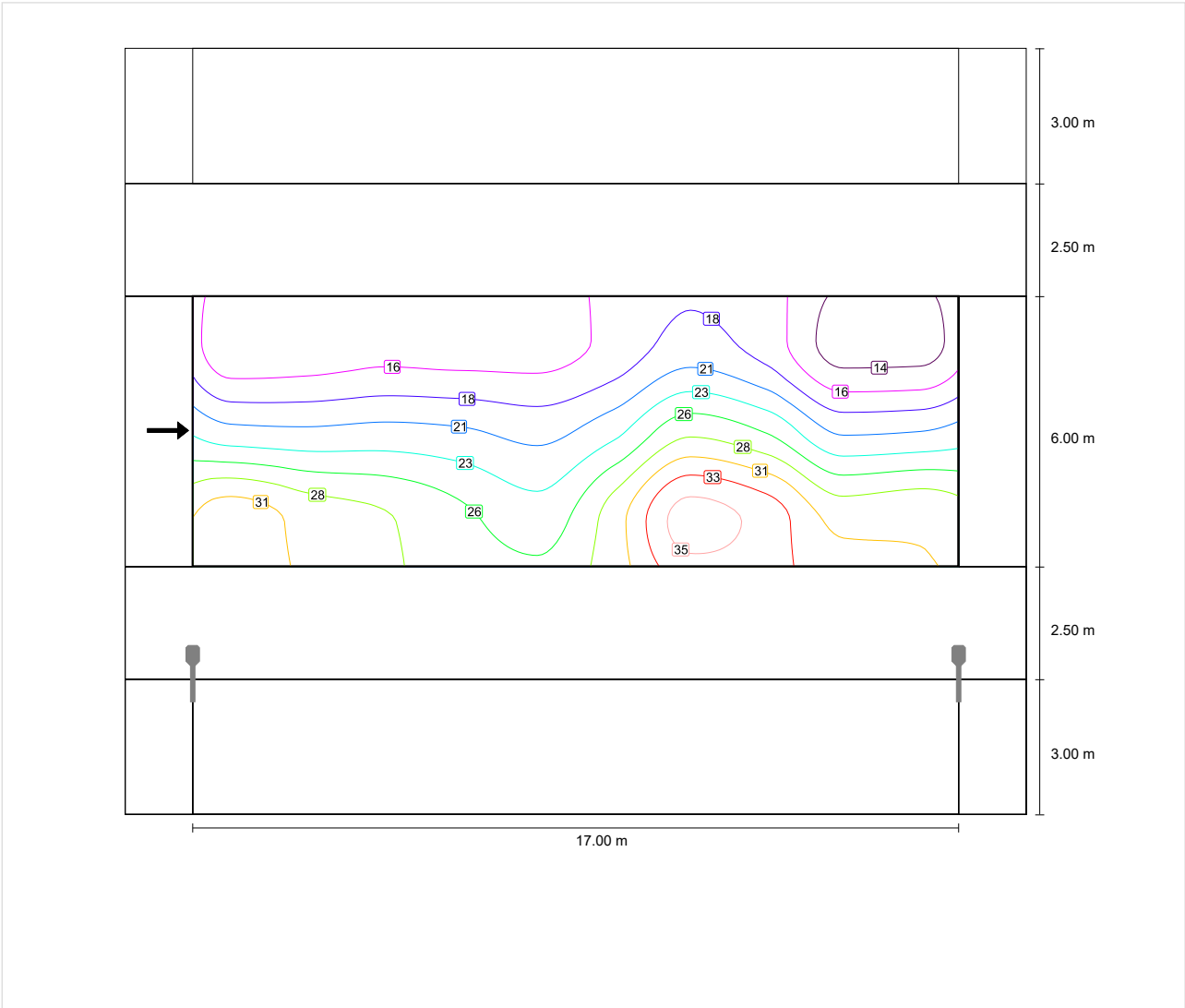
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.69	0.66	3.31	0.388	0.198

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✗ 0.39	✓ 0.61	✓ 4	✓ 0.33

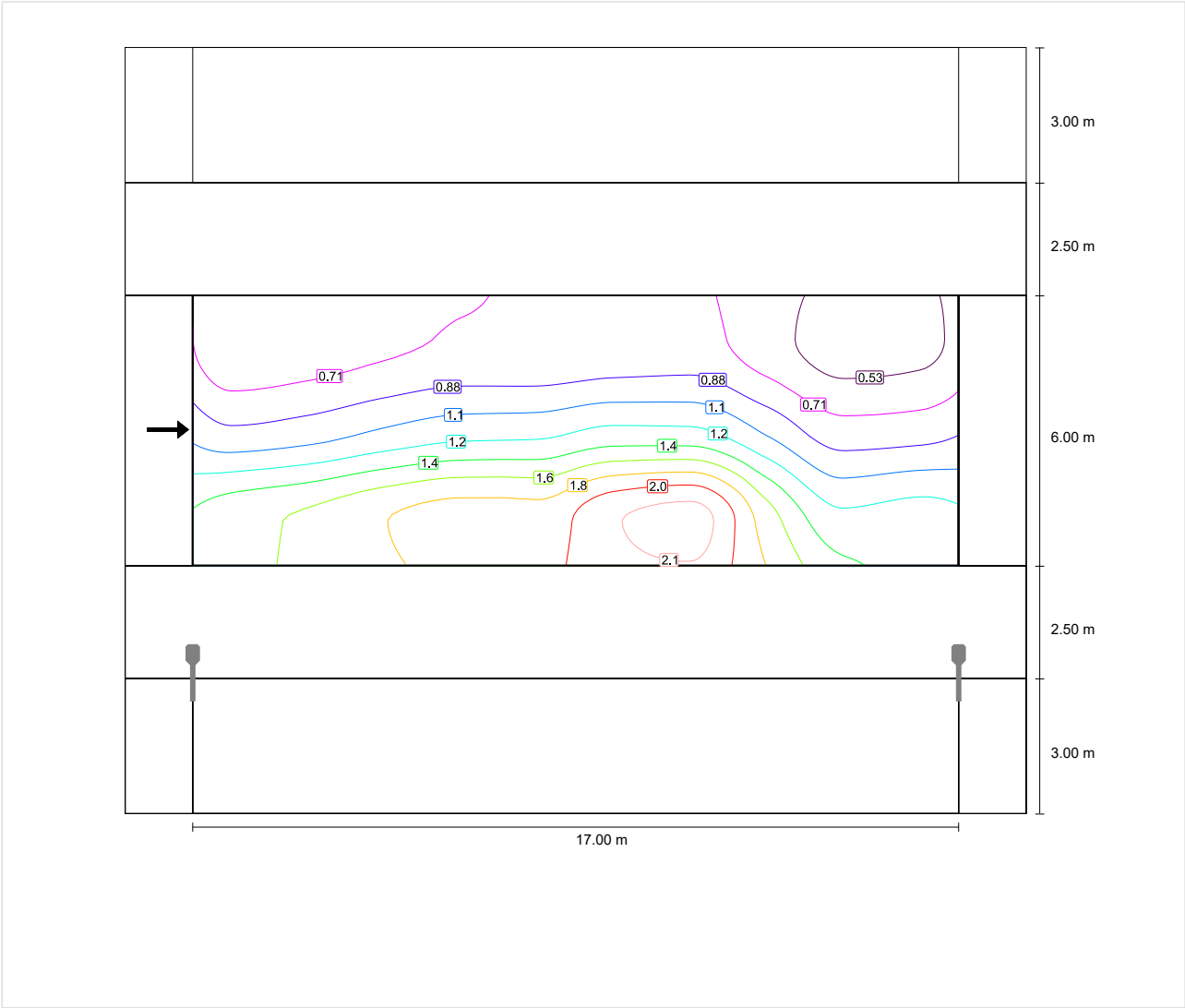
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 100

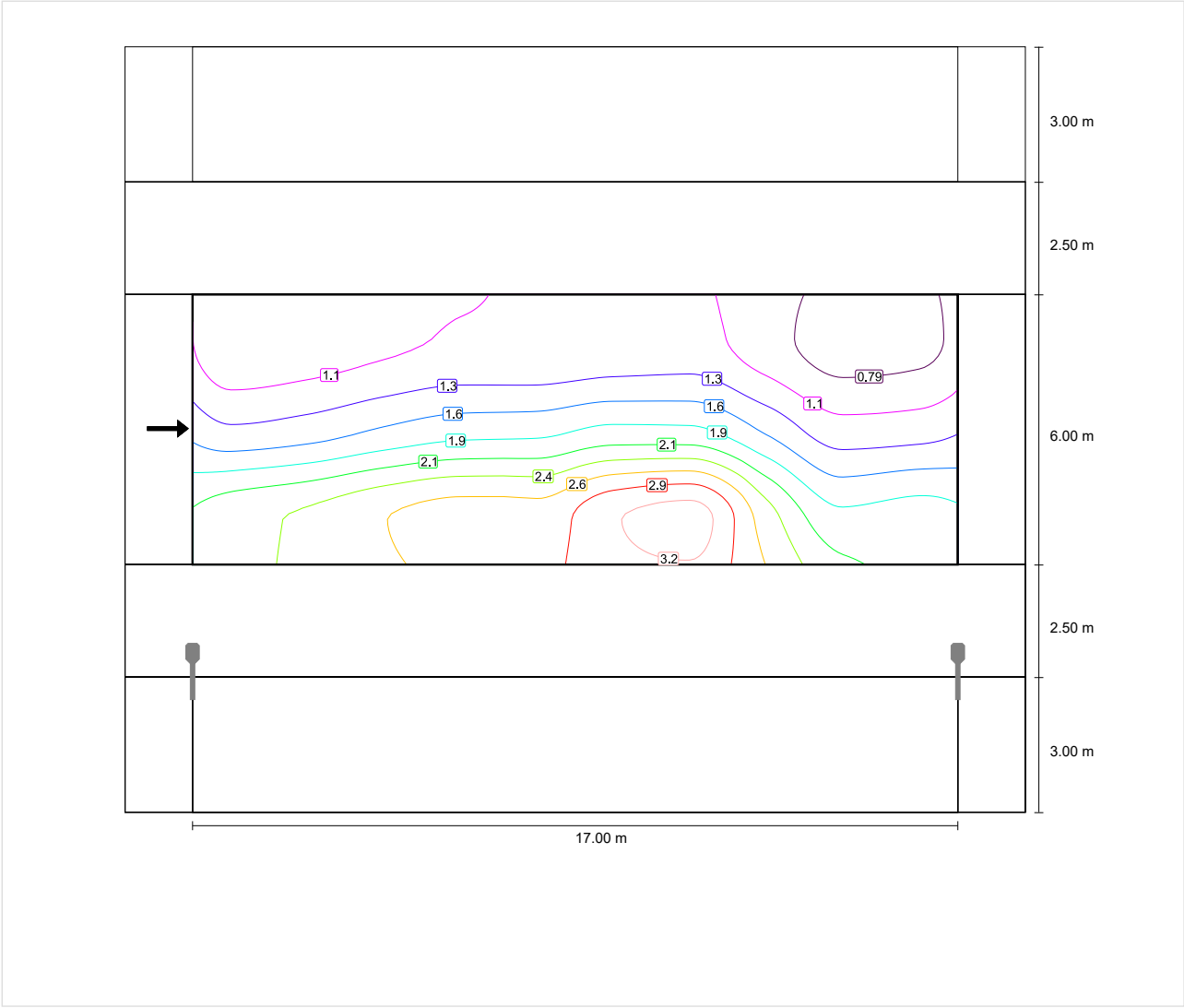
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 100

Luminancia de lámpara nueva



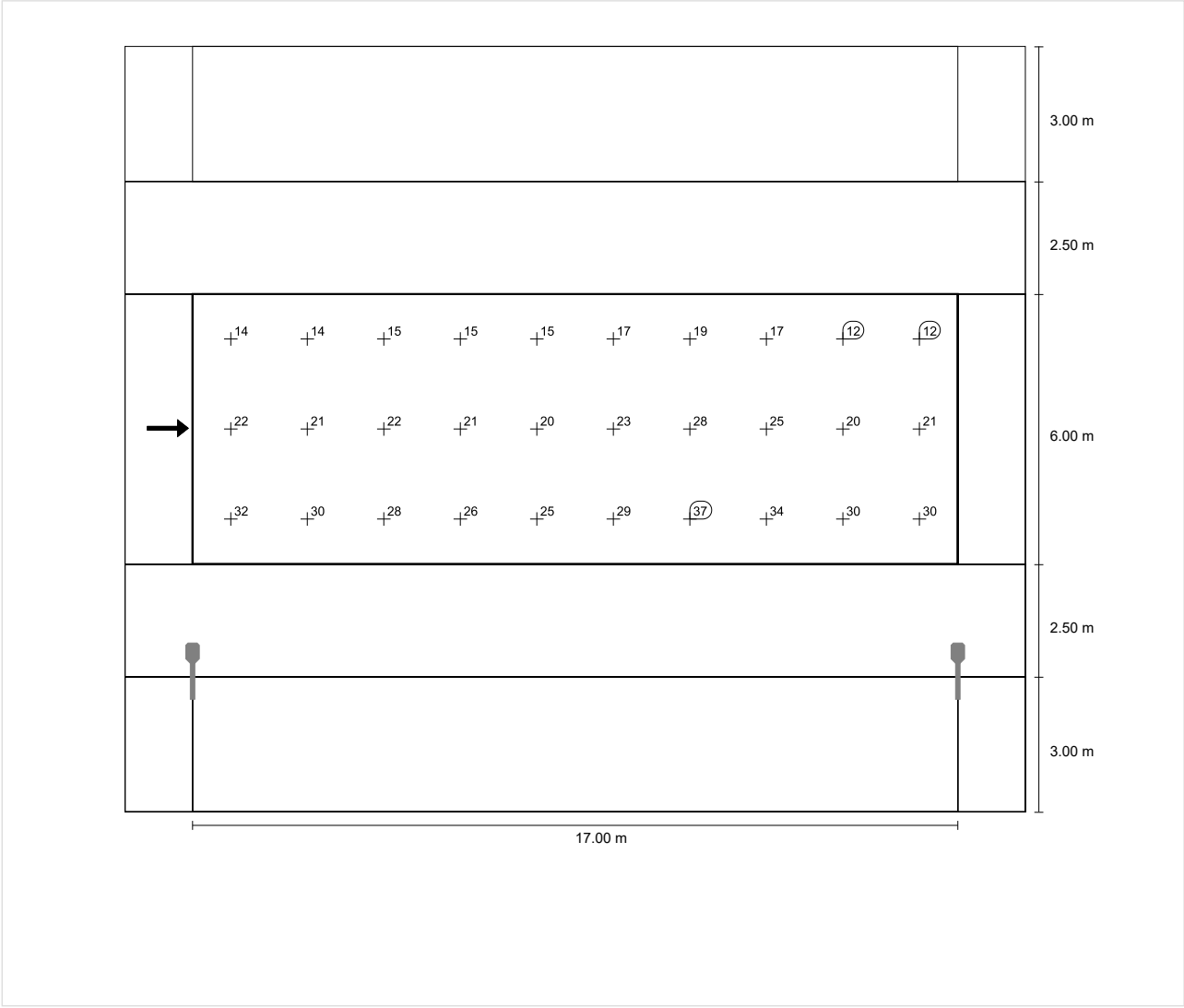
Escala: 1 : 100

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.13	✗ 0.39	✓ 0.61	✓ 4	✓ 0.33

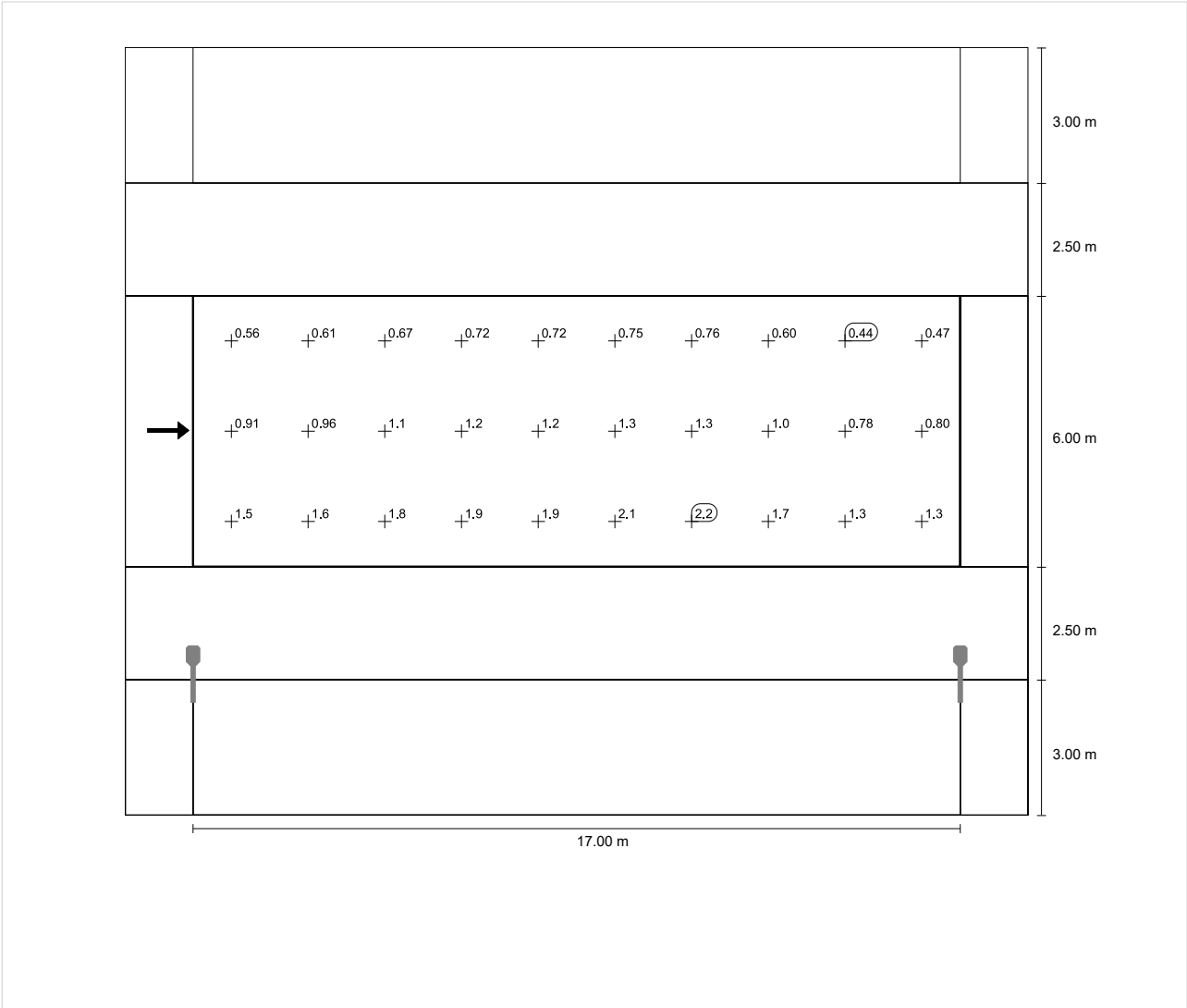
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 100

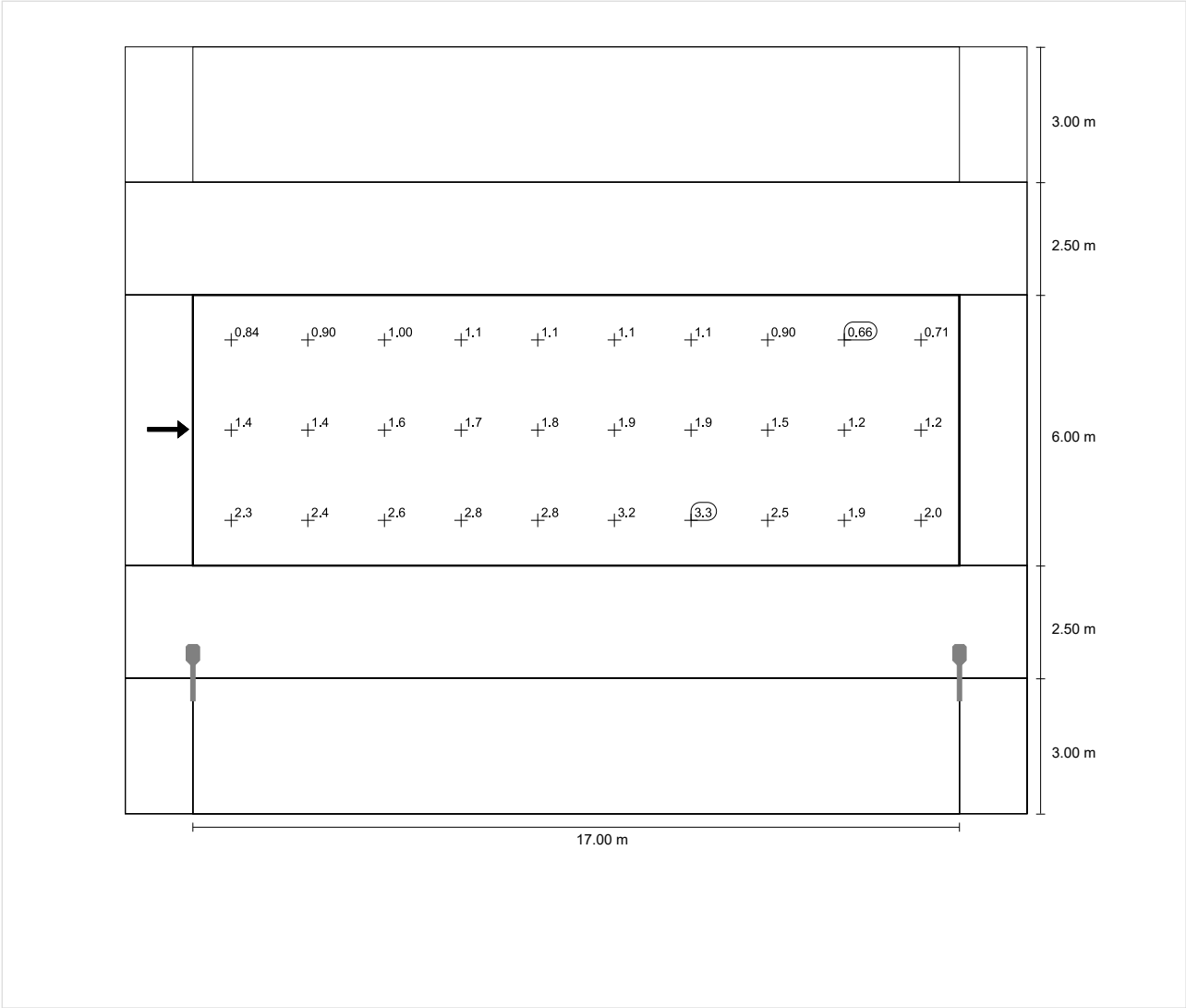
Observador 1

Luminancia en calzada seca



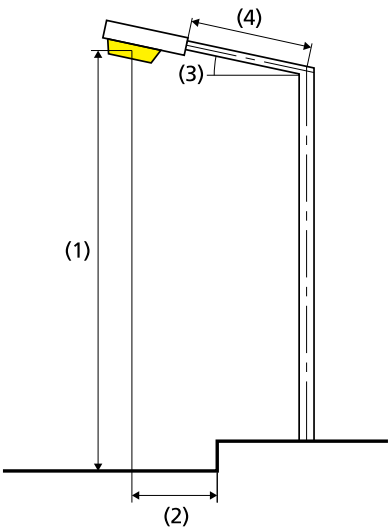
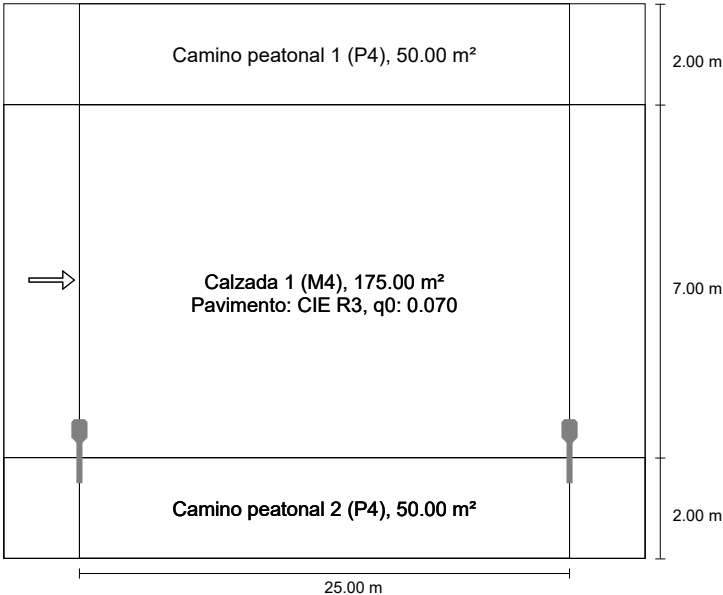
Escala: 1 : 100

Luminancia de lámpara nueva



SECCIÓN 2 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✗ 9.19	✓ 3.22

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.12	✗ 0.32	✗ 0.31	✓ 4	* 0.38

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✗ 23.71	✓ 5.82

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.030 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	2.2 kWh/m² año

Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	6120.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.12	✗ 0.32	✗ 0.31	✓ 4	* 0.38

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 5.500, 1.500)	1.12	0.32	0.31	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.833	17.6	15.8	11.3	5.07	4.91	8.74	15.6	25.0	22.1	17.6
5.500	28.8	23.7	15.1	6.64	6.08	10.8	19.3	34.6	32.1	28.6
3.167	36.0	28.2	16.7	7.40	6.72	11.7	21.2	41.9	39.0	38.5
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
19.9	4.91	41.9	0.247	0.117

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.833	0.53	0.49	0.41	0.36	0.45	0.68	0.93	1.09	0.81	0.56
5.500	0.86	0.75	0.65	0.70	0.91	1.29	1.60	2.07	1.36	0.93
3.167	1.09	0.92	0.79	1.08	1.46	2.02	2.49	3.09	1.86	1.32
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.12	0.36	3.09	0.325	0.117

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.833	0.79	0.73	0.62	0.54	0.67	1.02	1.39	1.62	1.21	0.83
5.500	1.29	1.12	0.96	1.04	1.36	1.92	2.38	3.09	2.03	1.39
3.167	1.62	1.37	1.18	1.61	2.18	3.02	3.71	4.62	2.77	1.97
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.67	0.54	4.62	0.325	0.117

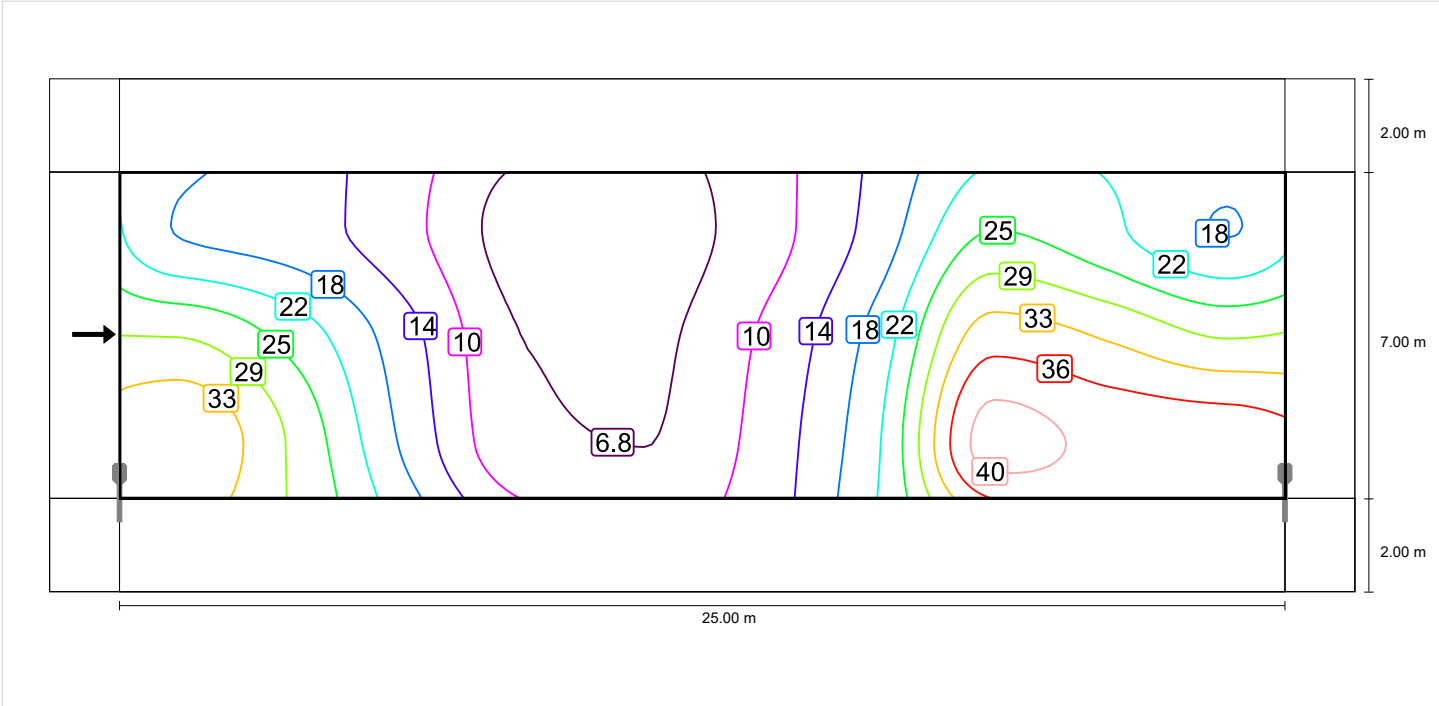
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.12	✗ 0.32	✗ 0.31	✓ 4	* 0.38

* Informativo, no es parte de la evaluación

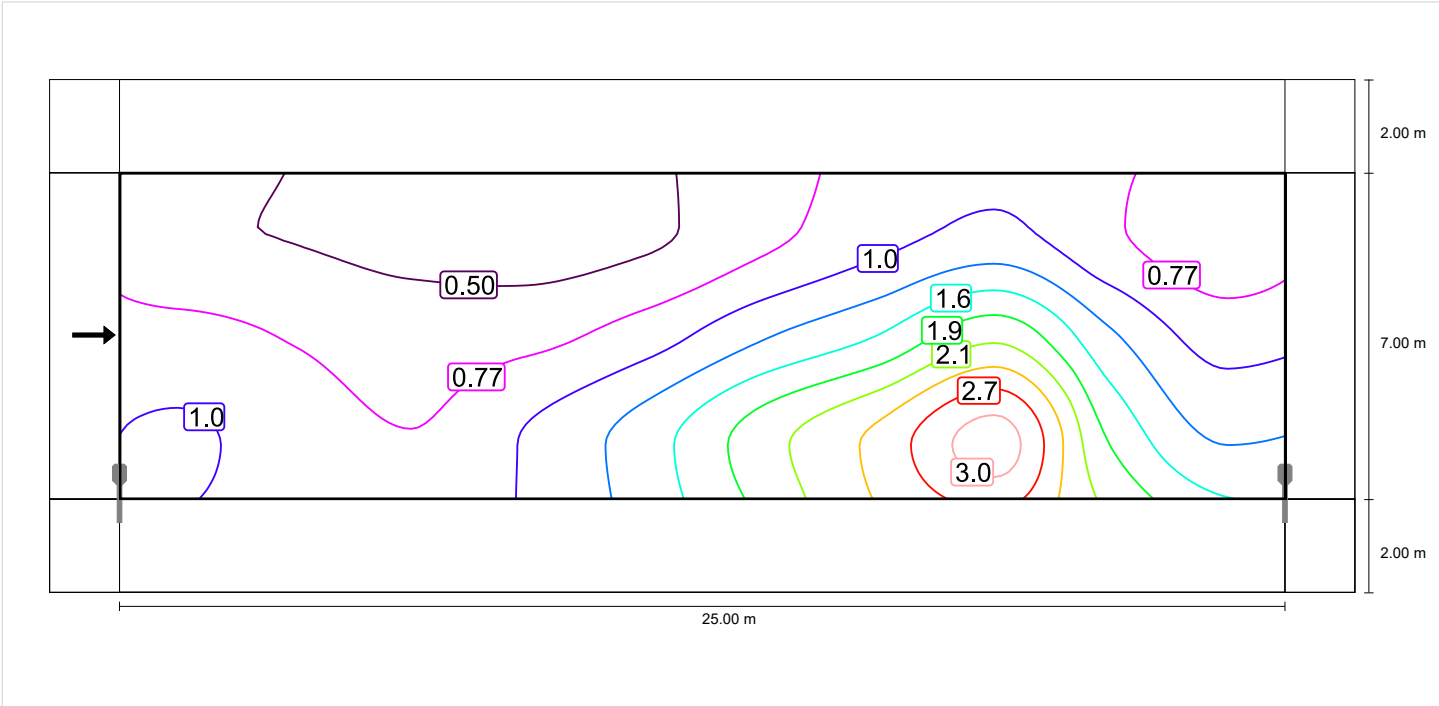
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

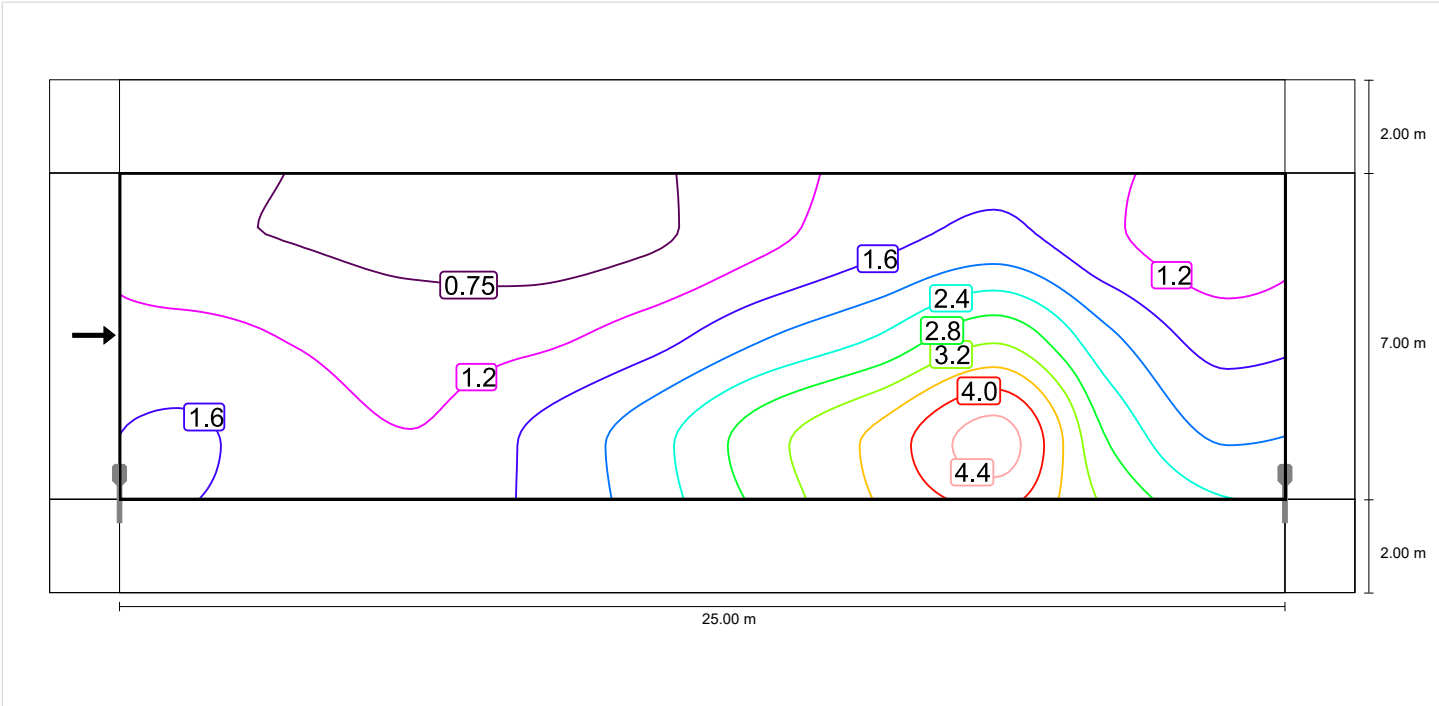
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

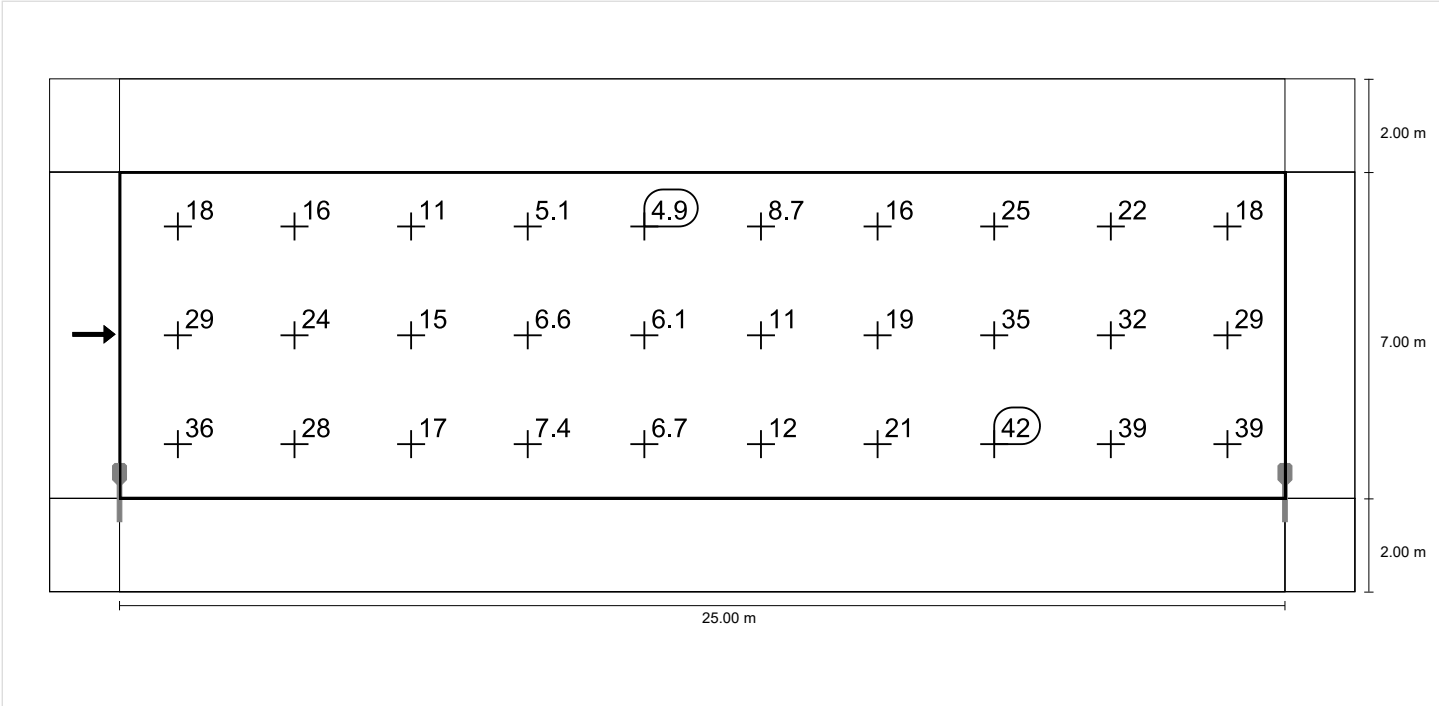
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.12	✗ 0.32	✗ 0.31	✓ 4	* 0.38

* Informativo, no es parte de la evaluación

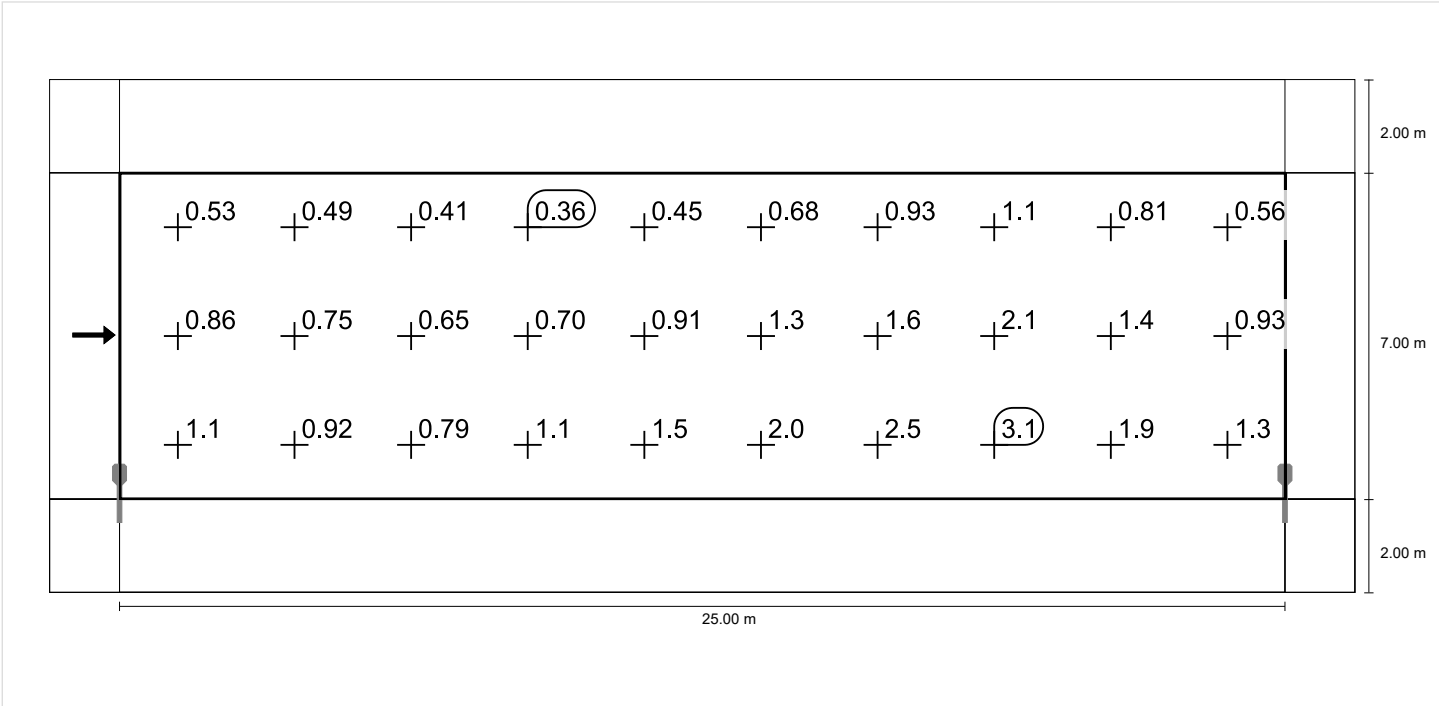
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

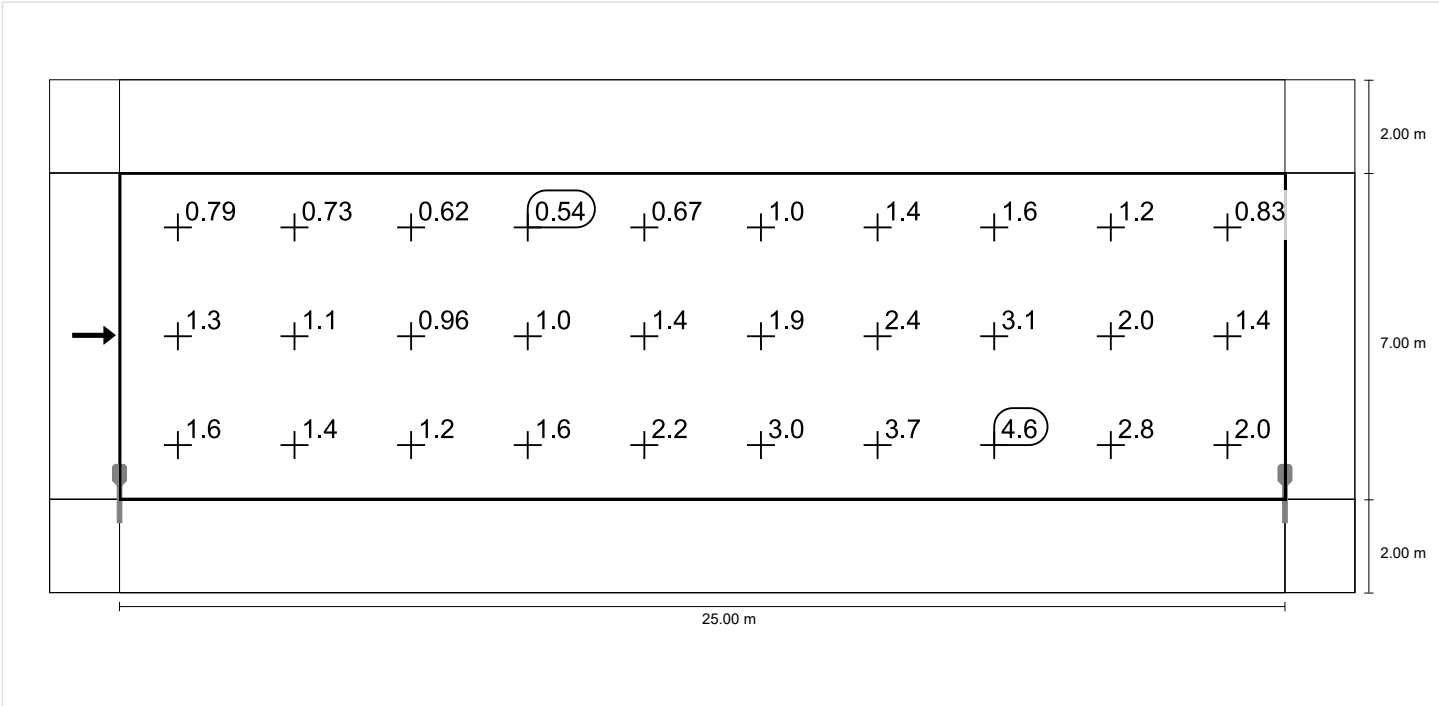
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

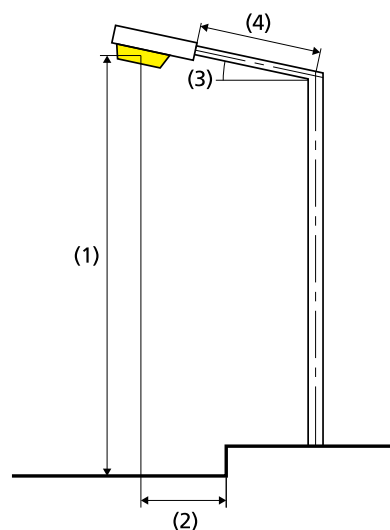
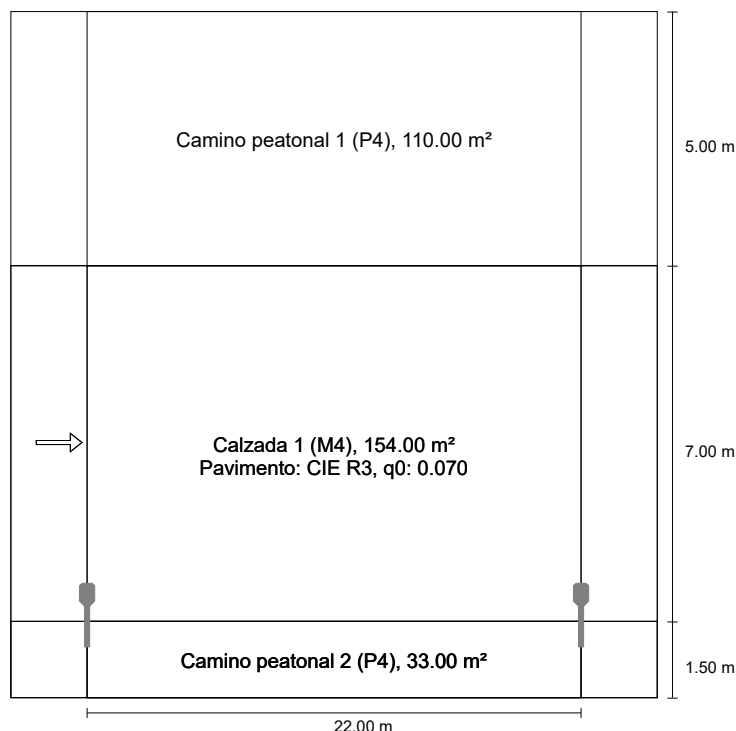
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 3 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 7.57	✓ 3.68

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.27	✓ 0.43	✗ 0.46	✓ 4	* 0.37

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 27.48	✓ 9.97

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	2.1 kWh/m² año

Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	6885.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	22.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00

Valores máximos de la intensidad lumínica

a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm

Clase de potencia lumínica: G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.27	✓ 0.43	✗ 0.46	✓ 4	* 0.37

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 5.000, 1.500)	1.27	0.43	0.46	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.333	17.8	17.0	14.0	9.52	8.02	12.0	19.7	26.4	20.4	17.9
5.000	29.5	26.1	19.9	12.5	9.82	14.8	26.8	36.5	31.6	28.9
2.667	36.5	30.8	22.7	13.3	11.0	16.3	30.4	42.7	38.8	38.7
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
22.7	8.02	42.7	0.354	0.188

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.333	0.55	0.59	0.60	0.56	0.63	0.80	1.05	1.06	0.73	0.57
5.000	0.93	0.96	1.02	1.04	1.20	1.43	1.91	2.02	1.28	0.96
2.667	1.18	1.18	1.43	1.57	1.90	2.25	2.94	2.76	1.76	1.35
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.27	0.55	2.94	0.433	0.188

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.333	0.82	0.87	0.89	0.84	0.94	1.19	1.57	1.59	1.09	0.85
5.000	1.39	1.44	1.52	1.56	1.79	2.13	2.85	3.01	1.91	1.43
2.667	1.75	1.75	2.14	2.34	2.83	3.36	4.39	4.13	2.62	2.02
m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.90	0.82	4.39	0.433	0.188

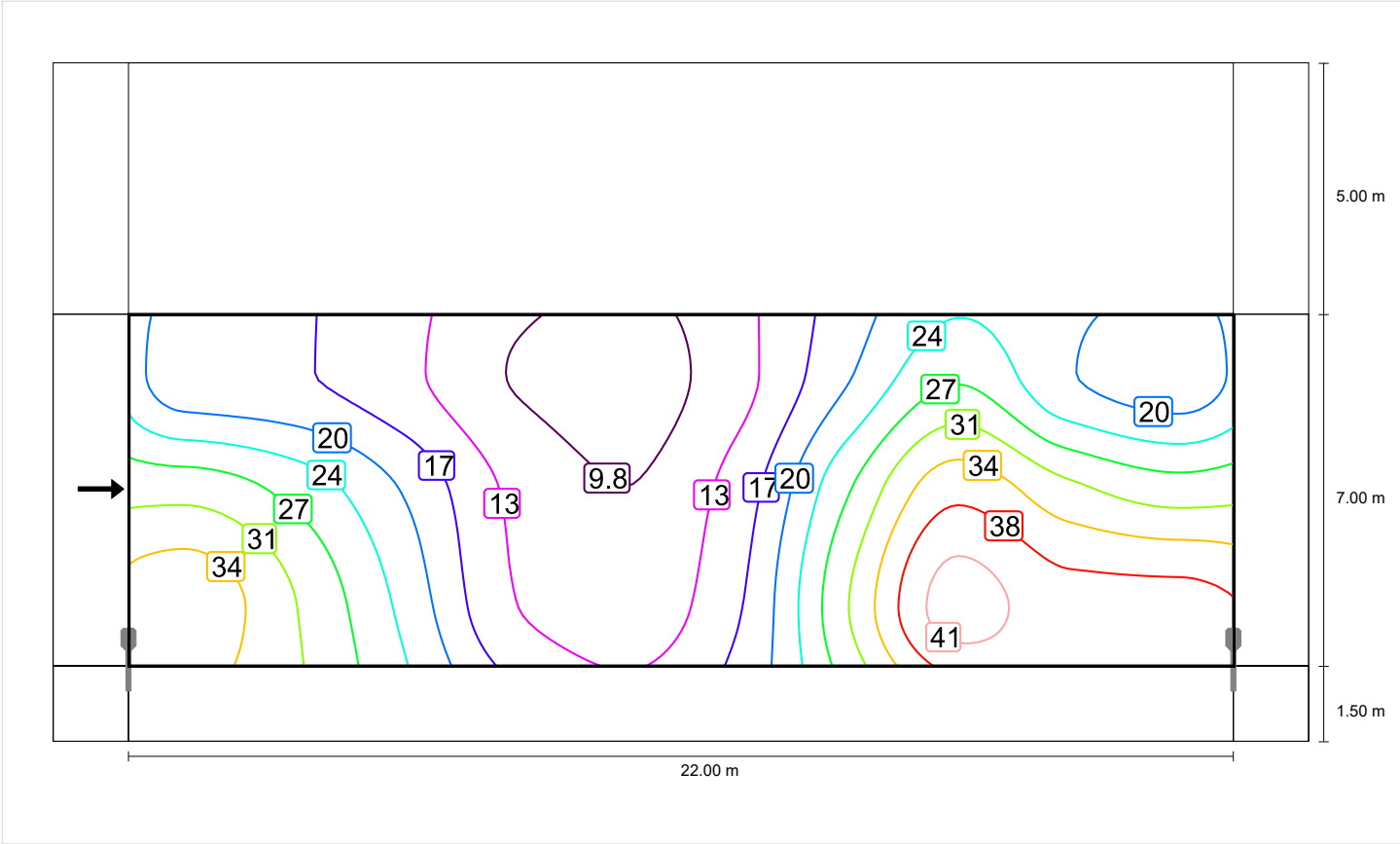
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.27	✓ 0.43	✗ 0.46	✓ 4	* 0.37

* Informativo, no es parte de la evaluación

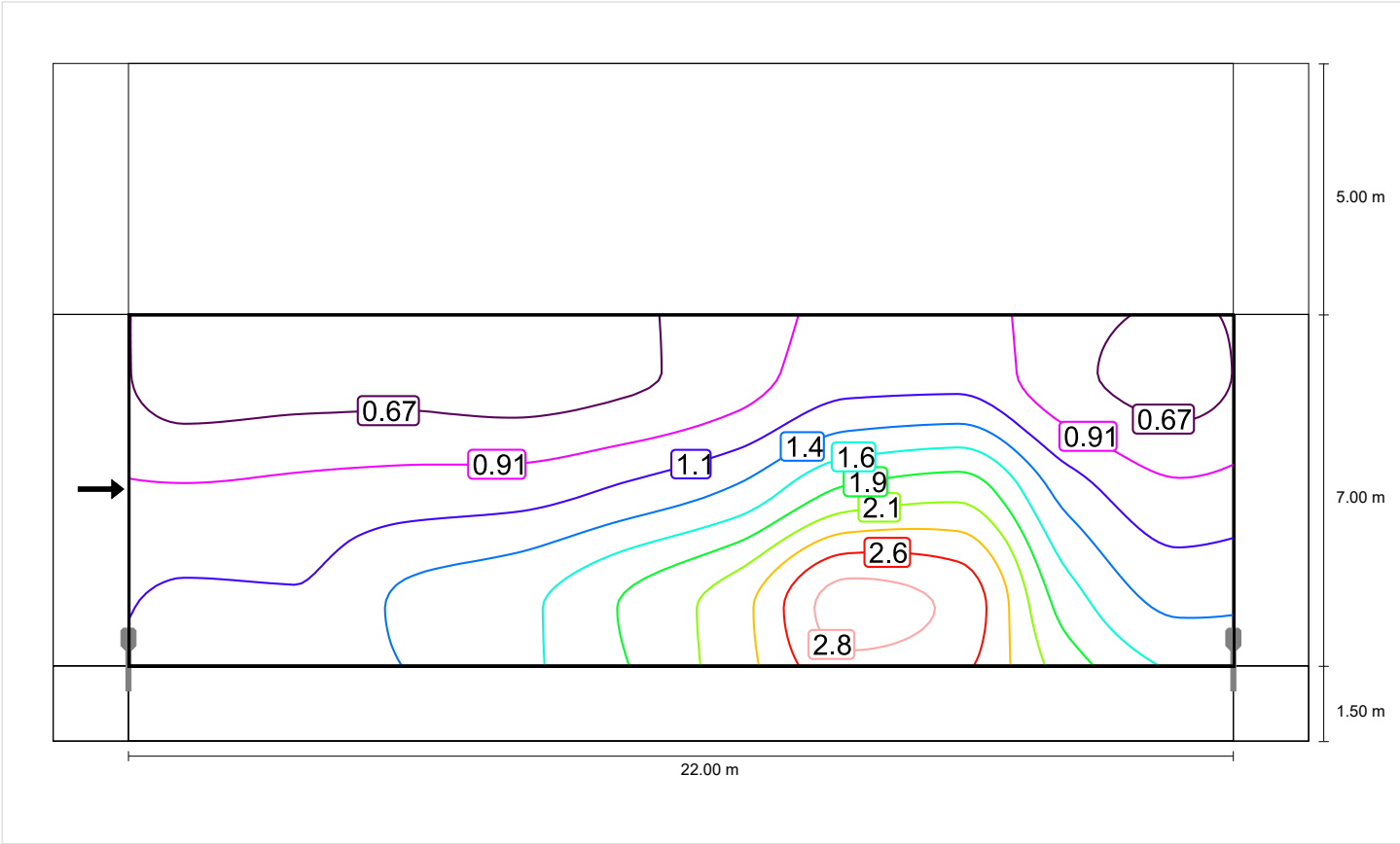
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

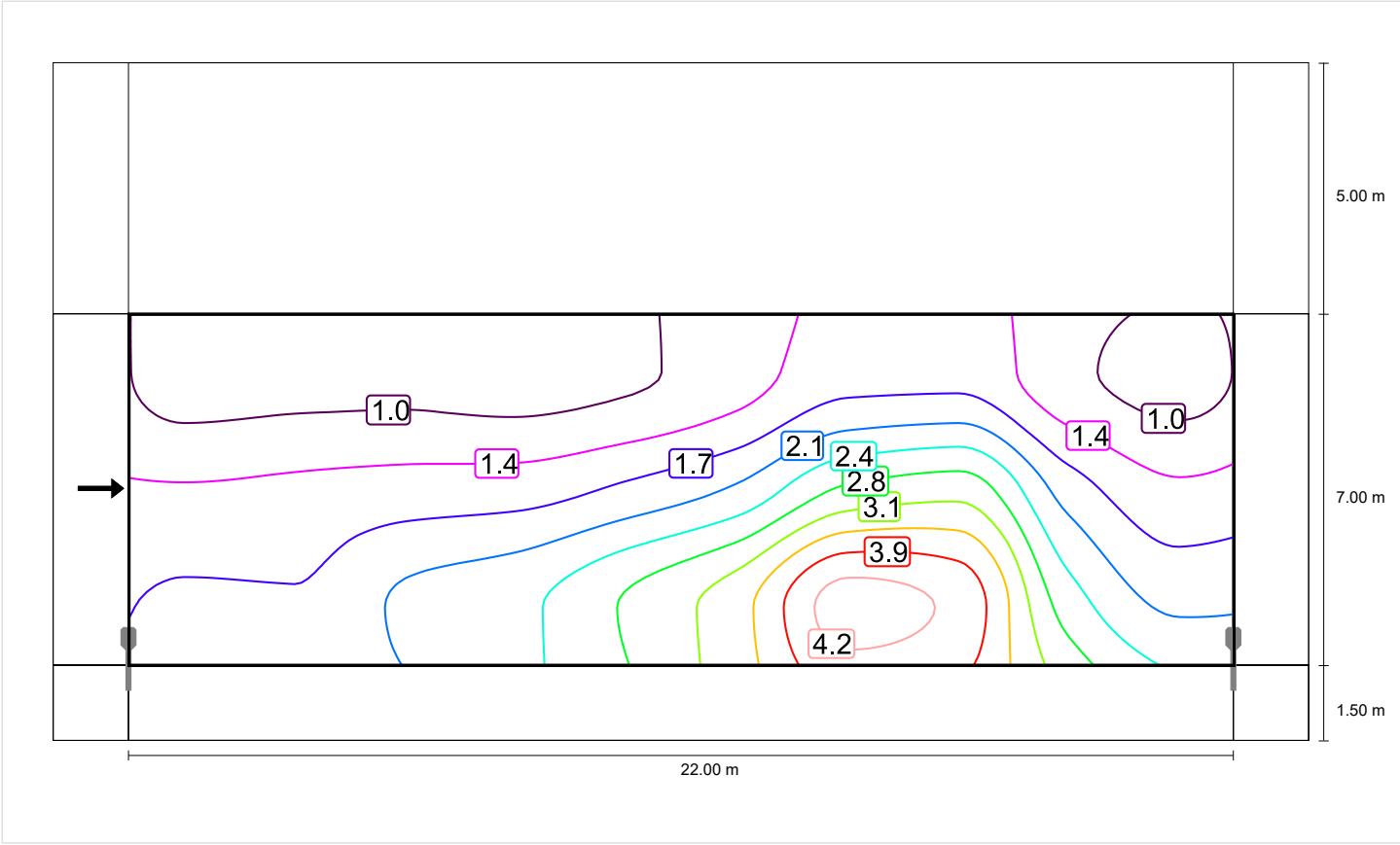
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

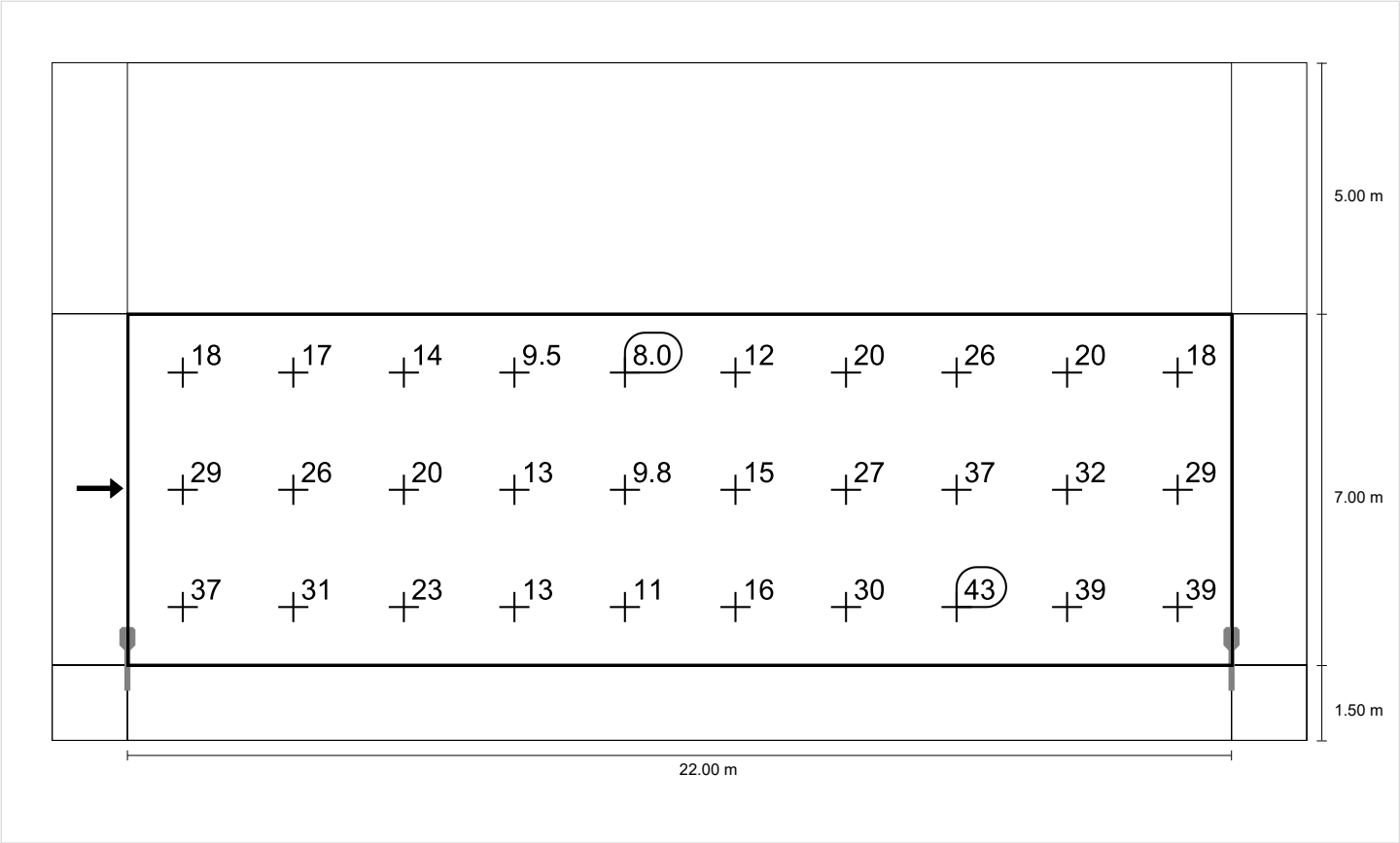
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.27	✓ 0.43	✗ 0.46	✓ 4	* 0.37

* Informativo, no es parte de la evaluación

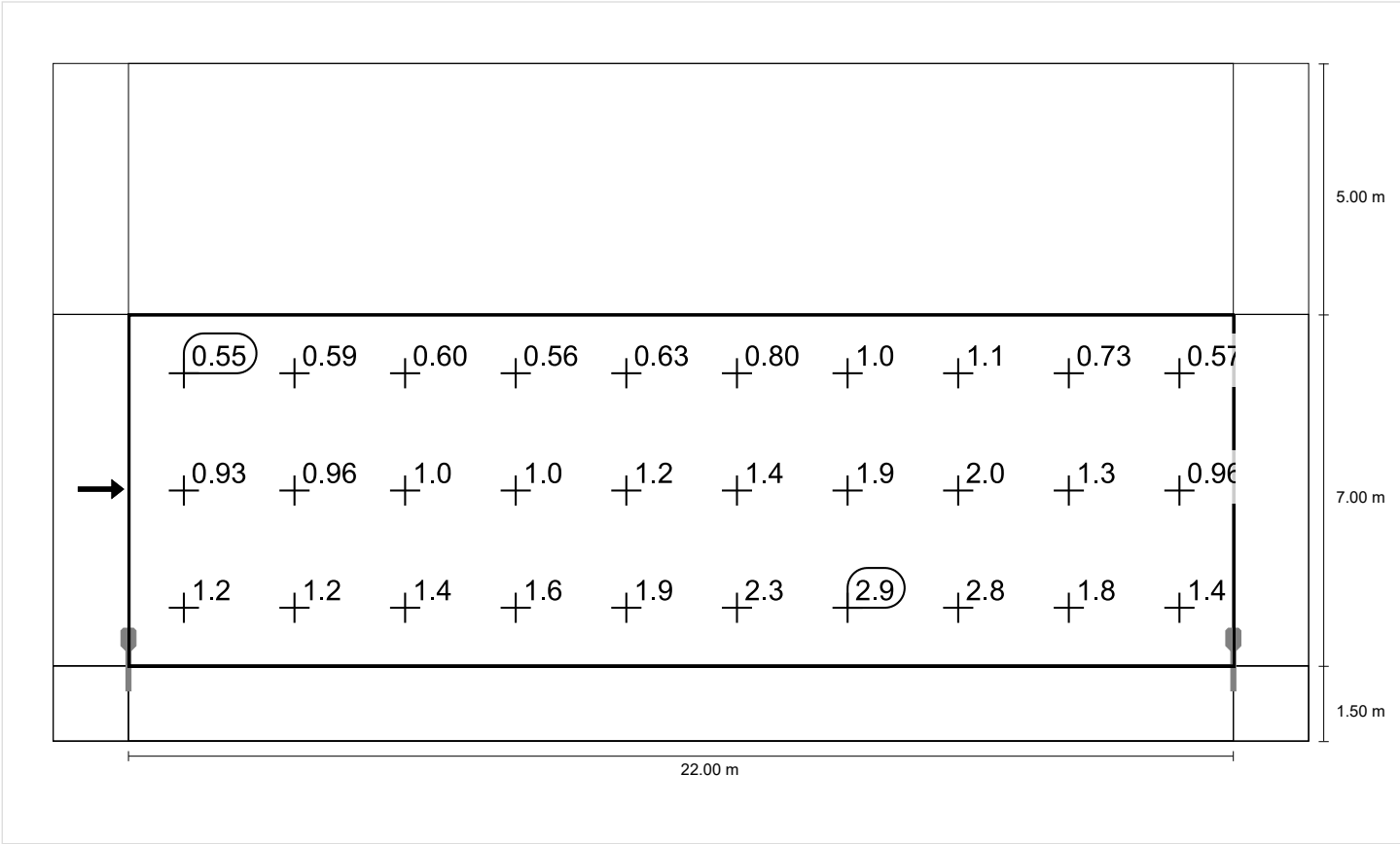
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

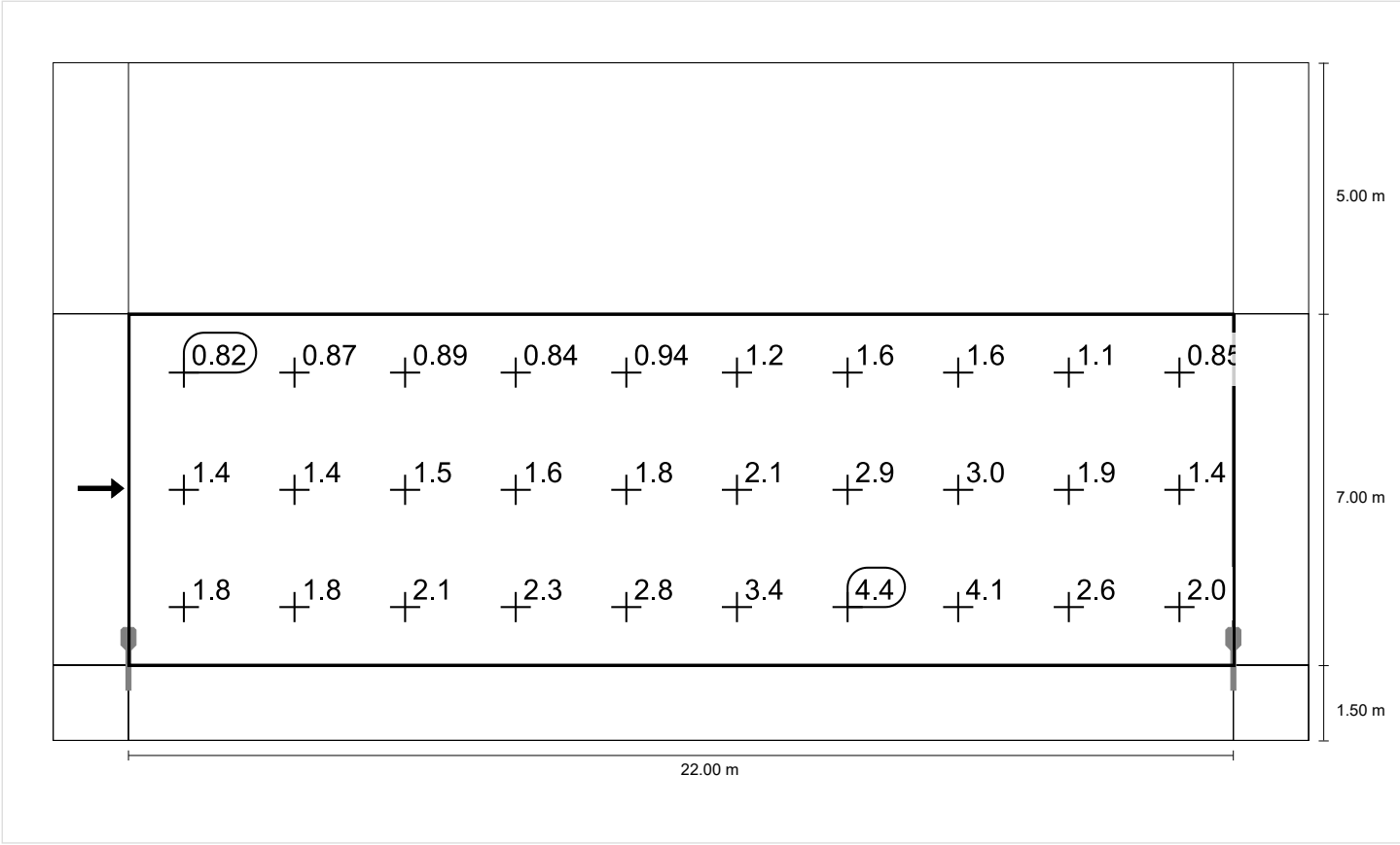
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

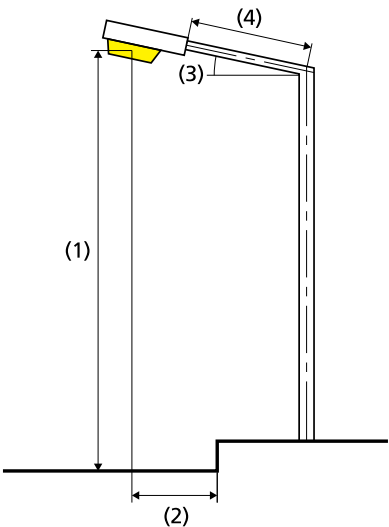
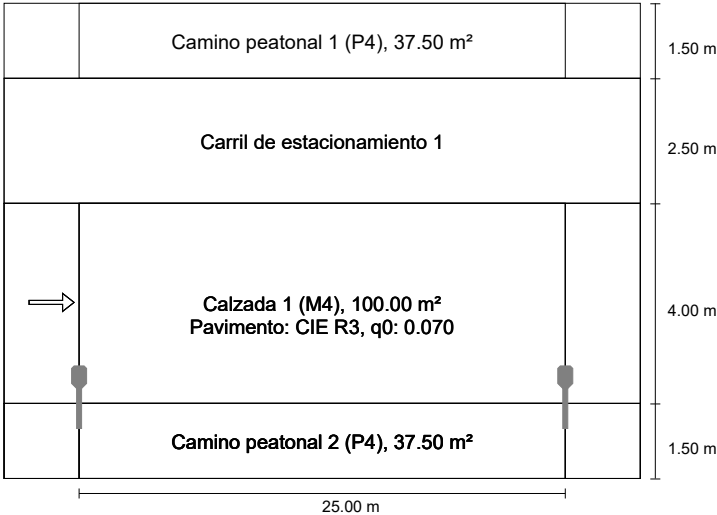
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 4 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✓ 10.86	✓ 3.65

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.40	✓ 0.44	✗ 0.27	✓ 4	✓ 0.60

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 24.28	✓ 6.24

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.042 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	3.5 kWh/m² año

Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	6120.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.40	✓ 0.44	✗ 0.27	✓ 4	✓ 0.60

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 3.500, 1.500)	1.40	0.44	0.27	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

4.833	29.5	24.1	15.3	6.72	6.17	11.0	19.6	35.4	32.8	29.6
3.500	34.3	27.3	16.3	7.24	6.53	11.7	21.0	40.3	37.6	35.8
2.167	36.6	28.4	16.8	7.46	6.80	11.6	21.5	43.1	40.4	39.2
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
23.3	6.17	43.1	0.264	0.143

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

4.833	0.87	0.75	0.62	0.68	0.89	1.28	1.61	2.12	1.39	0.95
3.500	1.04	0.89	0.75	0.96	1.26	1.79	2.22	2.76	1.72	1.21
2.167	1.10	0.91	0.78	1.05	1.47	2.01	2.53	3.19	1.93	1.36
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.40	0.62	3.19	0.444	0.195

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

4.833	1.30	1.12	0.93	1.01	1.33	1.91	2.40	3.16	2.07	1.42
3.500	1.55	1.33	1.12	1.44	1.88	2.67	3.31	4.12	2.56	1.80
2.167	1.64	1.36	1.17	1.57	2.19	2.99	3.77	4.77	2.88	2.02
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

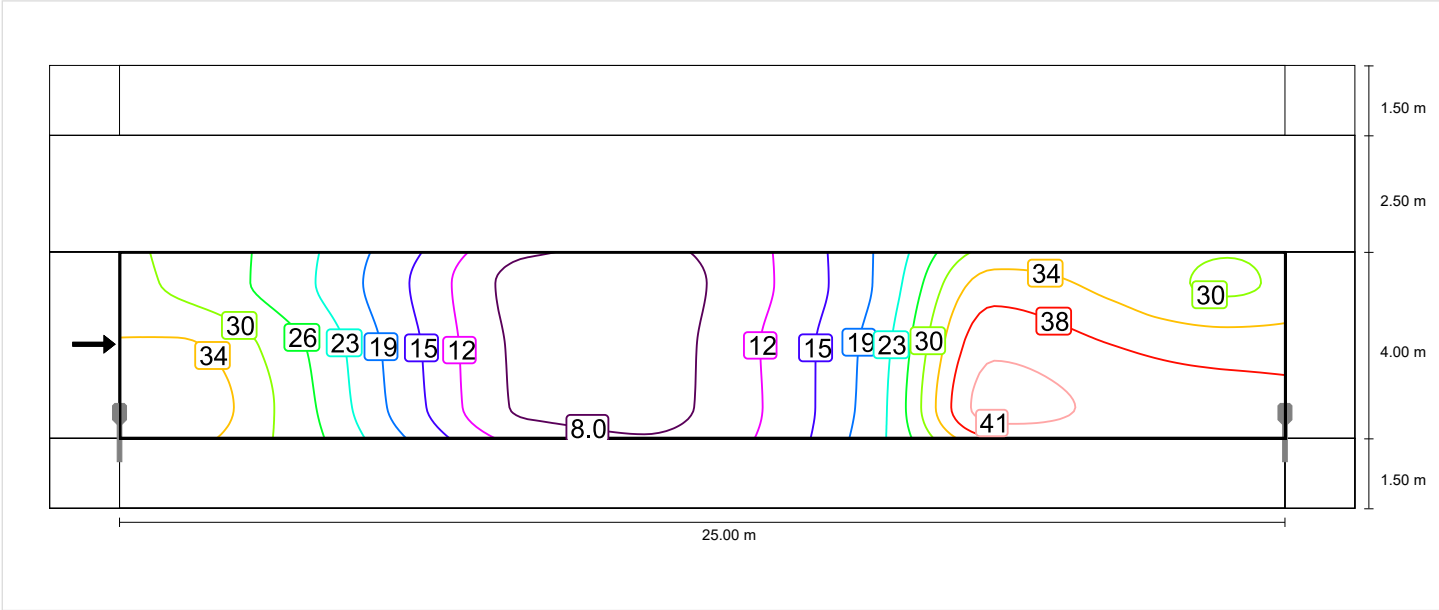
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
2.09	0.93	4.77	0.444	0.195

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.40	✓ 0.44	✗ 0.27	✓ 4	✓ 0.60

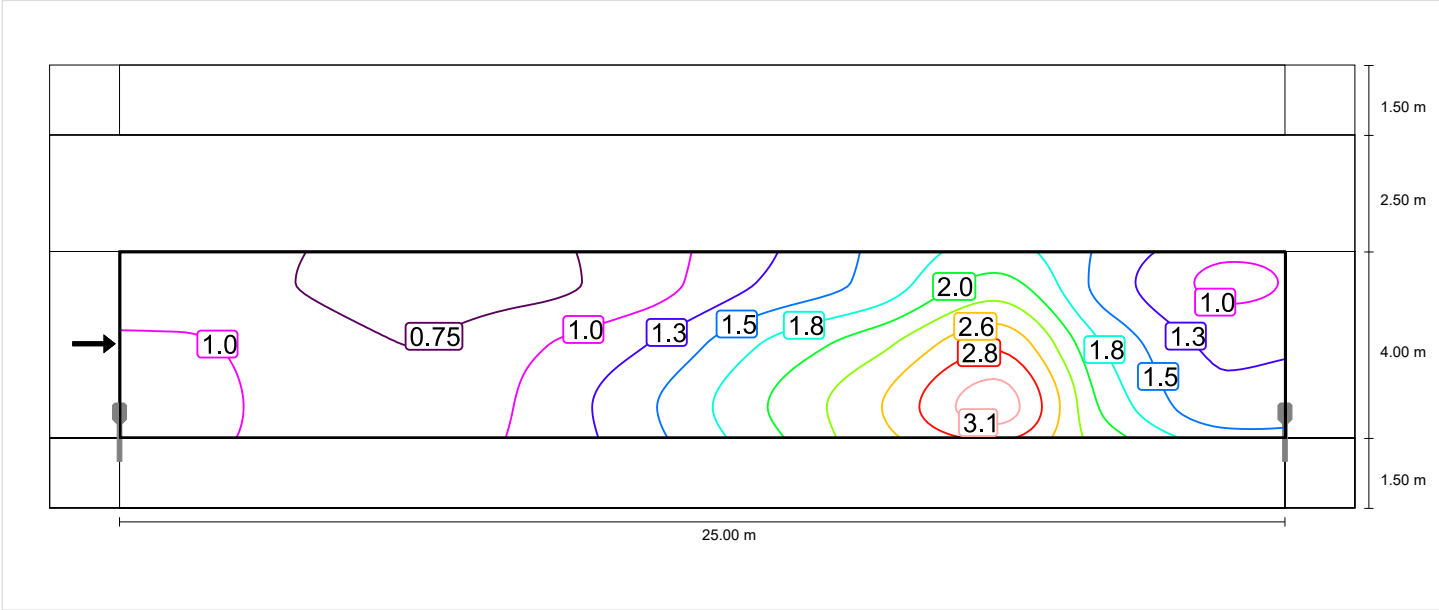
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

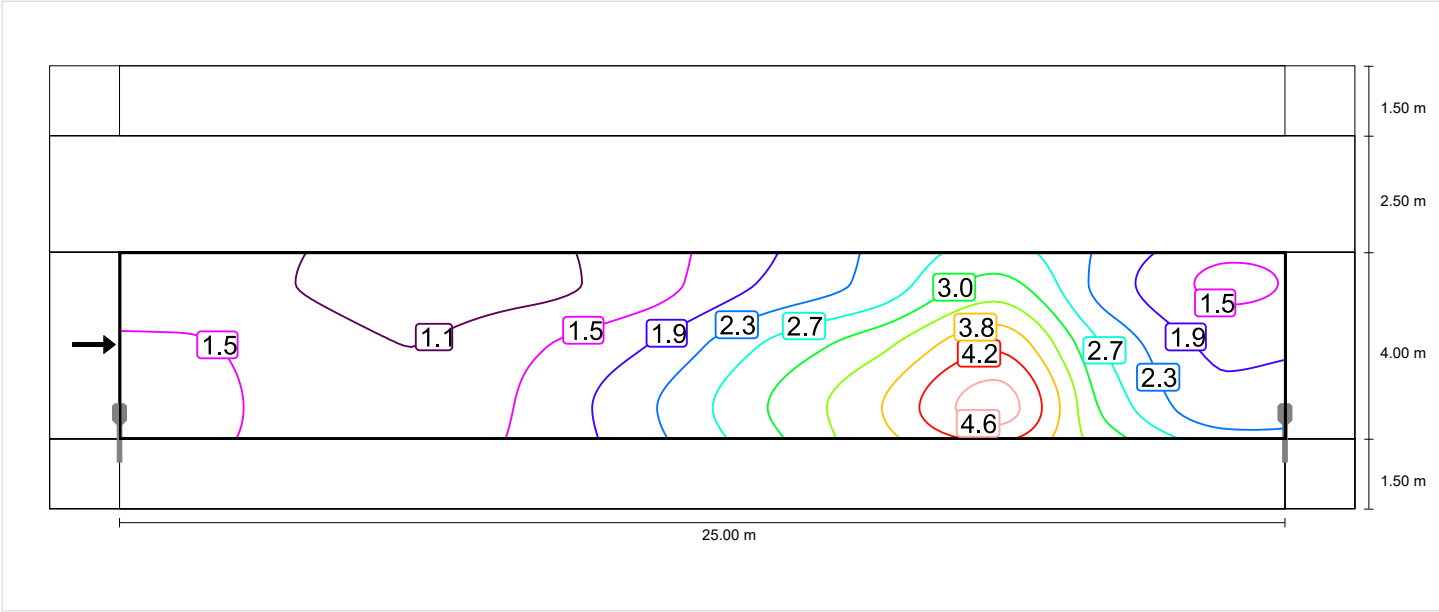
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



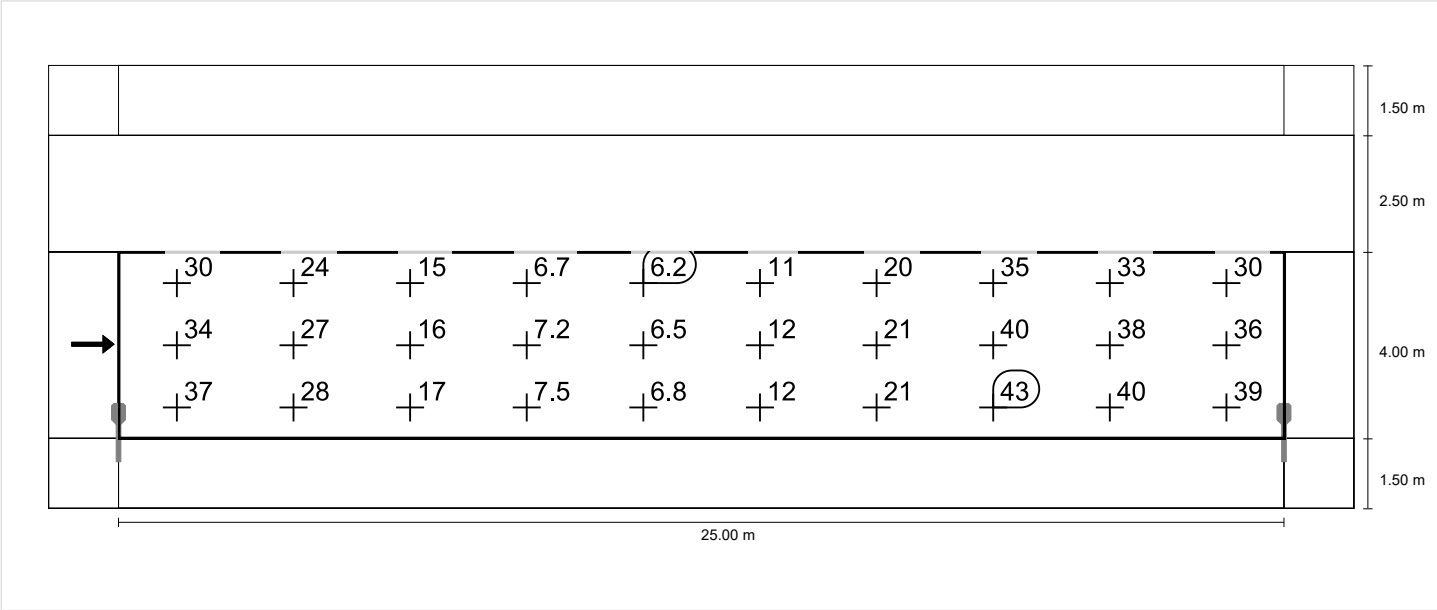
Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.40	✓ 0.44	✗ 0.27	✓ 4	✓ 0.60

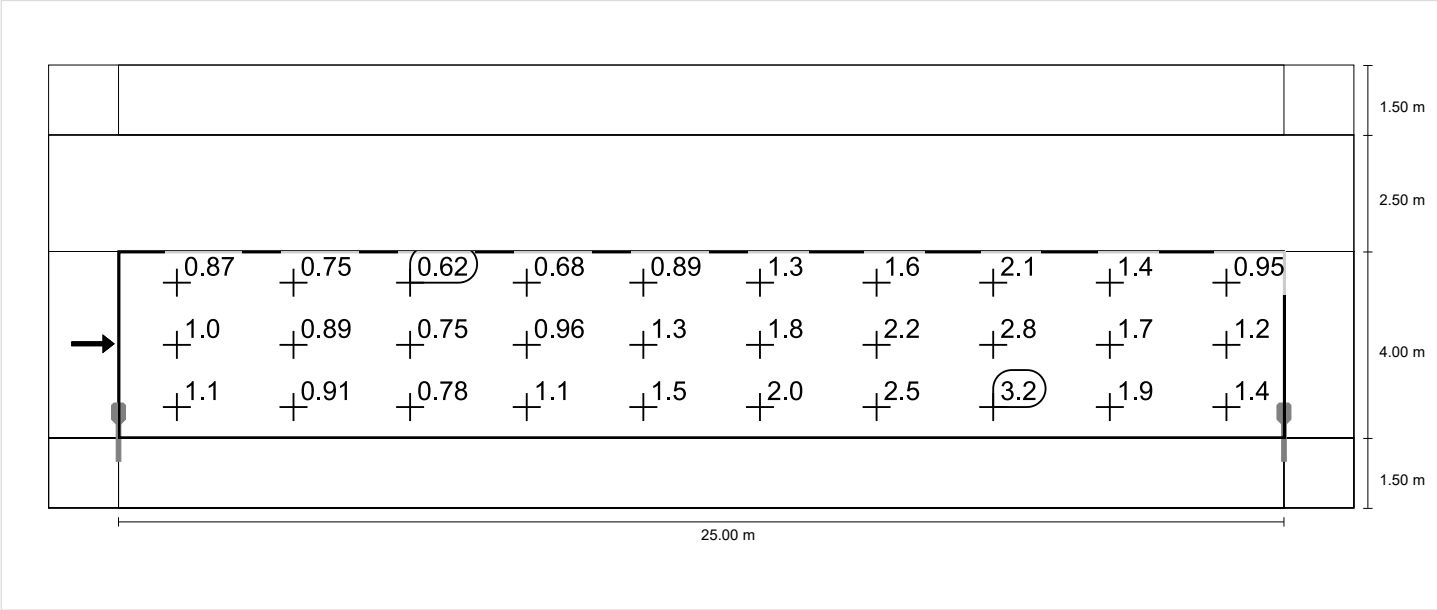
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

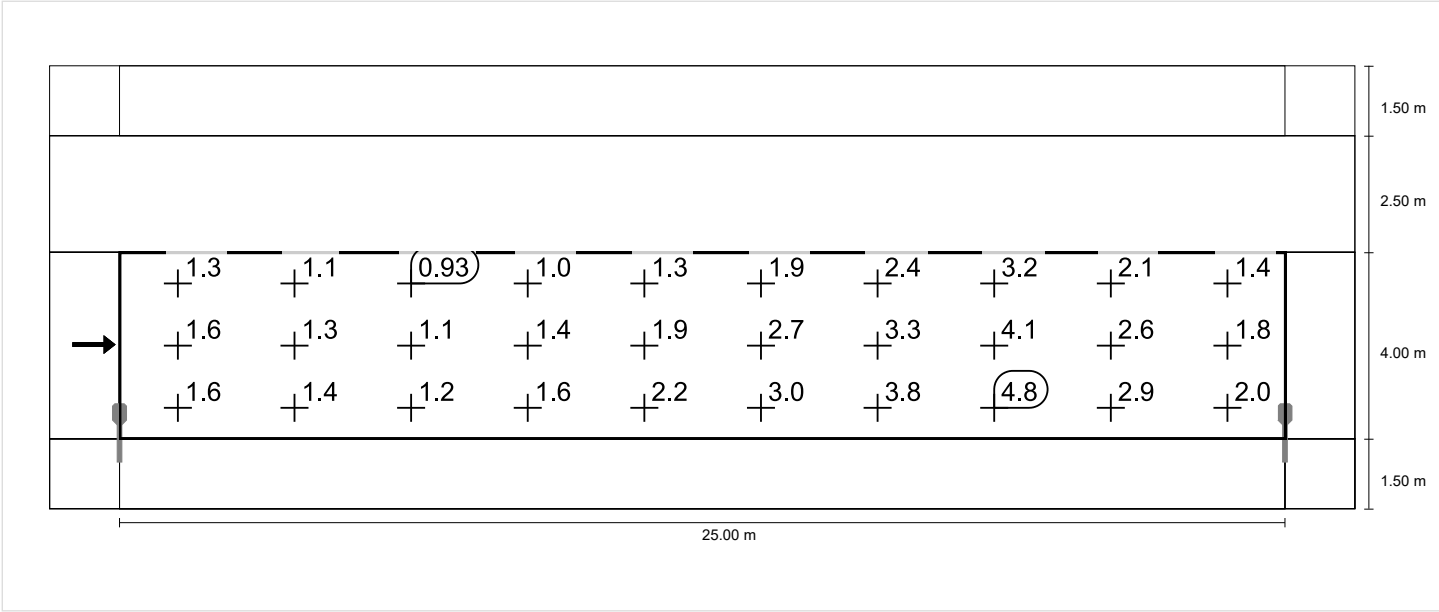
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

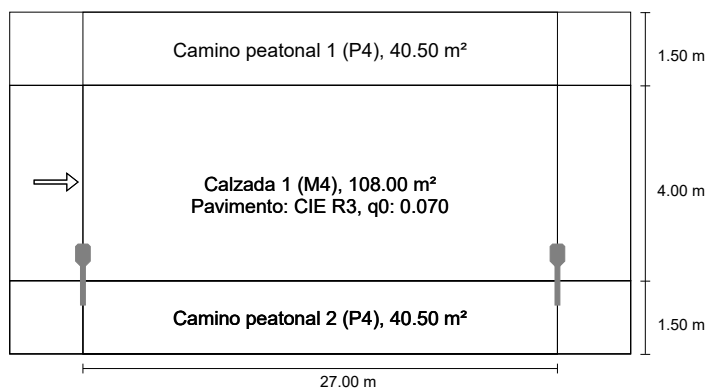
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 5 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.67

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 15.97	✗ 2.90

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.30	✗ 0.35	✗ 0.19	✓ 4	* 0.60

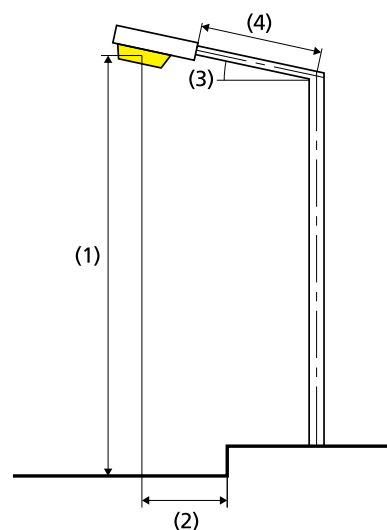
Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 3.00
✗ 22.58	✓ 3.82

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.039 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	3.2 kWh/m² año



Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	5661.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	27.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00

Valores máximos de la intensidad lumínica

a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm

Clase de potencia lumínica: G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.30	✗ 0.35	✗ 0.19	✓ 4	* 0.60

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 3.500, 1.500)	1.30	0.35	0.19	4

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

4.833	29.2	22.7	12.5	4.12	4.83	8.67	16.1	33.2	33.5	29.4
3.500	34.1	26.0	13.2	4.64	5.18	9.18	17.1	37.6	37.9	35.6
2.167	36.3	27.1	13.5	4.77	5.18	8.99	17.1	40.3	41.3	39.2
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
21.6	4.12	41.3	0.190	0.100

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

4.833	0.85	0.69	0.46	0.45	0.76	1.14	1.47	2.10	1.47	0.95
3.500	1.01	0.81	0.54	0.65	1.12	1.60	2.03	2.79	1.80	1.20
2.167	1.07	0.85	0.55	0.70	1.24	1.80	2.28	3.28	2.06	1.35
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.30	0.45	3.28	0.345	0.137

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

4.833	1.27	1.03	0.69	0.67	1.13	1.70	2.20	3.13	2.20	1.41
3.500	1.51	1.21	0.81	0.97	1.67	2.39	3.03	4.16	2.69	1.79
2.167	1.59	1.27	0.82	1.05	1.86	2.69	3.41	4.89	3.08	2.02
m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.94	0.67	4.89	0.345	0.137

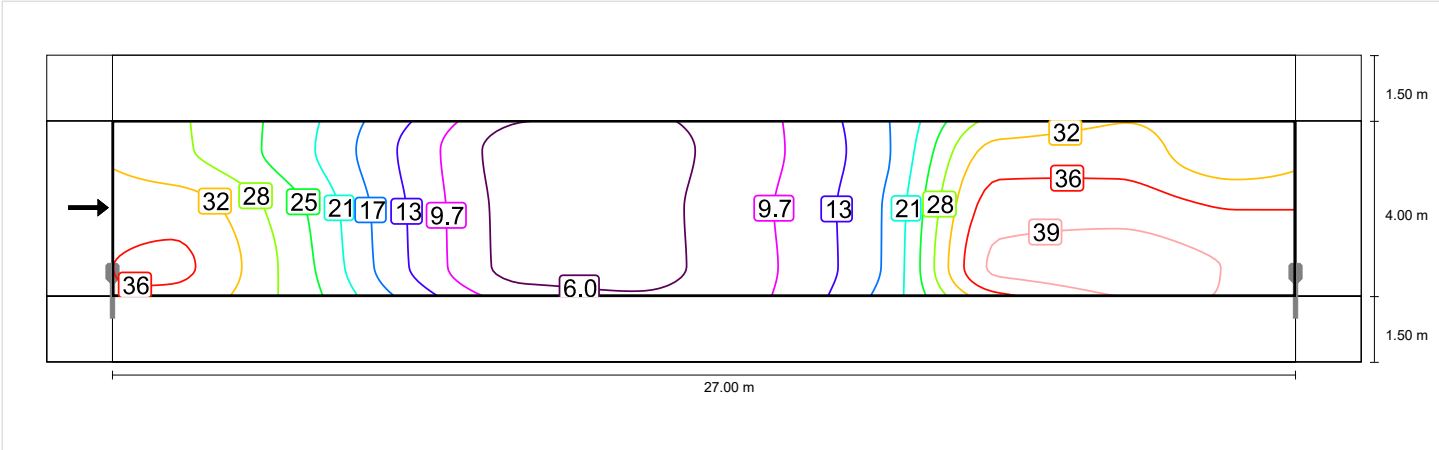
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.30	✗ 0.35	✗ 0.19	✓ 4	* 0.60

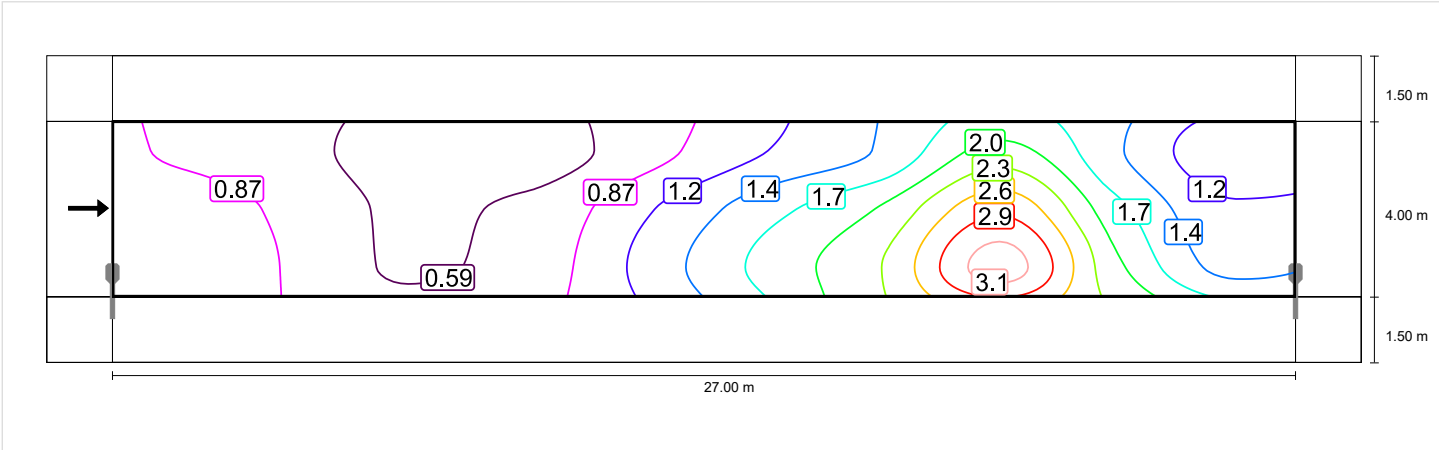
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal

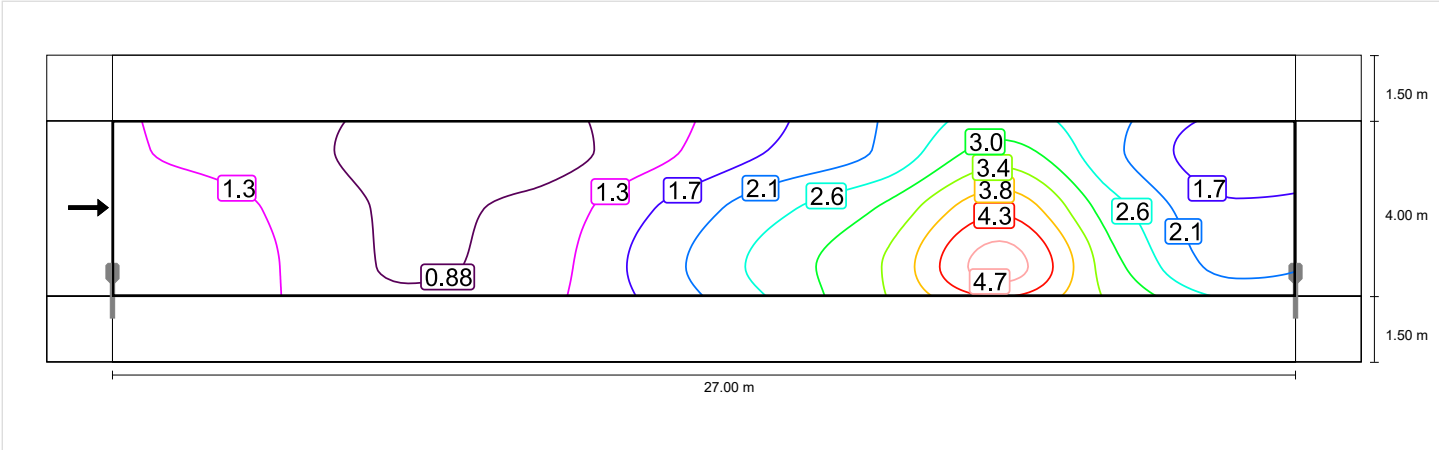


Observador 1

Luminancia en calzada seca



Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

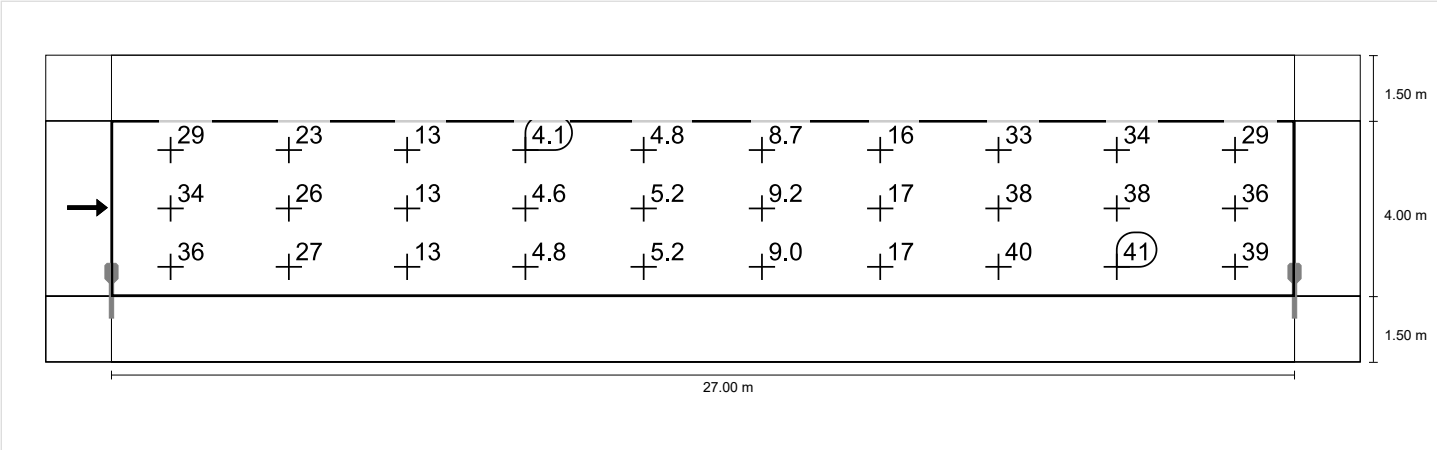
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 1.30	✗ 0.35	✗ 0.19	✓ 4	* 0.60

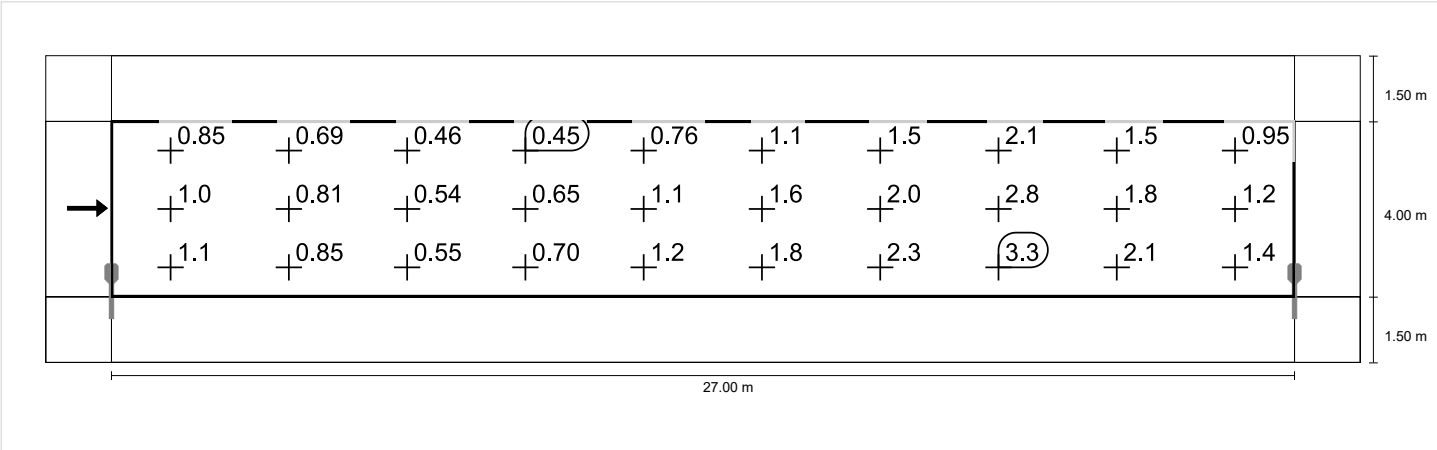
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal

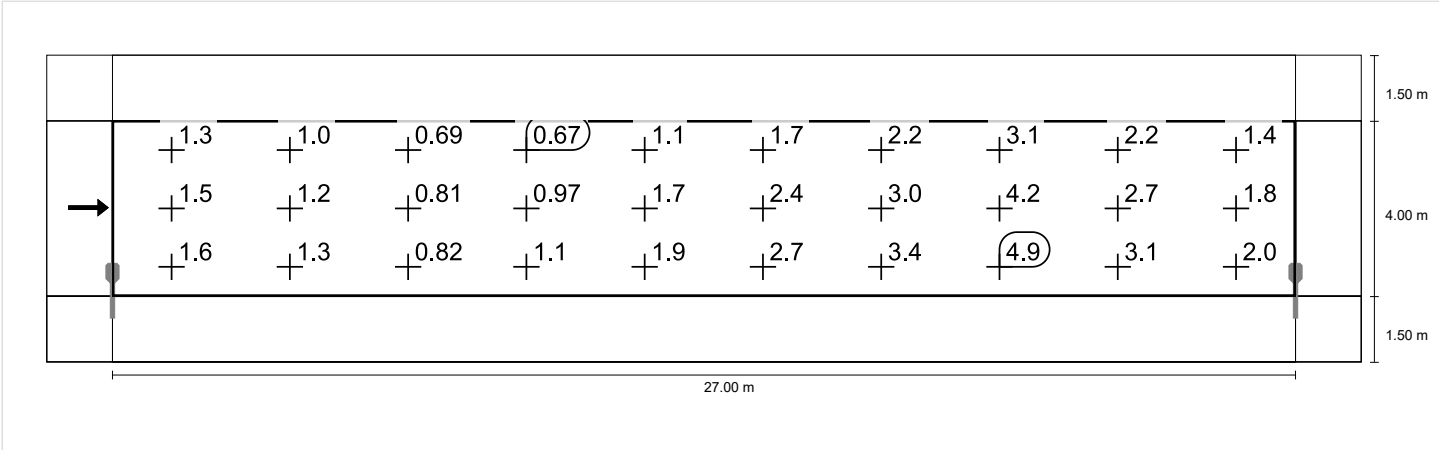


Observador 1

Luminancia en calzada seca



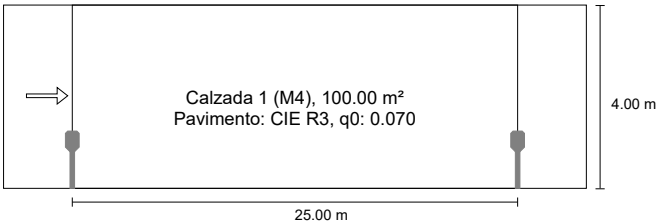
Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

SECCIÓN 6 hacia EN 13201:2015

Philips Lighting SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728



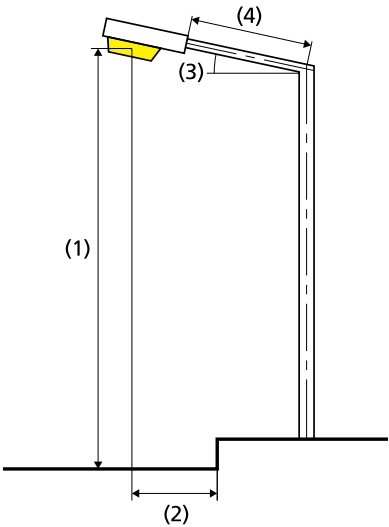
Resultados para campos de evaluación
Factor de degradación: 0.67

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.46	✓ 0.45	✗ 0.27	✓ 3	✓ 0.64

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.064 W/lx·m²
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGP618 1xCPO-TW140W EB DP-L_728 (612.0 kWh/año)	6.1 kWh/m² año



Lámpara:	1xCPO-TW140W/728
Flujo luminoso (luminaria):	11736.83 lm
Flujo luminoso (lámpara):	16500.00 lm
Horas de trabajo	
4000 h:	100.0 %, 153.0 W
W/km:	6120.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	8.000 m
Saliente del punto de luz (2):	1.000 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	149 cd/klm
a 80°:	33.7 cd/klm
a 90°:	11.2 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	G*3

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.46	✓ 0.45	✗ 0.27	✓ 3	✓ 0.64

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Observador 1	(-60.000, 2.000, 1.500)	1.46	0.45	0.27	3

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

3.333	31.6	25.4	15.7	6.76	6.37	11.4	20.2	37.7	34.7	32.2
2.000	35.5	28.0	16.7	7.36	6.65	11.8	21.1	41.3	38.9	37.7
0.667	36.7	28.2	16.7	7.44	6.84	11.6	21.6	43.1	40.8	39.5
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
24.0	6.37	43.1	0.266	0.148

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

3.333	0.93	0.80	0.66	0.74	1.00	1.45	1.77	2.35	1.51	1.04
2.000	1.07	0.91	0.78	1.02	1.36	1.94	2.37	2.96	1.81	1.28
0.667	1.09	0.90	0.76	1.02	1.44	1.96	2.51	3.16	1.92	1.35
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.46	0.66	3.16	0.453	0.210

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

3.333	1.39	1.20	0.99	1.11	1.50	2.16	2.64	3.51	2.26	1.56
2.000	1.60	1.35	1.17	1.53	2.03	2.89	3.54	4.41	2.70	1.91
0.667	1.63	1.34	1.14	1.52	2.15	2.92	3.75	4.72	2.87	2.01
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Trama: 10 x 3 Puntos

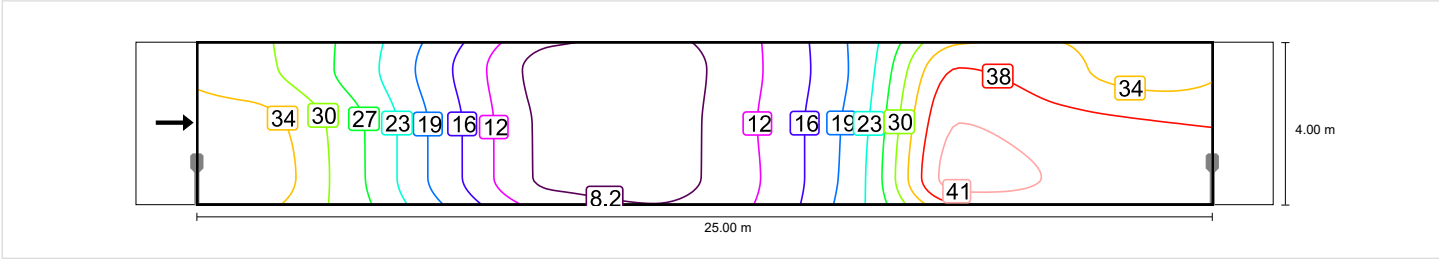
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
2.18	0.99	4.72	0.453	0.210

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.46	✓ 0.45	✗ 0.27	✓ 3	✓ 0.64

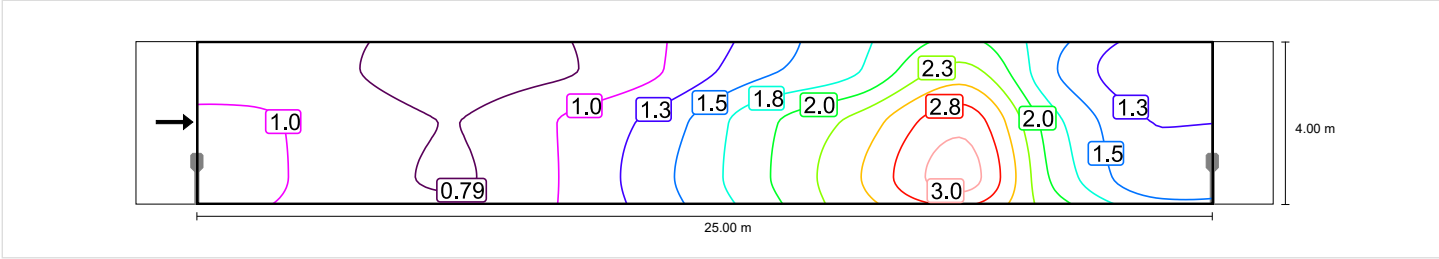
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

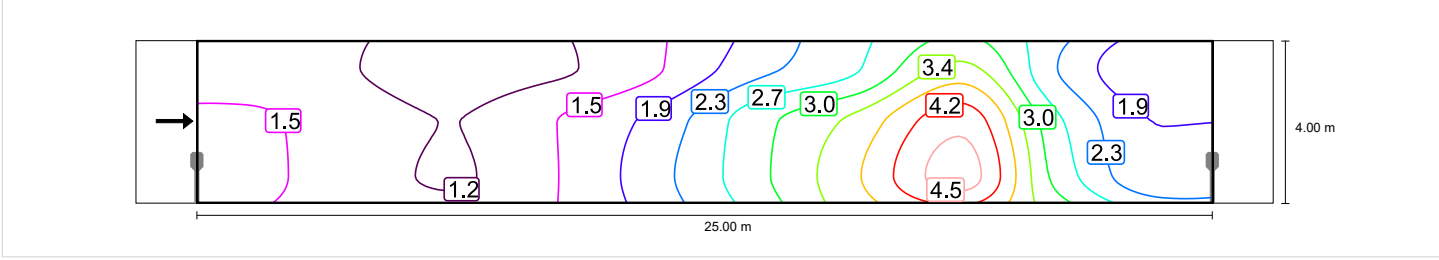
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



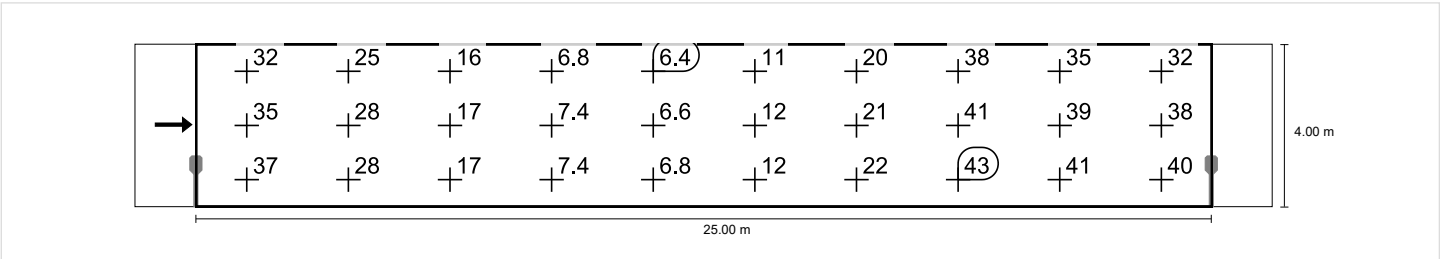
Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.67
Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.46	✓ 0.45	✗ 0.27	✓ 3	✓ 0.64

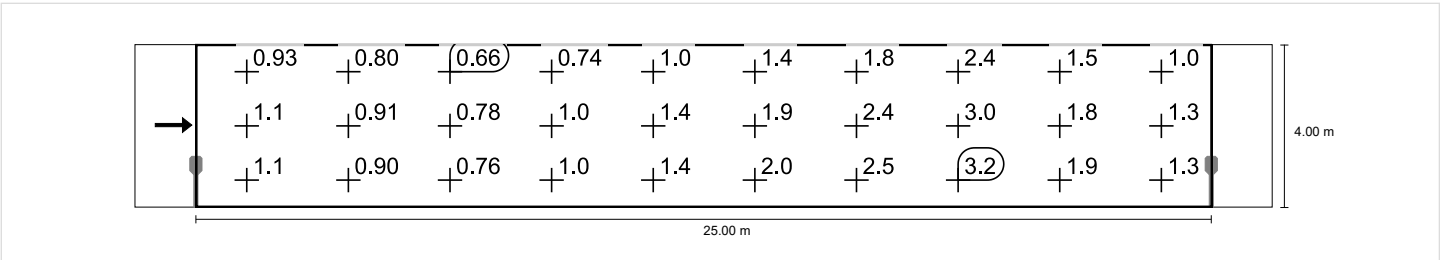
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

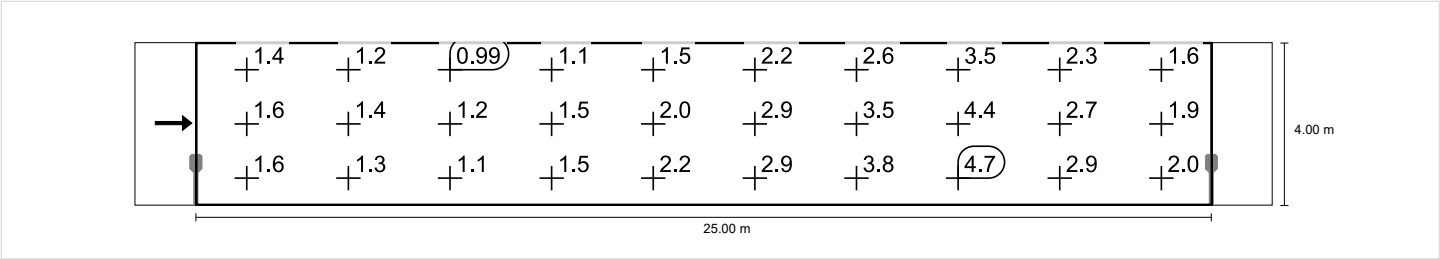
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

ANEJO II – TABLA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALLE	POTENCIA LUMINARIA	Em	Emín	Uo	EFIC. ENERG.	EFIC. ENERG. MÍNIMA	EFIC. ENERG. REFERENCIA	ÍNDICE EFIC. ENERG.	ÍNDICE CONSUMO ENERG.	AMBIENTAL: C-D-E
	(W)	(lux)	(lux)		ε	εmin	εR	Iε=ε/εR	ICE=1/Iε	CALIF ENERG.
					(m2*lux/W)	(m2*lux/W)	(m2*lux/W)			
1º DE MAYO	105.7	15.5	6.11	0.64	15.61	7.5	11	1.42	0.70	A
ALCALDE PEDRO MONJE RUIZ	105.7	15.9	7.78	0.62	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
ALVAREZ QUINTERO	105.7	16.2	6.82	0.71	15.33	7.5	11	1.39	0.72	A
AMELIA MEDINA	105.7	16.7	7.47	0.68	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
ANTONIO MACHADO	105.7	16.2	7.05	0.66	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
ANTONIO MAIRENA	105.7	16.7	7.47	0.73	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
ANTONIO MOLINA	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
AV DE ANDALUCIA	105.7	15.6	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
BAILEN	105.7	16.2	6.82	0.66	15.33	7.5	11	1.39	0.72	A
BALTASAR ALCAZAR	105.7	16.1	7.73	0.63	24.75	7.5	11	2.25	0.44	A
CALLEJON ALBERTI	105.7	16.5	7.62	0.66	21.46	7.5	11	1.95	0.51	A
CAMARON DE LA ISLA	105.7	15.9	7.78	0.54	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CANTERA	105.7	16.3	6.88	0.67	17.35	7.5	11	1.58	0.63	A
CAPAROTA	105.7	16.2	7.05	0.61	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
CENTRAL	105.7	16	7.1	0.65	24.60	7.5	11	2.24	0.45	A
CERRADO	105.7	15.9	7.78	0.62	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CERRO PEDRITO	105.7	15.9	7.16	0.64	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
CONDE DE HALCON	105.7	16.3	6.99	0.69	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
CUATRO VIENTOS	105.7	18.8	12.4	0.63	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
DE ALCALA	105.7	16.3	6.99	0.66	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
DEL CAMINO BLANCO	105.7	16.7	7.52	0.68	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
DEL OLIVAR	105.7	16.5	7.62	0.66	21.46	7.5	11	1.95	0.51	A
DOLMEN	105.7	16.2	7.05	0.7	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
DONANTE DE ORGANOS	105.7	16.3	9.26	0.65	15.42	7.5	11	1.40	0.71	A
DONANTE DE SANGRE	105.7	20.1	13	0.63	24.72	7.5	11	2.25	0.44	A
DUQUE	105.7	15.9	7.16	0.54	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
EL BARRERO	105.7	16.7	7.52	0.68	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
EL RODEO	105.7	18	11.4	0.54	23.84	7.5	11	2.17	0.46	A
ESCALERA	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
FUENTE	105.7	16.3	6.88	0.72	17.35	7.5	11	1.58	0.63	A
FUENTE LA HIGUERA	105.7	18.8	12.4	0.61	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
FUENTECILLA	105.7	18.4	11.9	0.57	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
GABRIEL GARCIA MARQUEZ	105.7	16.3	7.37	0.66	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
GRANADO	105.7	16.7	7.47	0.65	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
GUSTAVO ADOLFO BECQUER	105.7	16.2	7.05	0.66	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
HORNO	105.7	15.4	7.26	0.61	29.14	7.5	11	2.65	0.38	A
HUERTA RIVAS	105.7	16.2	7.05	0.64	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
HUMEROS	105.7	16.7	7.52	0.68	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
IGLESIA	105.7	16.6	9.2	0.72	11.78	7.5	11	1.07	0.93	B
INMACULADA VIEIRA	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
JUAN PEREZ	105.7	16.7	7.47	0.65	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
JUAN RAMON JIMENEZ	105.7	16.2	7.05	0.66	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
JUAN RINCON	105.7	16.3	6.99	0.69	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
JUNCAL	105.7	18.4	11.9	0.6	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
LA CALERA	105.7	15.9	7.78	0.62	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
LA DEHESA	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LA HORQUILLA	105.7	18.4	11.9	0.57	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A

LA PERLA	105.7	18.4	11.9	0.59	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
LA REUNION	105.7	15.9	7.78	0.62	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
LADRILLAR	105.7	16.3	7.67	0.61	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LAGUNA	105.7	15.9	6.29	0.66	20.68	7.5	11	1.88	0.53	A
LDO. CASTILLO	105.7	16.5	7.37	0.69	11.71	7.5	11	1.06	0.94	B
LEPANTO	105.7	16.7	7.47	0.73	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
LOPE DE VEGA	105.7	16.3	6.93	0.68	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
LOS CASERONES	105.7	16.2	7.05	0.64	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
LOS GIRASOLES	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
LUIS CERNUDA	105.7	16.7	7.52	0.68	17.77	7.5	11	1.62	0.62	A
MANCOMUNIDAD	105.7	16.6	7.57	0.68	19.63	7.5	11	1.78	0.56	A
MANUEL DE FALLA	105.7	15.9	6.35	0.67	22.56	7.5	11	2.05	0.49	A
MARIA AUXILIADORA	105.7	16.3	6.93	0.69	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
MIGUEL HERNANDEZ	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
MOLINO	105.7	20.2	14.3	0.66	8.12	7.5	11	0.74	1.35	D (FONDO DE SACO)
MORON	105.7	15.8	8.16	0.6	30.49	7.5	11	2.77	0.36	A
PABLO NERUDA	105.7	16.2	7.05	0.66	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
PAGO VIEJO	105.7	16.3	6.99	0.69	21.20	7.5	11	1.93	0.52	A
PALOMAR	105.7	15.7	7.21	0.62	27.85	7.5	11	2.53	0.39	A
PEDRO SALINAS	105.7	18.8	12.4	0.61	21.34	7.5	11	1.94	0.52	A
PEPE MARCHENA	105.7	15.9	7.16	0.68	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
PEZCOZAL	105.7	18.4	11.9	0.57	22.63	7.5	11	2.06	0.49	A
PIEDRA HINCA	105.7	15.9	7.78	0.62	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
PIMIENTA	105.7	14.8	5.99	0.65	10.50	7.5	11	0.95	1.05	B
PRADO	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
RAFAEL ALBERTI	105.7	15.6	7.83	0.6	27.67	7.5	11	2.52	0.40	A
REAL	105.7	16.7	7.47	0.68	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
RELOJ	105.7	15.8	6.99	0.68	10.09	7.5	11	0.92	1.09	B
SAN JUAN DE RIVERA	105.7	16.6	7.57	0.68	19.63	7.5	11	1.78	0.56	A
SAN SEBASTIAN	105.7	16.1	7.73	0.57	24.75	7.5	11	2.25	0.44	A
SANTA ANA	105.7	15.9	7.16	0.65	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
SANTA ANGELA DE LA CRUZ	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
SANTA CLARA	105.7	16.3	6.93	0.71	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
SANTA LUCIA	105.7	16.3	6.93	0.71	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
SANTA MARTA	105.7	16.7	7.47	0.65	15.80	7.5	11	1.44	0.70	A
SANTA TERESA	105.7	16.3	6.93	0.68	19.28	7.5	11	1.75	0.57	A
UTRERA	105.7	15.9	7.16	0.63	26.32	7.5	11	2.39	0.42	A
VICENTE ALEXANDRE	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
VIÑA LA ARENA	105.7	16.2	7.05	0.7	22.99	7.5	11	2.09	0.48	A
VIRGEN DE LOS DOLORES	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
VIRGEN NUESTRA SEÑORA DE FATIMA	105.7	16.3	7.67	0.64	23.13	7.5	11	2.10	0.48	A
PLAZA DE LA CONSTITUCION	21	9.93	10 LAMP=210W		31.21	7.5	11	2.84	0.35	A
PLAZA NUESTRO PADRE JESÚS NAZARENO	21	9.25	9 LAMP=189W		44.44	7.5	11	4.04	0.25	A

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA POBLACIÓN DE “LOS MOLARES” (SEVILLA)

Autor: Ignacio Jiménez Goas

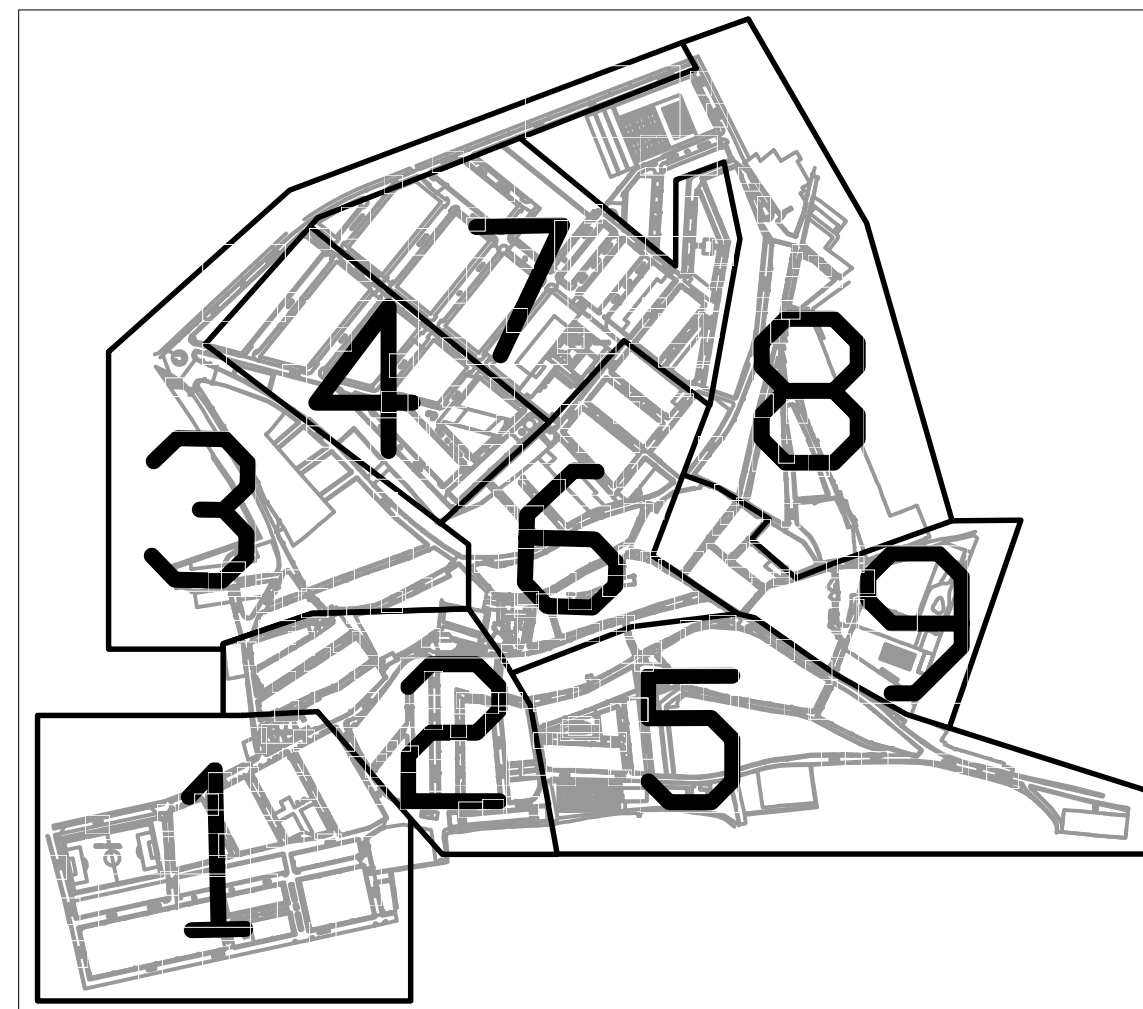
Tutor: Jaime Navarro Casas

DOCUMENTO N°2: PLANOS



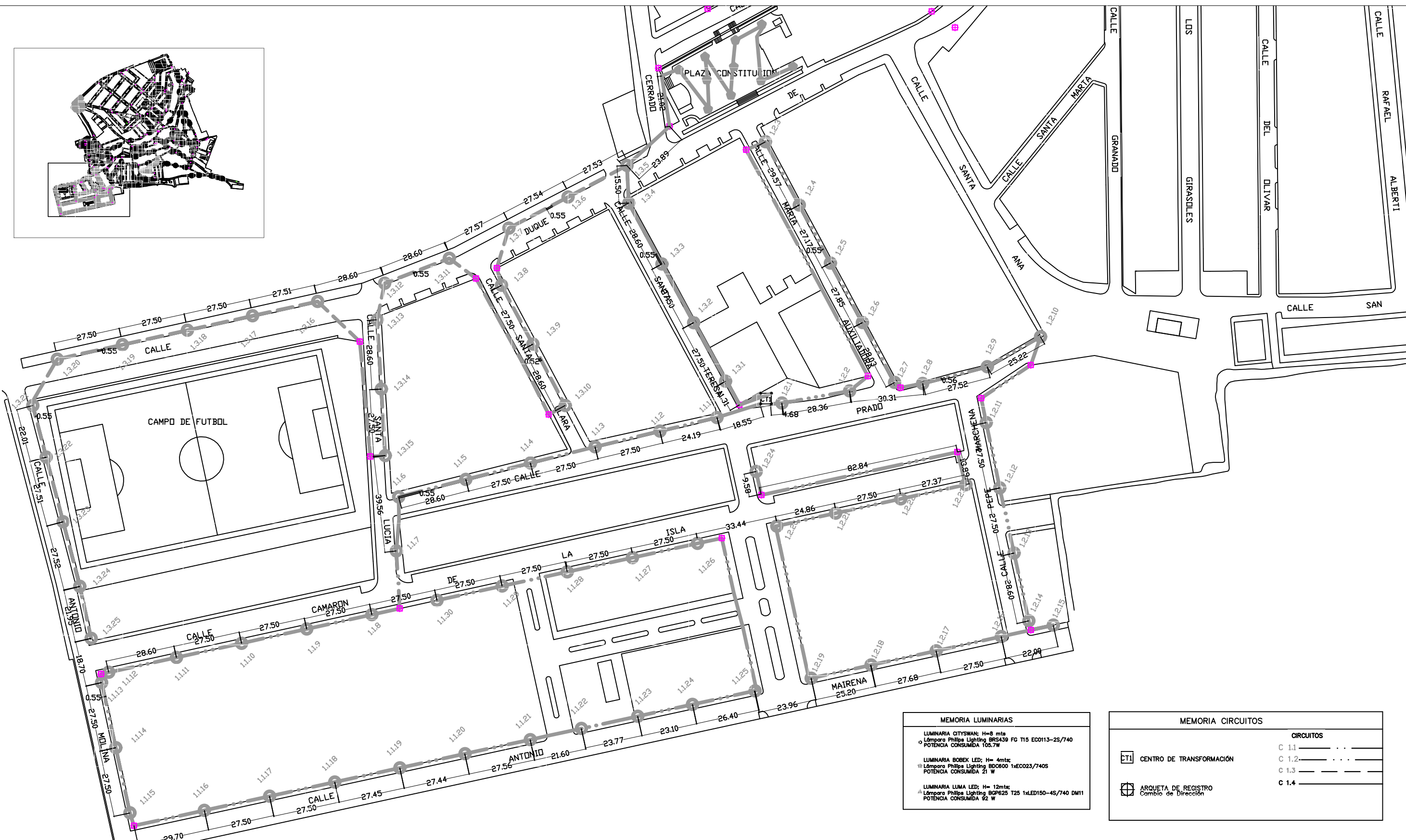
ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1: PLANTA GENERAL**
- PLANO 2: PLANTA GENERAL ZONA 1**
- PLANO 3: PLANTA GENERAL ZONA 2**
- PLANO 4: PLANTA GENERAL ZONA 3**
- PLANO 5: PLANTA GENERAL ZONA 4**
- PLANO 6: PLANTA GENERAL ZONA 5**
- PLANO 7: PLANTA GENERAL ZONA 6**
- PLANO 8: PLANTA GENERAL ZONA 7**
- PLANO 9: PLANTA GENERAL ZONA 8**
- PLANO 10: PLANTA GENERAL ZONA 9**
- PLANO 11: ZANJA Y ARQUETA**
- PLANO 12: PICA TOMA DE TIERRA**
- PLANO 13: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- PLANO 14: SECCIONES CALLES**



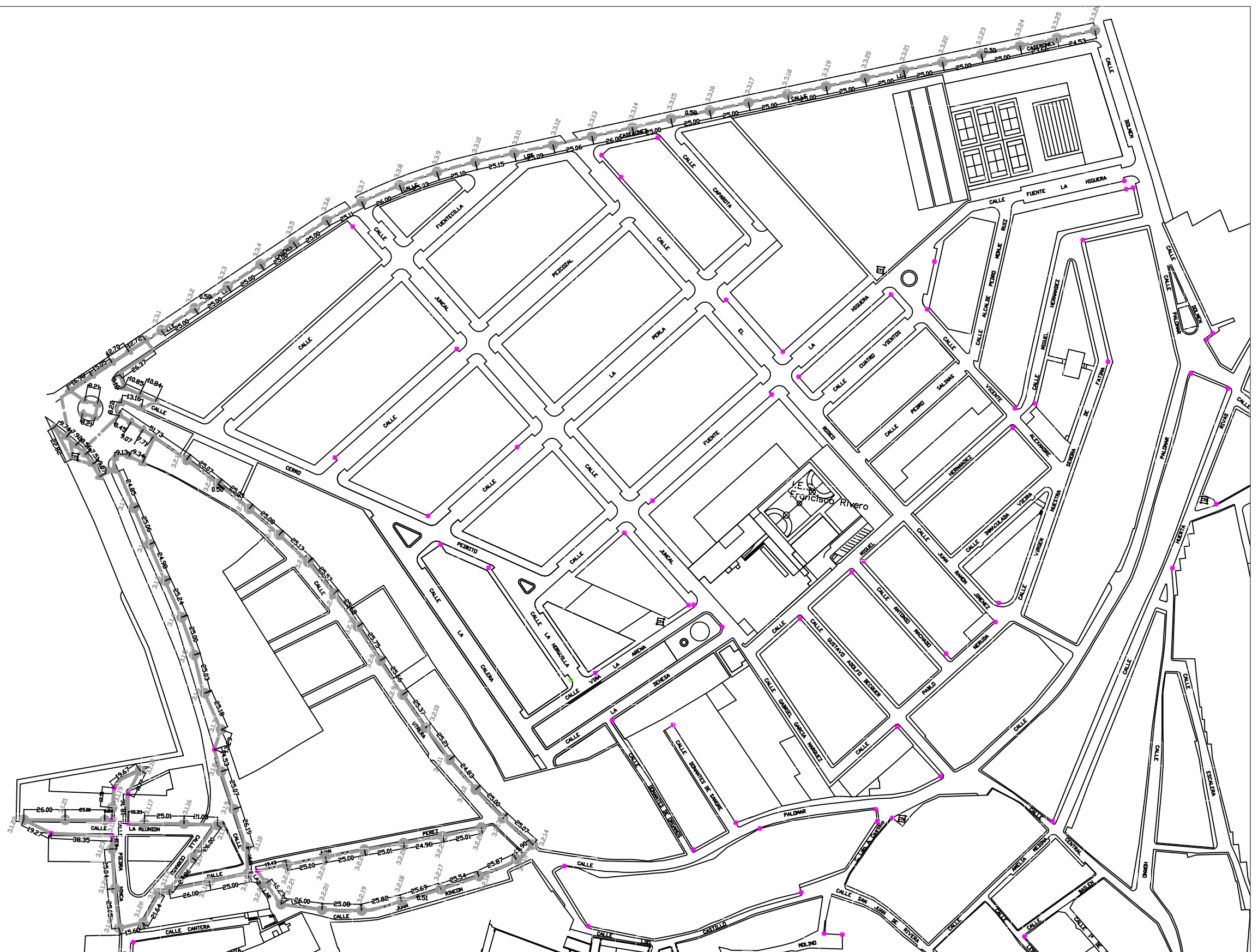
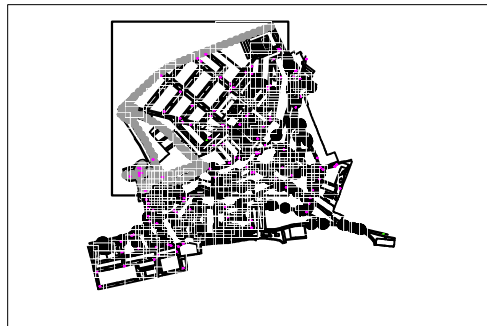
MEMORIA LUMINARIAS	
LUMINARIA CITYSWAN; H=8 mts	
○ Lámpara Philips Lighting BRS439 FG T15	
ECO113-2S/740	
POTENCIA CONSUMIDA 105.7W	
LUMINARIA BOBEK LED; H= 4mts;	
⊠ Lámpara Philips Lighting BDC600 1xECO23/740S	
POTENCIA CONSUMIDA 21 W	
LUMINARIA LUMA LED; H= 12mts;	
▲ Lámpara Philips Lighting BGP625 T25 1xLED150-4S/740 DM11	
POTENCIA CONSUMIDA 92 W	

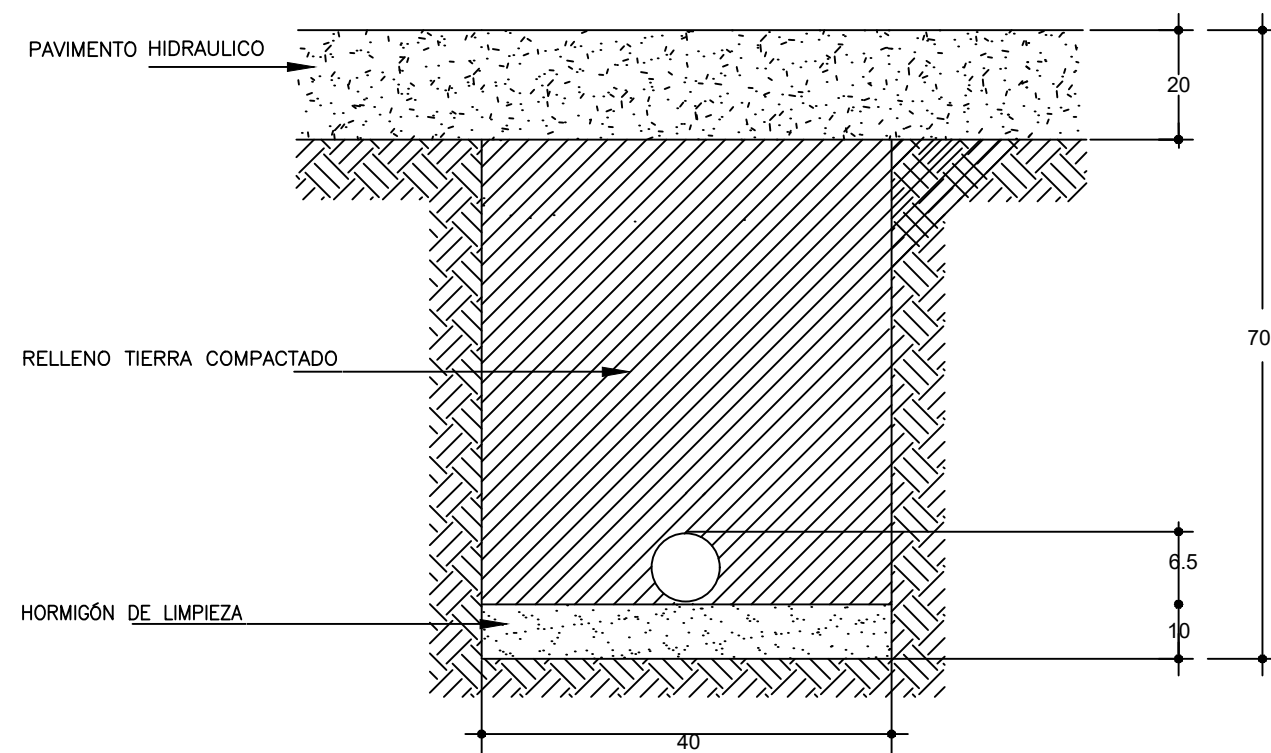
MEMORIA CIRCUITOS									
		CIRCUITOS		CIRCUITOS		CIRCUITOS		CIRCUITOS	
<div>CT</div>	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	C 1.1		C 3.2		C 5.3		C 8.1	
		C 1.2		C 3.3		C 6.1		C 8.2	
		C 1.3		C 4.1		C 6.2		C 8.3	
		C 2.1		C 4.2		C 6.3		C 9.1	
<div>ARQUETA DE REGISTRO</div> <div>Cambio de Dirección</div>	C 2.2		C 4.3		C 7.1		C 9.2		
	C 2.3		C 5.1		C 7.2				
	C 3.1		C 5.2		C 7.3				



MEMORIA LUMINARIAS	
	LUMINARIA CITYSWAN: H=8 mts ○ Lámpara Philips Lighting B85439 FG T15 EC0113-25/740 POTENCIA CONSUMIDA 105.7 W
	LUMINARIA BOBEK LED: H= 4mts; ■ Lámpara Philips Lighting BD0600 1xE0C023/740S POTENCIA CONSUMIDA 21 W
	LUMINARIA LUNA LED: H= 12mts; ▲ Lámpara Philips Lighting BGP625 T25 1xLED150-45/740 DMV POTENCIA CONSUMIDA 92 W

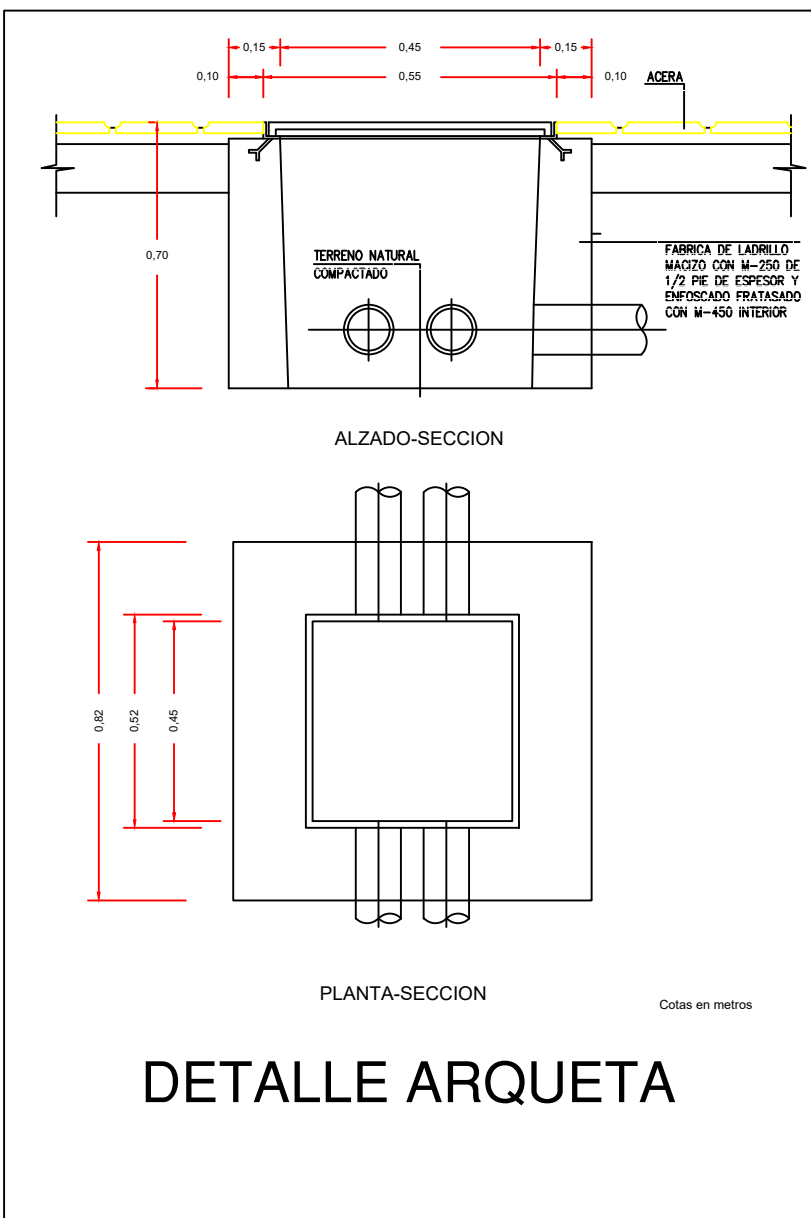
MEMORIA CIRCUITOS	
	CIRCUITOS
<input type="checkbox"/> CT1	C 1.1 _____ . . _____
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	C 1.2 _____ . . . _____
	C 1.3 _____ _____ _____
<input type="checkbox"/> ARQUETA DE REGISTRO	C 1.4 _____
Cambio de Dirección	





cotas en cm

DETALLE ZANJA INSTALACIONES



DETALLE ARQUETA



AUTOR
IGNACIO JIMÉNEZ GOAS

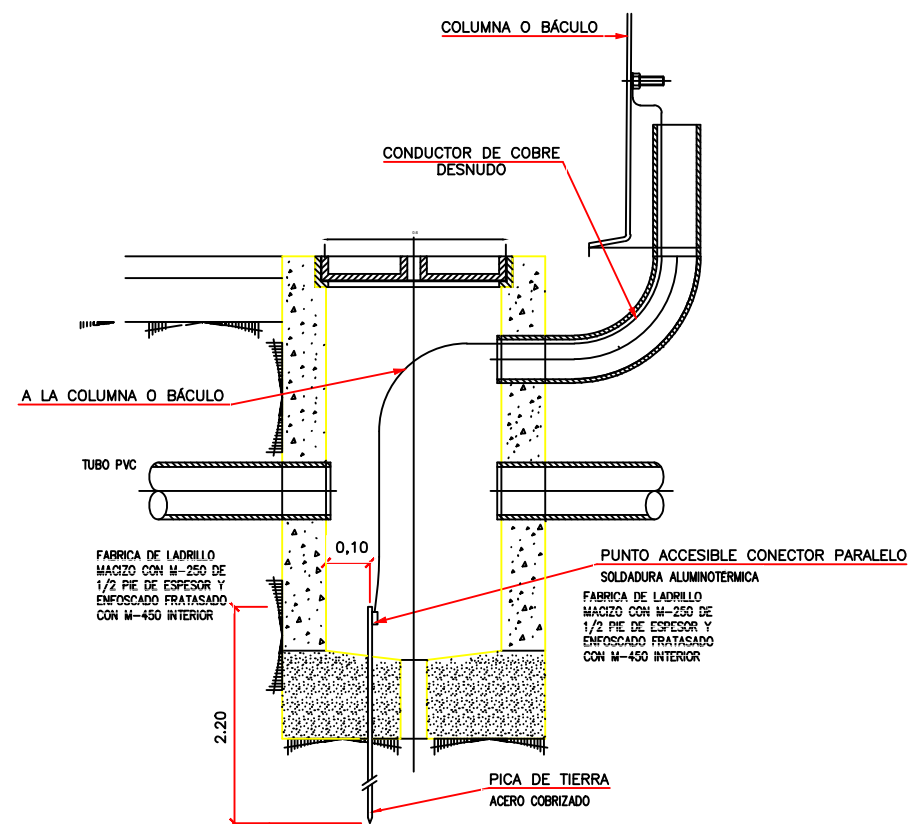
TUTOR
JAIME NAVARRO CASAS

TÍTULO DEL PROYECTO
Estudio de Alumbrado Público de la Población de
"Los Molares" (Sevilla)

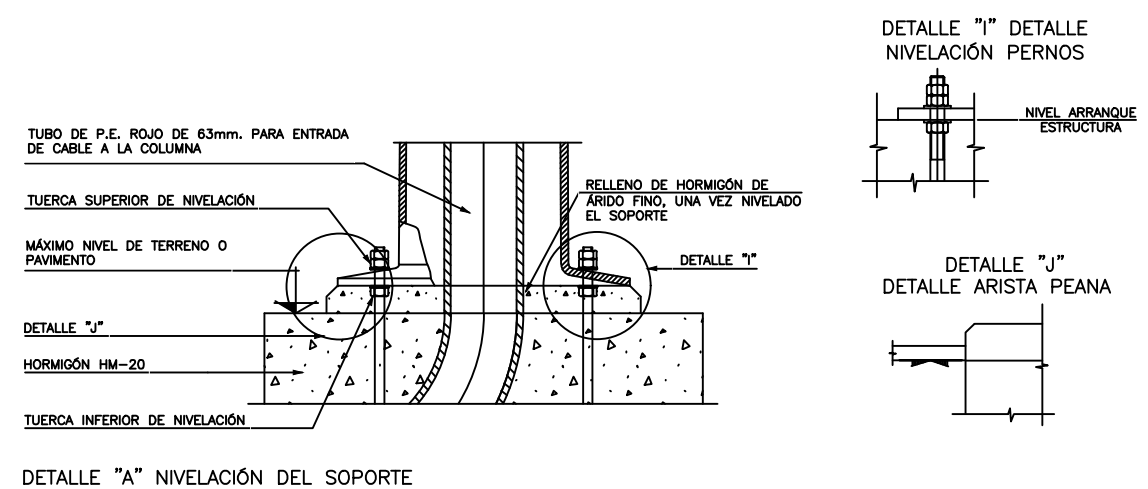
TITULACIÓN
GRADO DE INGENIERÍA CIVIL
FECHA
Abril 2018

PLANO
ZANJA Y ARQUETA

Nº PLANO
11

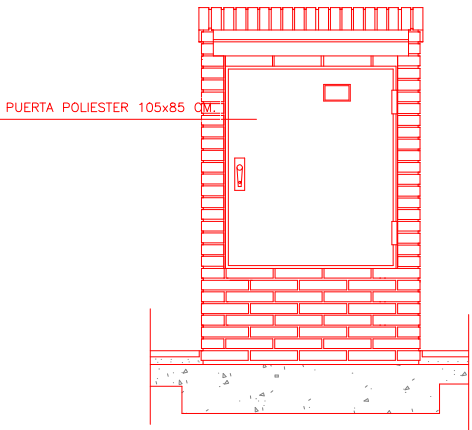


DETALLE PICA DE TOMA DE TIERRA

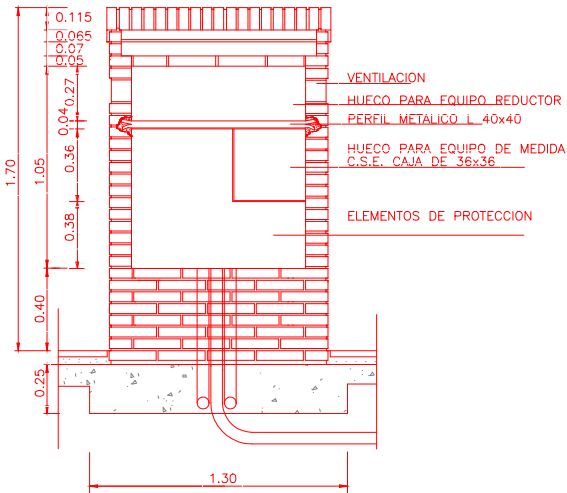


DETALLE SOPORTE

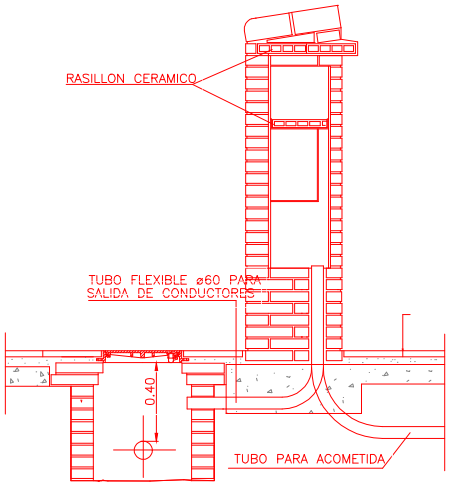
CASETA PARA CENTRO DE MANDOS



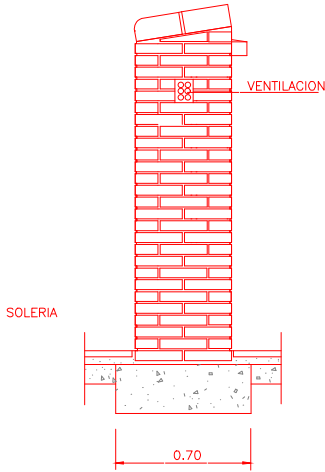
ALZADO



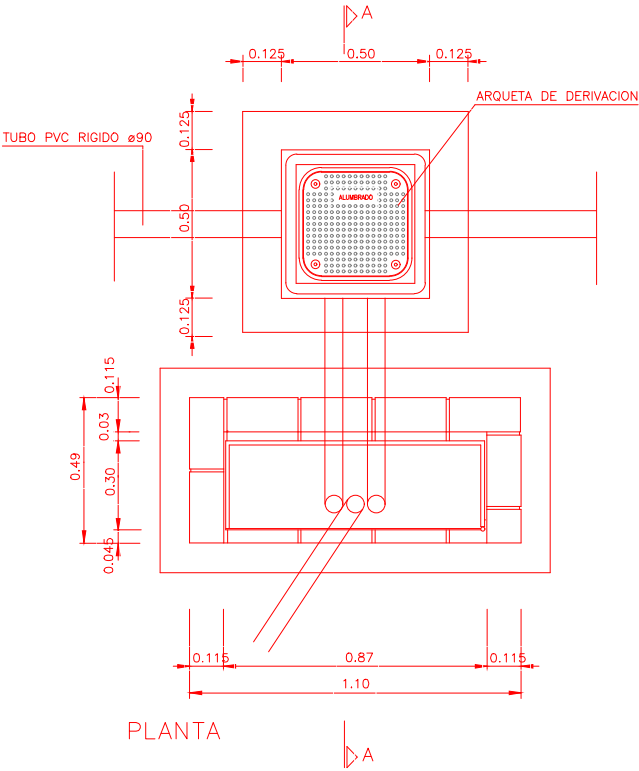
DETALLE DE SECCION



SECCION A-A



PERFIL

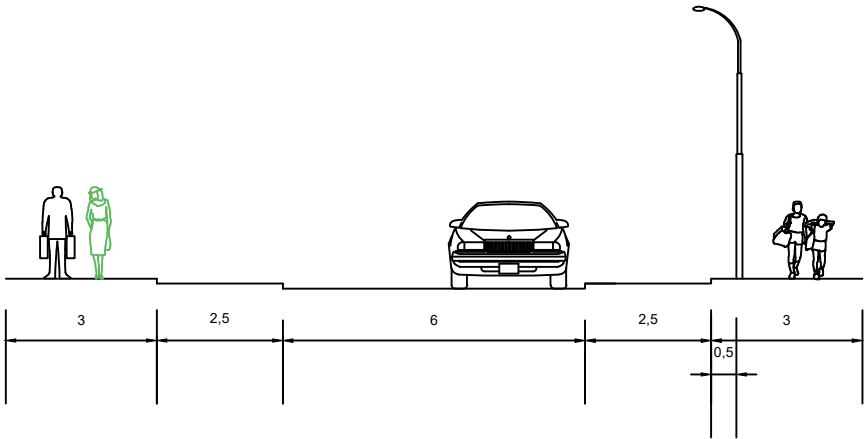


PLANTA

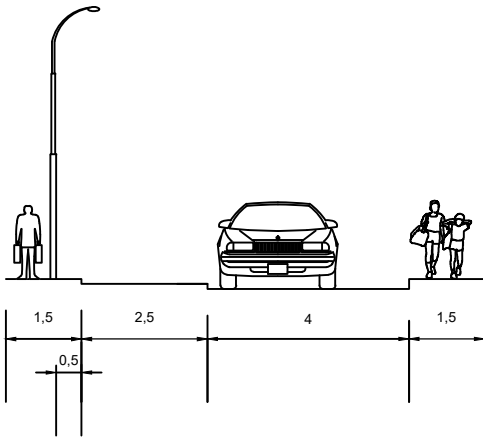
E: 1/20

	AUTOR IGNACIO JIMÉNEZ GOAS	TUTOR JAIME NAVARRO CASAS	TÍTULO DEL PROYECTO Estudio de Aluminado Público de la Población de "Los Molares" (Sevilla)	TITULACIÓN GRADO DE INGENIERÍA CIVIL	PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Nº PLANO 13
				FECHA Abril 2018		

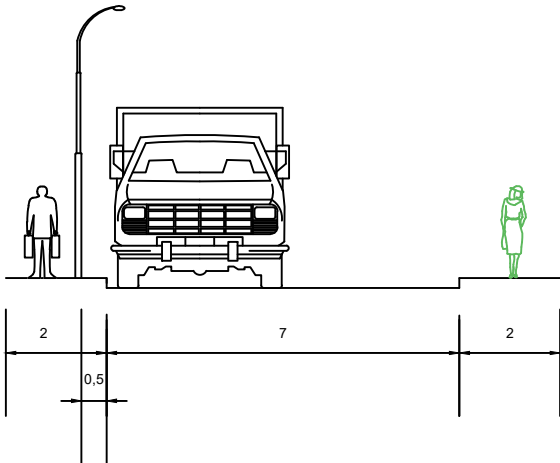
1



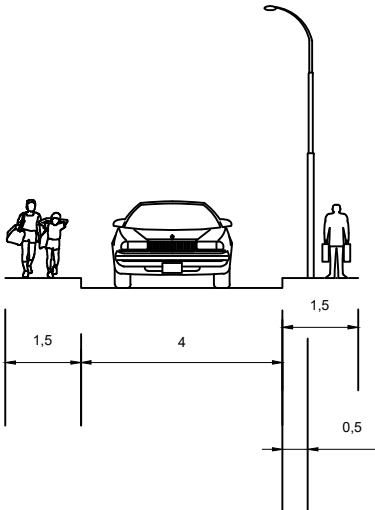
4



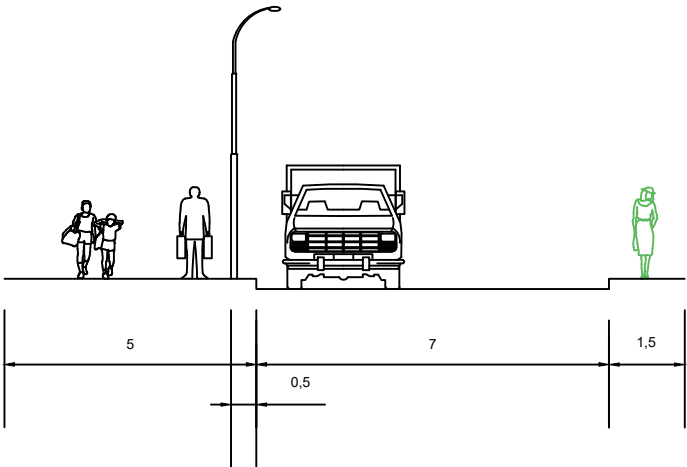
2



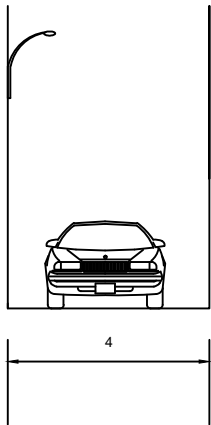
5



3



6



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA POBLACIÓN DE “LOS MOLARES” (SEVILLA)

Autor: Ignacio Jiménez Goas

Tutor: Jaime Navarro Casas

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



Índice

Índice	3
1 Pliego de Condiciones	4
1.1 <i>Generalidades</i>	4
1.1.1 Objeto del Pliego	4
1.1.2 Condiciones facultativas legales	4
1.1.3 Ámbito de aplicación	4
1.2 <i>Calidad de los materiales</i>	4
1.2.1 Centro de mando	4
1.2.2 Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones	4
1.2.3 Accesorios	5
1.2.4 Pruebas de funcionamiento. Medidas eléctricas	5
1.2.5 Obra civil	5
1.2.6 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado	6
1.3 <i>Normas generales para la ejecución de las instalaciones</i>	8
2 Estudio Básico de Seguridad y Salud	12
2.1 <i>Generalidades</i>	12
2.2 <i>Desarrollo del plan de seguridad</i>	12

1 PLIEGO DE CONDICIONES

En este capítulo se marcan las pautas y condiciones que se han de seguir para ejecutar las obras del Estudio de alumbrado público.

1.1 Generalidades

1.1.1 Objeto del Pliego

El presente Pliego de Condiciones afectará a la ejecución de todas las obras de “*ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA POBLACIÓN DE LOS MOLARES (SEVILLA). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA*”.

Se hace constar, al mismo tiempo, que las condiciones que se exigen en el presente Pliego, serán las mínimas aceptables.

1.1.2 Condiciones facultativas legales

Regirán en las obras de instalación del presente Estudio, además de lo previsto en este Pliego y lo reseñado en las normativas que se indican a lo largo de este Trabajo Fin de Grado, las Normas e Instrucción para Alumbrado Urbano [1], [2] y [3].

1.1.3 Ámbito de aplicación

Se aplicará el Presente Pliego de Condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para realizar las obras del presente Proyecto.

1.2 Calidad de los materiales

1.2.1 Centro de mando

Para el accionamiento y protección de las unidades luminosas se instalará el Centro de Mando.

Será de doble aislamiento del tipo intemperie, accesible sin necesidad de permisos de terceras personas y no estará sometido a servidumbre.

Los circuitos se podrán conmutar por medio de los contactores, al objeto de conseguir una uniformidad de la vida de las lámparas.

Estarán diseñados, tanto en capacidad de potencia como en espacio, para poder ampliar futuras salidas, como mínimo en un 30 %.

1.2.2 Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones

Todos los conductores empleados en la instalación serán de cobre y deberán cumplir los requisitos marcado en [2] y [3] y las UNE [23], [24] y [25].

No se admitirán cables que presenten desperfectos de haber sido usados con anterioridad o que no vayan en su bobina de origen.

No se admitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y secciones.

Los conductores de la alimentación de los puntos de luz deberán ser aptos para trabajar en régimen permanente a temperatura ambiente de 70°C.

1.2.3 Accesorios

1.2.3.1 Lámparas

Se utilizarán de las clases y características indicadas en Memoria Descriptiva. Las características fotométricas, mecánicas y estéticas de las luminarias con que está redactado este Proyecto no podrán ser modificadas por el adjudicatario.

1.2.3.2 Tomas de tierra

Sus características y formas de conexión son las que figuran en el capítulo 1 “*MEMORIA DESCRIPTIVA*”.

1.2.4 Pruebas de funcionamiento. Medidas eléctricas

Una vez terminada la instalación, el Director de la Obra en presencia del Contratista efectuará (por sí mismo o con la colaboración de un Laboratorio Oficial), las siguientes mediciones:

- Iluminación media horizontal en la calzada.
- Caída de tensión en los diversos tramos de las líneas de conducción de energía, con todas las lámparas conectadas y una vez que estén todas ellas en régimen total de funcionamiento.
- Ensayo de aislamiento entre conductores activos con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados.
- Comprobación de equilibrio entre fases, indicando la intensidad en cada una de ellas.
- Medición de la resistencia a tierra.
- Medición del factor de potencia, que debe ser superior a 0,80.

1.2.5 Obra civil

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (almádena), está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte de este de una manera limpia, con tajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.
- Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estos.
- Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

- El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española de Ministerio de Fomento. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm de diámetro.
- Los áridos gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.
- Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- Agua. Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- Mezcla. La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especiales para ello.

1.2.6 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado

Su ejecución comprende las siguientes acciones:

- Apertura de zanjas, suministro y colocación de protección de arena, suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo, colocación de la cinta de "atención al cable", tapado y apisonado de las zanjas, carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes, utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.
- Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.
- El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.
- Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.
- Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.
- Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.
- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.
- Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

- Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
- Se deben tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.
- Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.
- En los pasos de carruajes, entradas a garajes, etc. tanto existentes como futuras, serán ejecutadas cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de obra.
- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros de luz de malla que atraviesa, como máximo.
- Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.
- En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 10 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.
- Se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable encima de la segunda capa de arena; esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor. Las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.
- En las canalizaciones de cables de baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable o terna de cables unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.
- Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.
- El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable" se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

- Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.
- En lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.
- Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.
- El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:
 - Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
 - En las entradas de carruajes o garajes públicos
 - En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
 - En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto
 - del Supervisor de la Obra.

1.3 Normas generales para la ejecución de las instalaciones

MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO

Si antes de dar comienzo las obras o durante su construcción, se acordase introducir en el Proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción de las cantidades de obra previstas en el presupuesto, siempre que sean comprendidas en la contrata, serán obligatorias al contratista estas disposiciones sin que tenga derecho en caso de supresión o reducción de la obra a reclamar ninguna indemnización, con el pretexto de supuestos beneficios que hubiera podido obtener en la parte suprimida o reducida.

No podrá el Contratista hacer por sí, alteración alguna de las partes del Proyecto sin autorización escrita por el Técnico Director y tendrá la obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresamente citadas en este Pliego.

PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El plazo de ejecución de las obras será de **DOCE (12) MESES** contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo, fijándose que la misma se firmará dentro de los quince días siguientes a la fecha de adjudicación de la Obra.

ENSAYOS Y PRUEBAS

Todos los materiales, aparatos eléctricos, cables, etc. podrán ser sometidos a cuantos ensayos y pruebas indique la Dirección de Obra, siendo el coste de dichas pruebas o ensayos de la exclusiva cuenta del adjudicatario.

PROPOSICIONES

Si los aparatos y materiales que ofertan los diferentes licitadores fueran distintos a los proyectados deberán acompañarse a los documentos de licitación, los tipos o modelos que se propongan, a fin de poder enjuiciar debidamente la posibilidad de su aceptación.

RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez ultimada la instalación del Contratista y de la Dirección de Obra, ésta se someterá a las pruebas que se estimen necesarias por dicha Dirección antes de la recepción de la instalación.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras que comprende el presente Proyecto abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para realizar la instalación completa de los puntos luminosos y la red de alumbrado de las calles de que se trata.

Comprende las siguientes operaciones:

- Todos los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de los materiales sobrantes a vertederos a indicar por los servicios municipales competentes.
- Suministro de todo el material necesario, tanto mecánico como eléctrico, con destino a las instalaciones.
- Obra civil de acometida al cuadro de mando.
- Pruebas y puesta a punto de la instalación.

PERMISOS Y LICENCIAS

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras e instalaciones, y deberá abonar todos los cargos, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos o licencias.

REPLANTEO

Una vez adjudicada la obra, el Director de la misma comunicará al Contratista por escrito la fecha del replanteo de la misma, siempre con el objetivo de efectuarlo antes de 15 días contados a partir de la fecha de adjudicación de la obra.

Los trabajos de replanteo se ejecutarán por cuenta del Contratista, sin que por ello tenga derecho a abono alguno especial.

ORDEN EN LOS TRABAJOS

El Contratista organizará los trabajos y los medios auxiliares. No obstante, cuando el Director de la Obra lo estime oportuno (por incumplimiento de plazos, por razones de seguridad de personal, por higiene u otros motivos cualesquiera) podrá tomar a su cargo directamente la organización de los trabajos, siendo obligatorias todas las órdenes que proporcione para el Contratista y sin que pueda admitirse reclamación alguna por ello.

SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente, mediante las señales indicadoras reglamentarias.

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS

El Contratista dará toda clase de facilidades al personal encargado de la inspección de las obras para que realicen su misión de la manera más eficaz posible, colaborando con él en la toma de nuestras mediciones, ensayos y comprobaciones que aquel juzgue conveniente efectuar, incluso transportando las muestras hasta los laboratorios en los que deban efectuarse los análisis correspondientes, siendo de cuenta del Contratista los gastos que todo ello ocasione.

LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus alrededores de escombros y material sobrante, retirar las instalaciones provisionales cuando no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios, para que la obra ofrezca buen aspecto a juicio del director de esta. Se ha de tener presente en todo momento la Ley de Protección Ambiental.

ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

Los ensayos y análisis que deben realizarse con los materiales y elementos que se utilizarán en la obra, se verificarán a indicación del Director de Obra en el Laboratorio Oficial o de Organismo Público que éste fije. La toma de muestras se efectuará por el Director de Obra en presencia del Contratista y dará fe de los resultados obtenidos, las certificaciones expedidas por los laboratorios escogidos.

MUESTRAS

De cada material presentará el Contratista una muestra al Director de obra, quedando en poder de la propiedad para posterior comprobación tras ser aceptadas. También se podrán exigir los correspondientes certificados de calidad.

GARANTÍA DE EJECUCIÓN

Durante el desarrollo de las obras y hasta que tenga lugar la recepción, el Contratista es el responsable de los defectos que puedan observarse en los materiales utilizados o en la realización de la instalación y de las consecuencias que de ello se puedan derivar.

MANO DE OBRA

Todas las obras comprendidas en el presente Pliego de Condiciones se realizarán con los buenos principios de la especialidad correspondiente, atendiéndose al Proyecto, a la Reglamentación vigente, a las prácticas establecidas en obras similares y a las indicaciones del Director de la Obra.

MODIFICACIÓN DE LAS OBRAS

El Director de la obra solo podrá acordar modificaciones en el Proyecto cuando sean consecuencia de necesidades nuevas o de causas técnicas imprevistas al redactarlo.

Si las modificaciones del Proyecto representan variación en el presupuesto de las obras, el plazo de ejecución podrá ser reajustado sin que pueda ser aumentado o disminuido en mayor proporción que en la que resulte afectado el presupuesto. Las posibles modificaciones que puedan efectuarse como consecuencia de necesidades nuevas surgidas durante la realización de las obras podrán ser adjudicadas al Contratista por el Director de Obra, si su importe total es inferior al 10% del presupuesto de adjudicación.

RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La ejecución de las obras se realizará a riesgo y ventura del Contratista y éste no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en los materiales o realizaciones, sino en los casos de fuerza mayor, tal como se define ésta en la legislación vigente.

DAÑOS

Serán de cuenta del Contratista todos los daños que se causen a terceros como consecuencia de la ejecución de las obras, de defectos en los materiales utilizados o la realización de la instalación.

OBLIGACIONES GENERALES

El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones vigentes o que lo sean durante la ejecución de las obras que afectan a obligaciones económicas y fiscales de todo orden, o tengan relación con el contrato o accidentes de trabajo, seguro obrero y atenciones de carácter social.

PENALIDADES

Las penalidades por demora se graduarán ateniéndose al Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas L.C.A.P. R.D. 2/2000 [26]

PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

Antes de efectuar la recepción, se comprobará la exactitud de los planos y del esquema eléctrico facilitado por el contratista.

ACTA DE RECEPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

Queda sometido al artículo 147 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas L.C.A.P. R.D. 2/2000 [26].

A la recepción de las obras a su terminación y a los efectos establecidos en el artículo 110.2 de [26] concurrirá un facultativo designado por la Administración representante de esta, el facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista, asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo. Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de esta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente Acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el Acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de la instalación será de **UN (1) AÑO** contado a partir de la fecha del acta de recepción, durante el cual la conservará el Contratista. El Contratista, durante el plazo de garantía, deberá facilitar el personal y materiales necesarios para la reparación de posibles averías o modificar las deficiencias que se observen en la instalación, iniciando los trabajos en un plazo inferior a 24 horas, contadas a partir del momento en que se notifique de ello. El Contratista no será responsable de las averías o deficiencias que se produzcan en la instalación como consecuencia de maniobras equivocadas o negligentes del personal encargado, pero vendrá obligado a su reparación a los precios comprendidos en la Contrata, si en ella figuran los mismos o similares unidades de obra, o aquellas que se estableciesen de común acuerdo entre el Excelentísimo Ayuntamiento y el Contratista.

CERTIFICACIONES

El abono de las obras se realizará exclusivamente mediante certificaciones. Esta contendrá solamente elementos de obra totalmente terminados, es decir, partes de las unidades de obra que formen un conjunto homogéneo y no disperso en cuanto a su situación.

La valoración se realizará aplicando los precios descompuestos que figuran en el presupuesto, afectados de un coeficiente reductor, igual a la relación existente entre el precio de adjudicación y el precio base del Presupuesto del Proyecto. Las certificaciones parciales, tendrán siempre el carácter de propuesta de entrega a buena cuenta y en ningún caso supondrán recepción de la parte de obra que afecten.

Una vez recibida la relación de obra ejecutada de parte del Contratista, el Técnico Director dispondrá de un plazo de 15 días para dar conformidad o reparos a la certificación.

REVISIÓN DE PRECIOS

Los precios incluidos en la oferta del Contratista son firmes y no están sujetos a revisión.

2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En este capítulo se detallan las protecciones y precauciones que se tendrán que seguir y respetar en todo momento para cumplir con la normativa vigente durante la ejecución del presente proyecto de alumbrado público.

2.1 Generalidades

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se establece en las obras e instalaciones del *“ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA POBLACIÓN DE “LOS MOLARES” (SEVILLA). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”*.

El plazo de ejecución de las obras será de **DOCE (12) MESES**.

El número de trabajadores en obra será, como máximo de diez (10) personas.

La prevención de accidentes y enfermedades profesionales es tarea común de todos y requiere la participación activa por parte de:

- Los niveles Directivos: dando su respaldo a las normas y procedimientos de seguridad establecidos, asignando los recursos necesarios para la implantación de las medidas preventivas y, fundamentalmente, comprometiéndose de modo visible en la toma de decisiones en pro de la seguridad e higiene en el trabajo.
- Los niveles de Supervisión: ejerciendo su responsabilidad por las condiciones de seguridad e higiene con que se llevan a cabo las actividades bajo su supervisión, para lo cual deberán conocer y cumplir las normas y procedimientos de seguridad aplicables, siendo también responsables de que el personal a su cargo las conozca y las cumpla.
- Todos los empleados: desempeñando sus actividades de forma segura, siguiendo los procedimientos de seguridad establecidos y notificando inmediatamente, corrigiéndolas si es posible, todas las condiciones y acciones inseguras detectadas en su área de trabajo.

2.2 Desarrollo del plan de seguridad

Se ha propuesto el siguiente Plan de Seguridad según el Real Decreto 1627/1997 [27], por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este plan se desarrollará siguiendo el siguiente esquema:

1. Orden y limpieza
2. Protección personal
3. Herramientas portátiles
4. Protección de máquinas
5. Equipos de izado y transporte de cargas
6. Excavaciones
7. Demolición de estructuras
8. Montaje de estructuras

9. Andamios y escaleras
10. Tráfico de vehículos y peatones
11. Riesgos eléctricos
12. Soldadura y corte
13. Almacenamiento y manejo de materiales
14. Prevención de incendios

ORDEN Y LIMPIEZA

El mantenimiento de un alto nivel de orden y limpieza en los lugares de trabajo es un aspecto clave en la prevención de accidentes y contribuye eficazmente a la motivación y satisfacción en el trabajo. A tal efecto se deberá:

- Mantener los pasillos, escaleras, puertas y otras vías de paso, libres de objetos que obstaculicen el tránsito.
- Depositar los papeles, bolsas y desperdicios en general, en recipientes adecuados para tal finalidad.
- Limpiar los derrames de aceite, grasa y productos químicos en general, tan pronto como se produzcan.
- Guardar las herramientas de trabajo en sitio previsto para tal finalidad.
- Depositar los tablones, tablas, tubos metálicos y otros elementos usados en andamios y encofrados, fuera de los lugares de paso. Retirar inmediatamente los clavos, remaches, electrodos de soldadura y otros elementos punzantes, para evitar accidentes.
- Almacenar los materiales inflamables en un lugar seguro lejos de fuentes de ignición.
- Disponer los cables eléctricos y mangueras provisionales, fuera de pasillos, escaleras y lugares de paso del personal, siempre que sea posible; se dispondrán áreas a una altura mínima de 2,5 metros.

PROTECCIÓN PERSONAL

Los medios de protección personal serán de empleo obligatorio siempre que se precise para la realización del trabajo.

a) Ropa de trabajo

- La ropa de trabajo deberá ser cómoda y ajustada al cuerpo, reduciendo o eliminando los elementos que puedan producir atrapamiento o enganches (cinturones, bocamangas, cordones, bolsillos, etc.). Manga larga y pantalón largo, serán siempre obligatorios.
- Cuando la ropa habitual de trabajo no sea suficiente para la protección del trabajador, se utilizarán trajes especiales o complementos.

b) Protección de la cabeza

La utilización de casco de seguridad homologado es obligatoria dentro del recinto vallado, salvo en edificios administrativos sociales o asistenciales, mientras en ellos no se lleven a cabo trabajos con riesgo de caída de objetos desde altura. Está prohibida la utilización de cascos metálicos.

c) Protección de la cara

Para la protección contra el calor, radiaciones, salpicaduras de líquidos o proyección de partículas, se utilizarán pantallas de protección facial homologadas. Las pantallas podrán estar integradas en el casco de seguridad o ser independientes.

d) Protección de la vista

Las gafas de seguridad deberán estar homologadas para el tipo de riesgo involucrado en la actividad a realizar. Tales riesgos pueden ser debidos a: proyección de partículas sólidas, presencia de polvos, humos o nieblas, salpicadura de líquidos, gases irritantes o tóxicos y radiaciones peligrosas. La utilización de gafas de seguridad es obligatoria dentro del recinto vallado salvo edificios administrativos, sociales o asistenciales, mientras en ellos no se lleven a cabo trabajos con los riesgos mencionados previamente.

No se permitirá el uso de gafas normales en lugares con riesgo para la vista siendo necesario el uso de gafas de seguridad graduadas o superpuestas a las normales.

e) Protección de los oídos

Cuando el nivel de ruido en el área de trabajo supere los 80 dB será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva homologados. Las áreas en donde se requiere protección auditiva estarán señalizadas.

f) Protección de las extremidades inferiores

El uso de calzado de seguridad homologado es obligatorio dentro del recinto vallado y su selección dependerá del tipo de riesgo existente.

- En trabajos con riesgo de accidentes mecánicos, será obligatorio el uso de calzado de seguridad con refuerzo metálico en la puntera.
- En los trabajos con productos químicos se usará calzado de seguridad de caucho o neopreno.
- En trabajos con riesgo eléctrico se usará calzado aislante sin ningún elemento metálico.
- En cualquier caso, las suelas serán siempre del tipo antideslizante, y cuando las condiciones del trabajo lo requieran (clavos, virutas, cristales, etc.) se usarán plantillas de acero. El personal que desarrolle sus actividades únicamente en el interior de edificios de oficinas, sociales o asistenciales, en los que no se lleven a cabo trabajos que involucren los riesgos mencionados previamente, podrá utilizar calzado normal.

g) Protección de las manos

La selección del tipo de guantes protectores se realizará de acuerdo al riesgo involucrado en la actividad a realizar:

Para trabajos generales de construcción se usarán guantes homologados. Para la manipulación de materiales filosos o cortantes se utilizarán guantes de cuero reforzado o de malla metálica.

- Para trabajos eléctricos se usarán guantes aislantes de neopreno u otro tipo homologado, adecuado al nivel máximo de tensión eléctrica existente.
- En trabajos de manipulación de sustancias químicas se utilizarán guantes homologados para este uso.
- Para trabajos con riesgo térmico se deberán usar guantes aislantes de calor.
- En algunos casos resulta contraproducente utilizar cualquier tipo de guantes. Así ocurre cuando se trabaja en máquinas que presentan riesgo de atrapamiento.

h) Protección del aparato respiratorio

Los equipos de protección respiratoria deberán usarse en aquellas situaciones en que exista riesgo de presencia de: polvos, humos o nieblas, vapores orgánicos o metálicos, gases tóxicos, irritantes o asfixiantes y atmósferas con deficiencia de oxígeno (menos del 20,5 % de Oxígeno).

En atmósferas con deficiencias de oxígeno, o en recintos confinados en que no pueda asegurarse una adecuada ventilación, así como en presencia de cloro, monóxido de carbono, fosgeno y otras sustancias altamente tóxicas, deberán usarse únicamente equipos respiratorios independientes de la atmósfera presente en el lugar de trabajo (equipos autónomos).

Los equipos respiratorios dependientes (máscara con filtro) se usarán de acuerdo al tipo de sustancia, concentraciones y tiempo de uso, para los que hayan sido homologados.

En ambientes en los que existan concentraciones de gases o vapores inflamables por encima del 10 % del límite inferior de inflamabilidad, no se autorizará la entrada de personal en ningún caso.

Los equipos respiratorios sólo podrán utilizarse por personas adiestradas en su uso y tras pasar el examen médico pertinente.

Para seleccionar el equipo de protección respiratoria adecuado, en función del tipo de atmósfera, se respetarán los criterios reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 2-1 Selección del equipo de protección en función de la atmósfera existente

TIPO DE ATMÓSFERA	EQUIPO DE PROTECCIÓN
No deficiente de oxígeno	Mascarilla filtrante cubriendo nariz y boca
Polvos inertes en concentración menor de 10 mg/m ³	Mascarilla filtrante complementada con protección ocular
Polvos dañinos en concentración menor de 10 mg/m ³ (Excepto asbestos)	Máscara filtrante cubriendo toda la cara
Vapores orgánicos	Máscara con filtro cubriendo nariz y boca complementaria con protección ocular

i) Arnés de seguridad

- En todo trabajo realizado a más de dos metros de altura con peligro de caída accidental, será obligatorio el uso de arnés de seguridad homologado.
- Los arneses de seguridad se revisarán siempre antes de su utilización, siendo rechazados y destruidos cuando tengan cortes, grietas, deshilachados o tras haber sido sometidos a actuación en una caída del usuario.
- Se vigilarán de modo especial el lugar de anclaje de la cuerda del arnés, procurando en todo caso que la longitud de la cuerda sea lo más corta posible.

HERRAMIENTAS PORTÁTILES

a) Herramientas de mano

- Las herramientas de mano serán las más apropiadas, por sus características y tamaño, a la operación a realizar y no deberán tener defectos ni desgastes. Cuando no estén usándose se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe dejar las herramientas sueltas en pasillos, escaleras y lugares elevados desde donde puedan caer sobre los trabajadores o entorpecer el paso.

- Los supervisores darán instrucciones precisas a sus trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas, al objeto de prevenir accidentes. Las herramientas no deberán utilizarse nunca para fines distintos a los que están destinadas.

b) Herramientas mecánicas portátiles

- Las herramientas accionadas por fuerza motriz (eléctrica, neumática, hidráulica, etc.) estarán suficientemente protegidas para evitar que el operario esté expuesto a contactos o proyecciones peligrosas.
- Las herramientas mecánicas dispondrán de gatillos u otro tipo de accionamiento, de forma que dejen de operar cuando no son presionados por el operario.
- Antes de utilizar cualquier herramienta o equipo eléctrico portátil, será inspeccionado y etiquetado por personal especializado. Es responsabilidad de cada usuario verificar que no se utilizan equipos que no han sido inspeccionados y etiquetados previamente.
- Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles la tensión de alimentación no será superior a 220 V. con relación a tierra. Para evitar contactos eléctricos por defecto en las partes en tensión, las herramientas portátiles serán del tipo de doble aislamiento. En lugares de trabajo muy conductores la tensión de alimentación no será superior a 24 V. AC.
- Todas las herramientas se inspeccionarán antes de empezar el trabajo, descartándose las que presenten algún defecto que involucre riesgos para el operador.

PROTECCIÓN DE MÁQUINAS

- Los motores, turbinas y otros equipos con partes móviles, se emplazarán en locales aislados o en zonas bien delimitadas, prohibiéndose el acceso al personal ajeno al trabajo mediante carteles bien visibles.
- Los vástagos, émbolos, engranajes y otros elementos móviles que sean accesibles al operador, estarán aislados convenientemente por interposición de barreras o cubiertas. El engrase de los elementos móviles con la máquina en operación deberá poder realizarse sin eliminar las cubiertas de protección.
- Las máquinas estarán provistas de dispositivos eficaces para asegurar su parada instantánea.
- Se protegerán con cubiertas rígidas todos los elementos horizontales de transmisión ubicados a menos de 2,5 metros de altura sobre pisos o plataformas de trabajo. Los elementos de transmisión situados en planos inferiores al puesto de trabajo estarán protegidos por cubiertas permanentes.
- Las partes de las máquinas que representan riesgo de corte, atrapamiento, abrasión o proyección, deberán protegerse con dispositivos adecuados en cada caso, homologados según los reglamentos oficiales vigentes.

EQUIPOS DE IZADO Y TRANSPORTE DE CARGAS

a) Equipos de izado

- La máxima carga útil que puede ser izada deberá estar marcada en el equipo de forma destacada y fácilmente legible.
- La elevación y desplazamiento de la carga se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca.

- La persona responsable de la operación de izado deberá estar presente durante el desarrollo de la maniobra. El personal involucrado deberá conocer el código de señales para el mando de equipos de izado y transporte.
 - No se dejarán aparatos de izar con cargas suspendidas.
 - Se prohíbe la permanencia de toda persona bajo la vertical de la carga, a lo largo de toda la maniobra.
 - Todo aparato de izar deberá haber sido detenidamente revisado y ensayado antes de utilizarlo por primera vez en la obra, por parte de personal especializado, consignando el resultado de la revisión y/o las reparaciones efectuadas, en el libro de mantenimiento del equipo. Diariamente el maquinista, antes de iniciar el trabajo, revisará visualmente todos los elementos sometidos a esfuerzo o desgaste. Trimestralmente, al menos, se realizará una revisión a fondo de cables, cadenas, cuerdas, ganchos, poleas y de los controles de mando y sistemas de frenado.
 - Los ganchos estarán equipados con pestillos de seguridad para evitar que las cargas puedan desprenderse.
 - El izado de cargas de peso superior a 10 Tm requiere la emisión de un permiso de trabajo.
- b) Equipo de transporte
- Diariamente, antes de empezar el trabajo, el conductor deberá comprobar el estado general de vehículo (frenos, ruedas, luces, agua, aceite, combustible y batería).
 - Se respetarán las reglas de tráfico y señalización existentes en el área de trabajo.
 - No podrán transportarse personas en vehículos que no hayan sido acondicionados para ello.
 - El cambiar las baterías deberá hacerse en lugares bien ventilados. En los cuartos de carga de baterías, no se permite fumar.
 - Al cargar o descargar camiones, éstos deberán permanecer con los frenos activados y con cuñas en las ruedas.

EXCAVACIONES

- Antes de iniciar cualquier excavación de profundidad superior a veinte centímetros, deberán identificarse previamente las instalaciones subterráneas (tuberías, cables, etc.) que puedan ser afectados por la excavación.
- La tierra y otros materiales excavados deberán retirarse a una distancia tal del borde de la excavación que no ofrezca riesgos de deslizamiento o derrumbe. La distancia al borde será al menos igual a la profundidad de la excavación.
- Las paredes de la excavación deberán presentar un talud suficiente para evitar derrumbes. Donde la calidad del terreno haga impráctico el talud, las paredes deberán entibarse.
- Los bordes de toda excavación deberán protegerse mediante barandillas rígidas y señalizarse convenientemente. La señalización nocturna deberá incluir lámparas destellantes de color ámbar. Excavaciones de profundidad menor de 0,5 metros podrán delimitarse utilizando cinta de balizamiento únicamente.
- Se proveerán escaleras de acceso para el personal, espaciadas cada quince metros en excavaciones que tengan más de un metro de profundidad.

- En excavaciones donde sea factible la acumulación de gases peligrosos, se realizarán pruebas de atmósfera diariamente antes de la entrada del personal. Tales pruebas de atmósfera deberán ser más frecuentes, incluso continuas, cuando las circunstancias así lo determinen.
- No se permite usar cilindros de gas en el interior de las excavaciones.

DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

Se deberá aislar el área mediante barreras o vallas para mantener alejado al personal ajeno al trabajo, a una distancia no menor de 1,5 veces la altura de la estructura a ser demolida.

No se sobrecargará la estructura permitiendo que se acumulen los escombros al bajar estos de un nivel a otro.

Los materiales de demolición y escombros en general deberán ser retirados y descargados en el vertedero municipal.

MONTAJE DE ESTRUCTURAS

La construcción de estructuras constituye una actividad de riesgo potencial elevado, dada la cantidad de personal presente en un espacio relativamente reducido. Por ello es imprescindible una adecuada planificación y organización de los trabajos:

- El área de trabajo debe estar bien delimitada y señalizada para impedir el acceso de personas ajenas a la obra.
- La erección de las piezas y componentes estructurales requiere la amplia utilización de equipos de izado y transporte, por lo que deben seguirse las medidas de seguridad mencionadas anteriormente.
- Especial precaución deberá prestarse a la existencia de líneas y equipos eléctricos en tensión.
- Los espacios abiertos en suelos y paredes deberán protegerse convenientemente para evitar caídas de personas y objetos.
- Será obligatorio el uso de arnés de seguridad siempre que exista riesgo de caída desde más de dos metros de altura. Se instalarán líneas estáticas ancladas firmemente a la estructura para el enganche de los arneses de seguridad.
- Escaleras, escalas y plataformas, deberán ser erigidas junto con la estructura, al objeto de proveer un acceso seguro a las áreas de trabajo. Queda totalmente prohibido descolgarse por columnas o soportes transversales.

ANDAMIOS Y ESCALERAS

a) Escaleras de mano

- Las escaleras de mano serán metálicas y ofrecerán las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad para el trabajo de que se trate.
- Como excepción deberá usarse escaleras de madera cuando exista riesgo de entrar en contacto con campos o circuitos eléctricos. Las escaleras de madera no estarán pintadas, al objeto de que no queden ocultos posibles defectos.
- No podrán empalmarse dos o más escaleras simples. Si la escalera es de tipo "tijera" deberá desplegarse totalmente.

- Las escaleras se colocarán de manera que la distancia horizontal desde el pie de la escalera al plano vertical de apoyo sea aproximadamente la cuarta parte de la longitud de la escalera entre pie y apoyos.
- Antes de usar una escalera de mano deberá comprobarse que:
 - Los peldaños están firmemente ensamblados a los largueros, no basta con que estén clavados únicamente.
 - Los pies de la escalera disponen de zapatas o anclajes para impedir su deslizamiento.
- Las escaleras de mano simples no podrán salvar más de siete metros de altura. Cuando se requiera un mayor alcance, se utilizarán varias escaleras con plataforma o descansos intermedios.
- El ascenso, descenso y la realización de cualquier tipo de trabajo en escaleras de mano, se efectuará siempre de cara a las mismas. No se utilizará una escalera de mano por más de un trabajador a la vez.
- Las escaleras estropeadas deben eliminarse de la circulación inmediatamente, marcándolas adecuadamente para que no puedan ser utilizadas.
- La escalera deberá colocarse de forma que sobresalga al menos un metro más allá de los puntos superiores de apoyo y estará anclada a la estructura de apoyo.

b) Andamios

Los andamios se construirán con las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad de acuerdo con las cargas fijas o móviles que hayan de soportar. Serán inspeccionados y autorizados, en su caso, por el Departamento de Seguridad antes de empezar el trabajo.

- Las plataformas de los andamios, en caso de estar contruidos con tablones de madera, estos serán sanos, (dimensiones mínimas de cinco centímetros de espesor y veinte centímetros de ancho), sobresaliendo al menos treinta centímetros de los soportes del andamio y firmemente afianzados entre sí.
- Los andamios deberán estar fijados a las paredes o elementos de la estructura, aproximadamente cada nueve metros horizontalmente y seis metros en vertical. Anclajes adicionales pueden ser requeridos en función de la carga a soportar por el andamio.
- Las plataformas de los andamios estarán provistas de barandillas, travesaños y rodapiés, independientemente de su altura.
- Los elementos constructivos del andamio no deben presentar roturas, golpes, corrosión o piezas sueltas.
- La plataforma del andamio, así como las escalas de acceso, deben tener una iluminación adecuada, si van a utilizarse en horas nocturnas.
- Solamente se accederá a la plataforma de trabajo del andamio a través de escalas fijas o escaleras, no permitiéndose el acceso a través de las traviesas o tirantes del andamio.
- Durante la erección o desmontaje del andamio se usarán arneses de seguridad.
- Los andamios y sus elementos asociados no deberán ser modificados en ninguna forma que afecte lo previsto en su diseño inicial.
- En las proximidades de equipos o circuitos eléctricos se tomarán las previsiones adecuadas para evitar contactos accidentales con elementos en tensión.
- Las patas de soporte de los andamios deben estar apoyadas sobre superficies planas y consistentes que aseguren una verticalidad aplomada. Se usarán tornillos de ajuste con bloqueo para compensar pequeñas diferencias de nivel del terreno.

c) Andamios colgantes:

- El aparejo de izado del andamio utilizará cable de acero del calibre adecuado a las cargas fijas o móviles que el andamio vaya a soportar.
- Los trabajadores en la plataforma deberán usar arneses de seguridad, unidos a líneas salvavidas independientes que lleguen hasta el suelo.

d) Andamios móviles:

- Al desplazar los andamios no deberá haber personal, materiales o equipos, en la plataforma.
- Se emplearán dispositivos de bloqueo en las ruedas cuando el andamio esté situado en una posición fija.

TRÁFICO DE VEHÍCULOS Y PEATONES

El reglamento de circulación está en vigor en todo el emplazamiento.

La velocidad máxima será de 30 Km/h. para vehículos ligeros. Los vehículos pesados (grúas, camiones, remolques, etc.) no deberán superar los 10 Km/h.

Cuando la grúa se desplace de un lugar a otro, los soportes hidráulicos estarán completamente recogidos.

Cuando sea necesario bloquear alguna carretera o vía deberá comunicarse con antelación al Director de Obra.

El aparcamiento de vehículos solo se permitirá en las zonas previstas al efecto. No se estacionará ningún vehículo a menos de cinco metros de hidrantes, válvulas o equipos de emergencia en general.

Los peatones deberán caminar por el lado izquierdo de la calzada o por los corredores designados al efecto.

Los vehículos sólo podrán transportar el número de pasajeros autorizados.

RIESGOS ELÉCTRICOS

Los trabajos en equipos o circuitos eléctricos se realizarán únicamente con personal cualificado y previa emisión del correspondiente permiso de trabajo eléctrico. Cualquier desviación a esta regla deberá ser autorizada previamente por escrito por parte del Director de las Obras.

Para la protección de las personas contra contactos eléctricos con partes normalmente en tensión, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Alejamiento por distancia.
- Recubrimiento de partes activas con aislamiento apropiado.
- Interposición de barreras u obstáculos que impidan contactos accidentales.

Para la protección contra contactos con partes normalmente no energizadas, pero que pueden estarlo en caso de defecto, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Puesta a tierra de masas.
- Dispositivos de corte automático sensibles a las corrientes de defecto (interruptores diferenciales) o a la tensión de defecto (relés de puesta a tierra).
- Separación del circuito de utilización de la fuente de energía por medio de un transformador de separación de circuitos, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.

- Doble aislamiento de las partes accesibles al operador.
- Utilización de tensiones de seguridad (24 V. AC.)

Los cables eléctricos no presentarán raspaduras ni dobleces, ni se sujetarán con clavos a ganchos metálicos. Se evitará tender los cables por pasillos o vías de paso disponiéndolos siempre que sea posible aéreos a una altura de 2,5 metros.

No se sobrecargarán los enchufes con un número excesivo de conexiones, al objeto de evitar sobrecalentamientos.

SOLDADURA Y CORTE

Los trabajos de soldadura deberán estar aislados de otros ambientes de trabajo cercanos, mediante pantallas o lonas ignífugas (las lonas de asbestos están prohibidas).

Se dispondrá extintores portátiles en número y capacidad suficiente, en el mismo lugar del trabajo.

Los cables, mangueras, reguladores y conexiones de los equipos de soldadura, deben inspeccionarse diariamente.

En recintos cerrados deberá proveerse una adecuada ventilación de los humos y vapores generados.

Se usarán los equipos de protección personal necesarios.

a) Soldadura autógena y oxicorte

- Los cilindros no podrán rodarse ni arrastrarse sobre el suelo, para moverlos se utilizarán carritos porta-cilindros. Cuando se requiera su izado se utilizarán cestas apropiadas. Cuando no se utilicen, los cilindros deberán tener la válvula cerrada y protegida por capuchón.
- Los cilindros de oxígeno y gas no deben introducirse en recipientes, excavaciones o espacios confinados en general. Se mantendrán lejos de fuentes de calor o llama y convenientemente fijados para que no se desplacen.
- Dispondrán de válvulas antirretorno en la salida del cilindro y antes del soplete.
- Los cilindros de oxígeno deben almacenarse separados de los cilindros de gas por un panel resistente al fuego, o a una distancia mínima de cuatro metros.

b) Soldadura eléctrica

- El cable de tierra deberá conectarse lo más cerca posible a la pieza que se trabaja, mediante una pinza o abrazadera.
- Los generadores diésel deberán pararse cuando no se estén utilizando. La operación de reabastecimiento de combustible se realizará con el motor parado.
- Los porta-electrodos calientes no deben sumergirse en agua (riesgo de electrocución). Los electrodos usados deben guardarse en un cubo u otro contenedor adecuado.
- Los cables que tengan defectos en aislamiento deberán sustituirse o repararse inmediatamente.
- El soldador no deberá usar anillos ni pulseras metálicas durante su trabajo.
- Los electrodos usados y varillas de soldadura se dispondrán en un recipiente adecuado para este fin. No se dejarán restos de electrodos en el suelo en ningún momento.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

Los materiales almacenados se deben separar por clases y tamaño, evitando combinar en un mismo lugar materiales incompatibles.

No se apilarán materiales obstruyendo pasillos, vías de paso, equipos contra incendios o salidas de emergencia.

El levantamiento de cargas a mano debe hacerse apoyando ambos pies firmemente y algo separados, con las rodillas dobladas y espalda recta, e izar la carga enderezando gradualmente las piernas. Se evitará izar a mano, cargas excesivamente pesadas para el trabajador.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Los líquidos inflamables deberán guardarse en recipientes de seguridad.

La instalación eléctrica no debe presentar fallos de aislamiento o sobrecargas.

Los desperdicios sólidos (papel, trapos, cartón, estopas, etc.) deben guardarse en recipientes alejados de fuentes de calor o llama abierta.

Los trabajos de soldadura y corte deben aislarse para que las escorias o chispas no ocasionen incendios.

La ropa o trapos manchados de aceite, grasa, pintura o disolventes no deben guardarse en armarios cerrados sino al aire libre.

Se prohíbe el uso de gasolina u otros líquidos inflamables, para limpieza de manos, ropa, herramientas o equipos.

Está prohibido fumar salvo en las áreas delimitadas al efecto.

En los puestos de trabajo se dispondrá del número suficiente de extintores, de capacidad y tipo adecuados, para la extinción de incendios.

Todo el personal deberá estar adiestrado en el uso de extintores portátiles. En el caso de utilización de éstos, deberá comunicarse inmediatamente al Director de las Obras.

No se usará agua en la red contra incendios para fines distintos del combate de incendios.

El acceso de los equipos contra incendios debe mantenerse siempre libre de obstáculos.

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

ESTUDIO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA POBLACIÓN DE “LOS MOLARES” (SEVILLA)

Autor: Ignacio Jiménez Goas

Tutor: Jaime Navarro Casas

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO



ÍNDICE DE DOCUMENTOS

- 1- MEDICIONES
- 2- PRECIOS ELEMENTALES
- 3- PRECIOS UNITARIOS
- 4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULO
- 5- PRECIOS GENERALES

PRESUPUESTO

Aquí se detalla el presupuesto y las mediciones de la totalidad del Estudio, indicando la cuantía, las cantidades y los detalles de los materiales empleados.

1.1 Introducción

El presupuesto y las mediciones es una parte fundamental de los proyectos y es importante que todo quede lo más detallado posible, pues de ello depende, en gran parte, que el cliente acepte nuestra propuesta y no otra.

Para realizar este apartado se ha usado un software específico en esta materia. El programa PRESTO es habitualmente usado por empresas que tienen que presentar presupuesto y mediciones detalladas.

He tenido acceso a bases de precios real, por lo que el presupuesto es lo más real posible ya que se han usado los mismos datos que se usan en proyectos de carácter oficial.

A parte de las bases de precios, había que indicar todas las mediciones, por lo que se ha realizado un recuento de todo el material que se ha estimado necesario para la ejecución del proyecto.

Los metros de cable y los metros cúbicos de terreno excavados se han cogido aproximados, siempre dejando un margen lo suficientemente amplio para que en ningún caso el presupuesto pueda incrementarse.

1-MEDICIONES

1- MEDICIONES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO TIERRAS							
U01EZ030	m3 EXCAV. ZANJA TERRENO TRÁNSITO						
	Excavación en zanja en terreno de cualquier tipo, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.						
		1	18,342.57	0.70	0.40	5,135.92	
							5,135.92

1- MEDICIONES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 PAVIMENTACIÓN							
U04VCH025	m2 PAV.CONTINUO HORMIGÓN FRATASADO MANO e=15 cm Pavimento continuo de hormigón HA-25/P/20/I, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 30x30x6, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, regleado, vibrado, fratasado, curado, y p.p. de juntas.						7,337.00
U03CZ030	m3 MATERIAL DE RELLENO Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25), en capas de base de 20 cm de espesor, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.						4,035.37

1- MEDICIONES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ALUMBRADO EXTERIOR							
U09BW0106	u ALIMENTACIÓN A CUADRO ALUMBRADO Conexión del nuevo cuadro de alumbrado, instalando una nueva salida en el cuadro general de mando y protección ubicado en planta baja, realización de alimentación desde esta salida hasta ubicación del cuadro de mando del alumbrado exterior. conexionado y cableado.	9				9.00	9.00
U09BW010	u CUADRO MANDO ALUMBRADO P. 10 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 10 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 1 contactor, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección contra sobrecargas con portafusibles y 3 fusibles; incluso célula foto-eléctrica y reloj con interruptor horario, conexionado y cableado.	9				9.00	9.00
U09BCP006	m LÍNEA ALUMB.P.3(1x6)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 4(1x6) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	15,869.49			15,869.49	15,869.49
U09BCP010	m LÍNEA ALUMB.P.3(1x10)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 3(1x10) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	2,473.08			2,473.08	2,473.08
U10CC0401	u PUESTA A TIERRA BACULOS Puesta a tierra cada 5 baculos, formado por una pica de acero cobrizado de 2 metros de longitud, unida a baculo con conductor desnudo de cobre de 35 mm2, montado y conexionado.						149.00
U09BZ020	u ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 45x45x70 cm Arqueta para alumbrado público fabricada en polipropileno reforzado con fondo, de medidas interiores 45x45x70 cm con tapa y marco de fundición, resistencia 125 kN. Colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior.						120.00
U10CC041	u COLUMNA 12 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 12 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	30				30.00	30.00
U10CC040	u COLUMNA 8 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 8 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	350				350.00	350.00

1- MEDICIONES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
U10CC042	u COLUMNA 4 m. Columna de 4 m. de altura compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexonado.	19				19.00	19.00
U10BM100	u BRAZO MURAL 1,5 M	338				338.00	338.00
CTF63MM	M CANALIZACION TUBO DE POLIETILENO 63 mm Canalización de tubo de PVC de D=63 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexonado.	1	18,342.57			18,342.57	18,342.57
E18IEB080LED	u LUMINARIA Philips Lighting DECOFLOOD BVP646 Luminaria Decoflood de Philips Lighting BVP646 GC 1xKED 31/WW A/60, de flujo luminoso de lámpara 3100 lm y flujo luminoso de luminaria 2610 lm y potencia 42.8 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.	5				5.00	5.00
U10VP0503	u LUMINARIA Philips Lighting CITYSWAN BRS439 Luminaria de led City Swan Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A , de flujo luminoso de lámpara 11329 lm y flujo luminoso de luminaria 9485 lm y potencia 105,7 W o similar. Instalado, incluido montaje y conexonado.	688				688.00	688.00
E19IEB080LED	u LUMINARIA Philips Lighting BOBEK LED PHILIPS BGP625 Luminaria Bobek LED de Philips Lighting BD600 1*eco23/740S o similar, de flujo luminoso de lámpara 2300 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.	19				19.00	19.00
E18IEB081LED	u LUMINARIA Philips Lighting LUMA LED BGP625 T25 Luminaria Luma LED de Philips Lighting BGP625 T25 1xLED150-4S/740 DM11, de flujo luminoso de lámpara 15000 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.						30.00

2- PRECIOS ELEMENTALES

2- PRECIOS ELEMENTALES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE
M02GE010	76.000 h	Grúa telescópica autoprop. 20 t	58.11	4,416.36
			Grupo M02	4,416.36
M05EC020	154.078 h	Excavadora hidráulica cadenas 135 CV	63.18	9,734.62
M05RN020	81.054 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	30.05	2,435.67
			Grupo M05	12,170.30
M06MR230	205.437 h	Martillo rompedor hidráulico 600 kg	11.47	2,356.36
			Grupo M06	2,356.36
M07CB020	16.141 h	Camión basculante 4x4 14 t	35.45	572.22
M07CB030	205.437 h	Camión basculante 6x4 20 t	39.60	8,135.30
M07N080	5,135.920 m3	Canon de tierra a vertedero	6.11	31,380.47
M07W020	35,511.256 t	Km transporte material relleno	0.13	4,616.46
			Grupo M07	44,704.45
M08CA110	16.141 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l	32.76	528.79
M08NM020	16.141 h	Motoniveladora de 200 CV	73.24	1,182.20
M08RN040	16.141 h	Compactador autopropuls.mixto 15 t	54.44	878.74
			Grupo M08	2,589.74
M11HR010	183.425 h	Regla vibrante eléctrica 2 m	5.96	1,093.21
M11HV120	105.062 h	Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm	7.99	839.45
			Grupo M11	1,932.66
MOA0100	136.469 h	Encargado	18.23	2,487.83
MOA0300	2,491.766 h	Oficial 1ª construccion	15.77	39,295.15
MOA0700	3,252.429 h	Peon construccion	13.11	42,639.35
			Grupo MOA.....	84,422.33
MOE0300	3,127.686 h	Oficial 1ª electricidad	16.58	51,857.03
MOE0500	2,823.386 h	Ayudante electricidad	14.14	39,922.67
			Grupo MOE.....	91,779.70
P01AA020	3.600 m3	Arena de río 0/6 mm	17.39	62.60
P01AF031	1,775.563 t	Material relleno	6.11	10,848.69
P01CC040	733.700 kg	Cemento CEM III/A-V 32,5 R sacos	0.10	73.37
P01DW090	27,396.315 m	Pequeño material	1.35	36,985.03
P01HA010	1,100.550 m2	Hormigón HA-25/P/20/I central	72.76	80,076.02
P01HA021	335.616 m3	Hormigón HA-25/P/40/Ila central	72.97	24,489.90
P01HM010	11.400 m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	69.35	790.59
P01LT020	18.574 mu	Ladrillo perforado tosco 24x11,5x7 cm	72.57	1,347.94
P01MC045	9.644 m3	Mortero cem. gris II/B-P 32,5 N M-5/CEM	57.96	558.99
			Grupo P01.....	155,233.13
P03AM180	7,483.740 m2	Malla 30x30x6 1,446 kg/m2	1.40	10,477.24
			Grupo P03.....	10,477.24
P04RR050	542.070 kg	Mortero revoco CSIV-W1	1.13	612.54
			Grupo P04.....	612.54
P08XW020	7,337.000 u	Junta dilatación 10 cm/16 m2 pavimento	0.55	4,035.35
			Grupo P08.....	4,035.35
P15AA130	120.000 u	Tapa cuadrada fundición dúctil 45x45	33.86	4,063.20
P15AA180	120.000 u	Arq.PP reciclado 45x45x60cm	65.25	7,830.00
P15AD006	47,608.470 m	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 6 mm2 Cu	2.75	130,923.29
P15AD010	7,419.240 m	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 10 mm2 Cu	3.03	22,480.30
P15AE020	5,236.000 m	Multicond. ais. RV-k 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu	2.84	14,870.24
P15AF011	20,176.827 m	Tubo rígido PVC D 63 mm	2.64	53,266.82
P15AX060	90.000 m	Multicond.ais.RZ1-k(AS) 0,6-1kV 5x16 + 1x1,5 mm2 Cu	37.85	3,406.50
P15EA010	149.000 u	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	19.18	2,857.82
P15EB010	298.000 m	Conduc cobre desnudo 35 mm2	3.66	1,090.68
P15FB030	9.000 u	Armario puerta 1000x800x250	601.52	5,413.68
P15FJ010	9.000 u	Diferencial 25A/2P/30mA tipo AC	156.08	1,404.72
P15FJ070	18.000 u	Diferencial 25A/4P/30mA tipo AC	297.31	5,351.58
P15FJ080	9.000 u	Diferencial 40A /4P/30mA tipo AC	306.70	2,760.30
P15FK060	9.000 u	PIA 2x10A, 6/10kA curva C	55.84	502.56
P15FK250	90.000 u	PIA 4x25A, 6/15kA curva C	137.10	12,339.00
P15FK260	9.000 u	PIA 4x32A, 6/15kA curva C	159.60	1,436.40
P15FK270	9.000 u	PIA 4x40A, 6/15kA curva C	184.08	1,656.72
P15FM010	18.000 u	Contactador tetrapolar 40A	155.35	2,796.30
P15GA060	2,473.080 m	Cond. H07V-K 750V 1x6 mm2 Cu	2.34	5,787.01
P15GD020	90.000 m	Tubo PVC rígido M 20/gp9 gris Libre Halóg.	3.08	277.20
P15GK110	718.000 u	Caja conexión con fusibles	5.91	4,243.38
			Grupo P15.....	284,757.70
P16AK080	350.000 u	Columna recta galva. pint. h=8.m. y brazo 1,5 m	270.77	94,769.50
P16AK081b	30.000 u	Columna recta galva. pint. h=12.m. y brazo 1,5 m	420.20	12,606.00
P16AK081bM	338.000 u	bRAZO MURAL 1,5 M	47.00	15,886.00
			Grupo P16.....	123,261.50
P27SA020	380.000 u	Codo PVC 90° DN=100 mm.	7.00	2,660.00
P27SA050	1,520.000 u	Perno anclaje D=2,0 cm. L=70 cm.	3.15	4,788.00
P27SA110	380.000 u	Cerco 40x40 cm. y tapa fundición	16.91	6,425.80
			Grupo P27	13,873.80

2- PRECIOS ELEMENTALES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE
		Mano de obra.....		181,570.69
		Materiales		610,041.81
		Maquinaria		70,202.31
		Otros		252,674.41
		TOTAL		836,623.14

3-PRECIOS UNITARIOS

3- PRECIOS UNITARIOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO TIERRAS			
U01EZ030	m3	EXCAV. ZANJA TERRENO TRÁNSITO	
		Excavación en zanja en terreno de cualquier tipo, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	
		Mano de obra	1.12
		Maquinaria.....	10.05
		Suma la partida	11.17
		Costes indirectos..... 3.00%	0.34
		TOTAL PARTIDA	11.51

3- PRECIOS UNITARIOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 02 PAVIMENTACIÓN			
U04VCH025	m2	PAV.CONTINUO HORMIGÓN FRATASADO MANO e=15 cm Pavimento continuo de hormigón HA-25/P/20/I, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 30x30x6, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, regleado, vibrado, fratasado, curado, y p.p. de juntas.	
		Mano de obra	6.43
		Maquinaria.....	0.15
		Resto de obra y materiales	12.90
		Suma la partida	19.48
		Costes indirectos..... 3.00%	0.58
		TOTAL PARTIDA	20.06
U03CZ030	m3	MATERIAL DE RELLENO Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25), en capas de base de 20 cm de espesor, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	
		Mano de obra	0.09
		Maquinaria.....	1.92
		Resto de obra y materiales	2.69
		Suma la partida	4.70
		Costes indirectos..... 3.00%	0.14
		TOTAL PARTIDA	4.84

3- PRECIOS UNITARIOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ALUMBRADO EXTERIOR			
U09BW0106	u	ALIMENTACIÓN A CUADRO ALUMBRADO Conexion del nuevo cuadro de alumbrado, instalando una nueva salida en el cuadro general de mando y protección ubicado en planta baja, realización de alimentacion desde esta salida hasta ubicación del cuadro de mando del alumbrado exterior. conexionado y cableado.	
		Mano de obra	122.88
		Resto de obra y materiales	918.98
		Suma la partida	1,041.86
		Costes indirectos..... 3.00%	31.26
		TOTAL PARTIDA	1,073.12
U09BW010	u	CUADRO MANDO ALUMBRADO P. 10 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 10 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 1 contactor, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección contra sobrecorrientes con portafusibles y 3 fusibles; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario, conexionado y cableado.	
		Mano de obra	122.88
		Resto de obra y materiales	3,268.26
		Suma la partida	3,391.14
		Costes indirectos..... 3.00%	101.73
		TOTAL PARTIDA	3,492.87
U09BCP006	m	LÍNEA ALUMB.P.3(1x6)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 4(1x6) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	
		Mano de obra	4.61
		Resto de obra y materiales	9.60
		Suma la partida	14.21
		Costes indirectos..... 3.00%	0.43
		TOTAL PARTIDA	14.64
U09BCP010	m	LÍNEA ALUMB.P.3(1x10)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 3(1x10) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	
		Mano de obra	4.61
		Resto de obra y materiales	12.11
		Suma la partida	16.72
		Costes indirectos..... 3.00%	0.50
		TOTAL PARTIDA	17.22
U10CC0401	u	PUESTA A TIERRA BACULOS Puesta a tierra cada 5 baculos, formado por una pica de acero cobrizado de 2 metros de longitud, unida a baculo con conductor desnudo de cobre de 35 mm2, montado y conexionado.	
		Mano de obra	3.32
		Resto de obra y materiales	27.85
		Suma la partida	31.17
		Costes indirectos..... 3.00%	0.94
		TOTAL PARTIDA	32.11

3- PRECIOS UNITARIOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U09BZ020	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 45x45x70 cm Arqueta para alumbrado público fabricada en polipropileno reforzado con fondo, de medidas interiores 45x45x70 cm con tapa y marco de fundición, resistencia 125 kN. Colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior.	
		Mano de obra	6.56
		Resto de obra y materiales	99.63
		Suma la partida	106.19
		Costes indirectos..... 3.00%	3.19
		TOTAL PARTIDA	109.38
U10CC041	u	COLUMNA 12 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 12 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	
		Mano de obra	88.25
		Maquinaria.....	20.25
		Resto de obra y materiales	571.21
		Suma la partida	679.71
		Costes indirectos..... 3.00%	20.39
		TOTAL PARTIDA	700.10
U10CC040	u	COLUMNA 8 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 8 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	
		Mano de obra	88.25
		Maquinaria.....	20.25
		Resto de obra y materiales	421.78
		Suma la partida	530.28
		Costes indirectos..... 3.00%	15.91
		TOTAL PARTIDA	546.19
U10CC042	u	COLUMNA 4 m. Columna de 4 m. de altura compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	280.52
		Suma la partida	280.52
		Costes indirectos..... 3.00%	8.42
		TOTAL PARTIDA	288.94
U10BM100	u	BRAZO MURAL 1,5 M	
		Mano de obra	4.15
		Resto de obra y materiales	59.94
		Suma la partida	64.09
		Costes indirectos..... 3.00%	1.92
		TOTAL PARTIDA	66.01

3- PRECIOS UNITARIOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CTF63MM	M	CANALIZACION TUBO DE POLIETILENO 63 mm Canalización de tubo de PVC de D=63 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	3.58
		Suma la partida	3.58
		Costes indirectos..... 3.00%	0.11
		TOTAL PARTIDA	3.69
E18IEB080LED	u	LUMINARIA Philips Lighting DECOFLOOD BVP646 Luminaria Decoflood de Philips Lighting BVP646 GC 1xKED 31/WW A/60, de flujo luminoso de lámpara 3100 lm y flujo luminoso de luminaria 2610 lm y potencia 42.8 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	210.00
		Suma la partida	210.00
		Costes indirectos..... 3.00%	6.30
		TOTAL PARTIDA	216.30
U10VP0503	u	LUMINARIA Philips Lighting CITYSWAN BRS439 Luminaria de led City Swan Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A , de flujo luminoso de lámpara 11329 lm y flujo luminoso de luminaria 9485 lm y potencia 105,7 W o similar. Instalado, incluido montaje y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	330.00
		Suma la partida	330.00
		Costes indirectos..... 3.00%	9.90
		TOTAL PARTIDA	339.90
E19IEB080LED	u	LUMINARIA Philips Lighting BOBEK LED PHILIPS BGP625 Luminaria Bobek LED de Philips Lighting BD600 1*eco23/740S o similar, de flujo luminoso de lámpara 2300 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	225.00
		Suma la partida	225.00
		Costes indirectos..... 3.00%	6.75
		TOTAL PARTIDA	231.75
E18IEB081LED	u	LUMINARIA Philips Lighting LUMA LED BGP625 T25 Luminaria Luma LED de Philips Lighting BGP625 T25 1xLED150-4S/740 DM11, de flujo luminoso de lámpara 15000 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
		Resto de obra y materiales	254.00
		Suma la partida	254.00
		Costes indirectos..... 3.00%	7.62
		TOTAL PARTIDA	261.62

4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO TIERRAS								
U01EZ030	m3 EXCAV. ZANJA TERRENO TRÁNSITO								
	Excavación en zanja en terreno de cualquier tipo, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.								
		1	18,342.57	0.70	0.40	5,135.92			
							5,135.92	11.51	59,114.44
	TOTAL CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO TIERRAS.....								59,114.44

4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 PAVIMENTACIÓN									
U04VCH025	m2 PAV.CONTINUO HORMIGÓN FRATASADO MANO e=15 cm Pavimento continuo de hormigón HA-25/P/20/I, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 30x30x6, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, regleado, vibrado, fratasado, curado, y p.p. de juntas.						7,337.00	20.06	147,180.22
U03CZ030	m3 MATERIAL DE RELLENO Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25), en capas de base de 20 cm de espesor, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.						4,035.37	4.84	19,531.19
TOTAL CAPÍTULO 02 PAVIMENTACIÓN									166,711.41

4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ALUMBRADO EXTERIOR									
U09BW0106	u ALIMENTACIÓN A CUADRO ALUMBRADO Conexión del nuevo cuadro de alumbrado, instalando una nueva salida en el cuadro general de mando y protección ubicado en planta baja, realización de alimentación desde esta salida hasta ubicación del cuadro de mando del alumbrado exterior. conexionado y cableado.	9				9.00	9.00	1,073.12	9,658.08
U09BW010	u CUADRO MANDO ALUMBRADO P. 10 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 10 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 1 contactor, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección contra sobrecargas con portafusibles y 3 fusibles; incluso célula foto-eléctrica y reloj con interruptor horario, conexionado y cableado.	9				9.00	9.00	3,492.87	31,435.83
U09BCP006	m LÍNEA ALUMB.P.3(1x6)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 4(1x6) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	15,869.49			15,869.49	15,869.49	14.64	232,329.33
U09BCP010	m LÍNEA ALUMB.P.3(1x10)+T.16 Cu. C/EXC. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 3(1x10) mm2 con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=110 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	2,473.08			2,473.08	2,473.08	17.22	42,586.44
U10CC0401	u PUESTA A TIERRA BACULOS Puesta a tierra cada 5 baculos, formado por una pica de acero cobrizado de 2 metros de longitud, unida a baculo con conductor desnudo de cobre de 35 mm2, montado y conexionado.						149.00	32.11	4,784.39
U09BZ020	u ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 45x45x70 cm Arqueta para alumbrado público fabricada en polipropileno reforzado con fondo, de medidas interiores 45x45x70 cm con tapa y marco de fundición, resistencia 125 kN. Colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior.						120.00	109.38	13,125.60
U10CC041	u COLUMNA 12 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 12 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	30				30.00	30.00	700.10	21,003.00
U10CC040	u COLUMNA 8 m. Y BRAZO 1,50 M Columna de 8 m. de altura y brazo de 1,50 m compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado.	350				350.00	350.00	546.19	191,166.50

4- PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U10CC042	u COLUMNA 4 m. Columna de 4 m. de altura compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3 de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexonado.	19				19.00	19.00	288.94	5,489.86
U10BM100	u BRAZO MURAL 1,5 M	338				338.00	338.00	66.01	22,311.38
CTF63MM	M CANALIZACION TUBO DE POLIETILENO 63 mm Canalización de tubo de PVC de D=63 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,40 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, instalada, transporte, montaje y conexonado.	1	18,342.57			18,342.57	18,342.57	3.69	67,684.08
E18IEB080LED	u LUMINARIA Philips Lighting DECOFLOOD BVP646 Luminaria Decoflood de Philips Lighting BVP646 GC 1xKED 31/WW A/60, de flujo luminoso de lámpara 3100 lm y flujo luminoso de luminaria 2610 lm y potencia 42.8 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.	5				5.00	5.00	216.30	1,081.50
U10VP0503	u LUMINARIA Philips Lighting CITYSWAN BRS439 Luminaria de led City Swan Philips Lighting BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A , de flujo luminoso de lámpara 11329 lm y flujo luminoso de luminaria 9485 lm y potencia 105,7 W o similar. Instalado, incluido montaje y conexonado.	688				688.00	688.00	339.90	233,851.20
E19IEB080LED	u LUMINARIA Philips Lighting BOBEK LED PHILIPS BGP625 Luminaria Bobek LED de Philips Lighting BD600 1*eco23/740S o similar, de flujo luminoso de lámpara 2300 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.	19				19.00	19.00	231.75	4,403.25
E18IEB081LED	u LUMINARIA Philips Lighting LUMA LED BGP625 T25 Luminaria Luma LED de Philips Lighting BGP625 T25 1xLED150-4S/740 DM11, de flujo luminoso de lámpara 15000 lm y flujo luminoso de luminaria 13533 lm y potencia 92.0 W , Instalada, incluyen replanteo, accesorios de anclaje y conexonado.						30.00	261.62	7,848.60
TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ALUMBRADO EXTERIOR									888,759.04
TOTAL									1,114,584.89

5- PRECIOS GENERALES

5- PRECIOS GENERALES

ESTUDIO ALUMBRADO PÚBLICO LOS MOLARES

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO TIERRAS.....	59,114.44	5.30
02	PAVIMENTACIÓN.....	166,711.41	14.96
03	INSTALACIÓN ALUMBRADO EXTERIOR.....	888,759.04	79.74
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1,114,584.89	
13.00 % Gastos generales.....		144,896.04	
6.00 % Beneficio industrial.....		66,875.09	
SUMA DE G.G. y B.I.		211,771.13	
21.00 % I.V.A.		278,534.76	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1,604,890.78	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1,604,890.78	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN SEISCIENTOS CUATRO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 21 de marzo de 2018.

AUTOR DEL PROYECTO

TUTOR