ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Área de Conocimiento de Proyectos de Ingeniería

PROYECTO/TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Máster en Ingeniería Industrial

Autor: D. Daniel Laarbi González

Tutor: Dr. D. Alfonso Gago Calderón

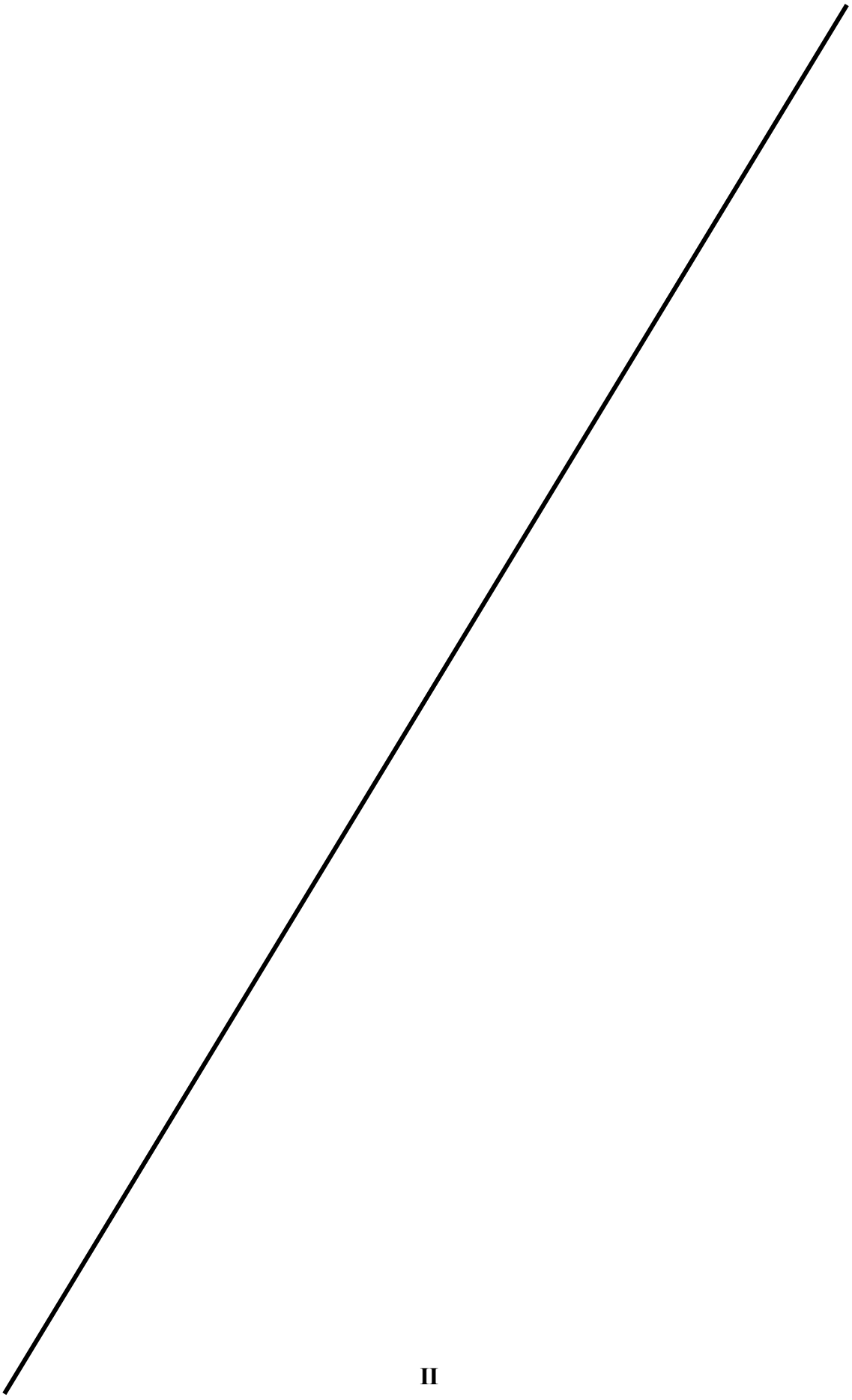
MÁLAGA, 5 septiembre de 2025

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto el diseño, cálculo y justificación de la instalación de alumbrado funcional de la calzada de circulación vial y la iluminación ornamental del Puente del V Centenario, ubicado en la ciudad de Sevilla, así como la instalación eléctrica destinada a alimentar los dos sistemas anteriores. Se contempla la renovación de la infraestructura preexistente antes de la remodelación para la ampliación de la capacidad de volumen de tráfico del puente, incorporando tecnología LED y sistemas de telegestión para mejorar la eficiencia energética, la seguridad vial, controlar la contaminación lumínica y controlar la estética arquitectónica de la obra civil dentro del marco normativa del Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior y el Reglamento de Protección del Cielo Nocturno de Andalucía. Para ello, se han dimensionado cuadros de mando, canalizaciones, líneas y elementos de protección siguiendo la normativa vigente, incluyendo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Se propone además la implantación de un sistema de control inteligente basado en una red mallada inalámbrica tipo CASAMBI para la gestión y control remoto de las luminarias, lo que permitirá monitorizar el consumo, detectar averías y programar el funcionamiento de manera dinámica. Los diseños generados garantizan la viabilidad técnica, funcional y normativa de la actuación planteada dentro de un presupuesto ajustado a las especificaciones de la propiedad del Proyecto.

Palabras claves

Alumbrado exterior arquitectónico, alumbrado vial, eficiencia energética, telegestión, instalación eléctrica, iluminación LED, contaminación lumínica.



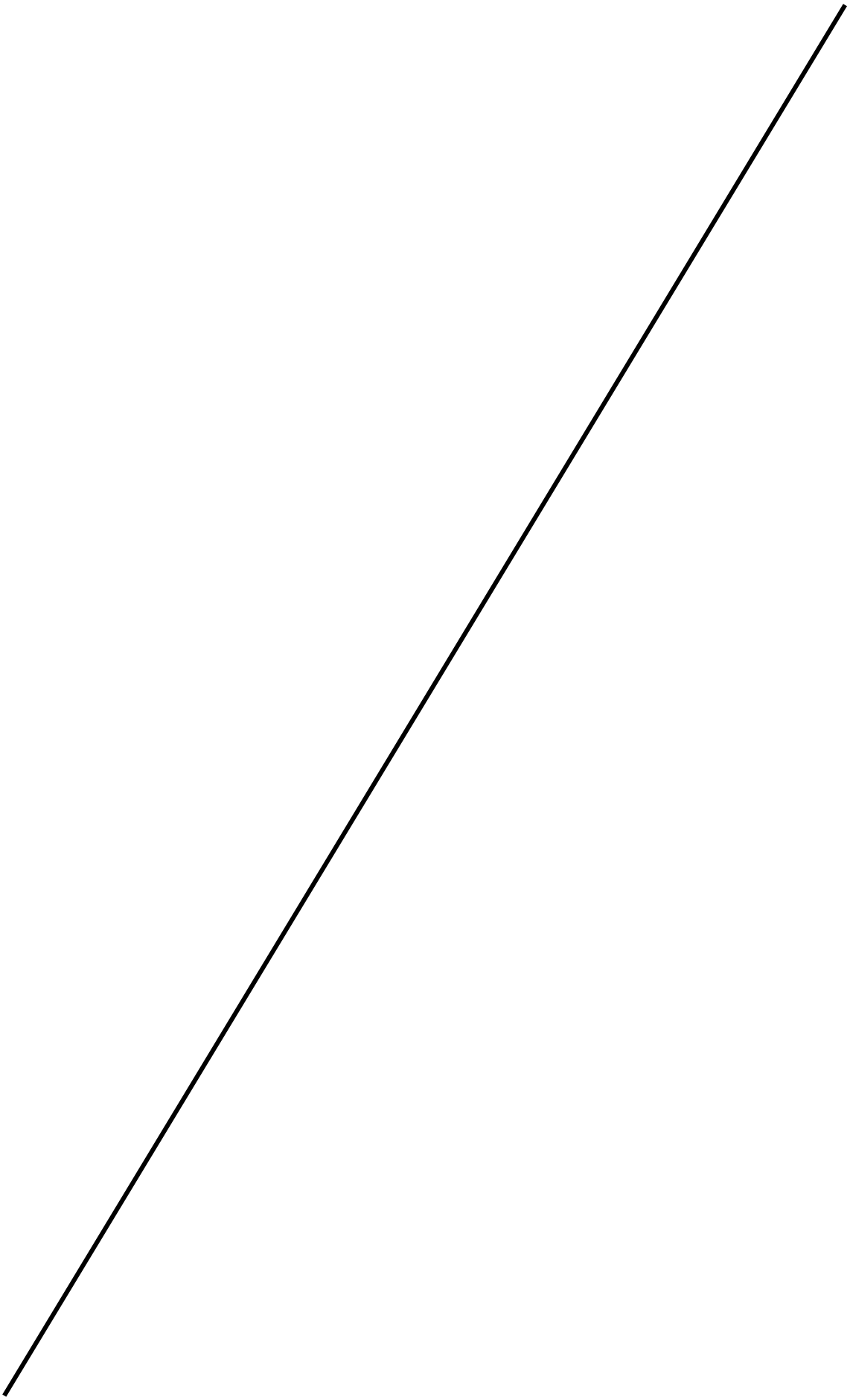
Design Project for the Functional and Multicolor Architectural Lighting Installations of the Puente del V Centenario in the City of Seville.

Abstract

The present project has as its object the design, calculation, and justification of the installation of functional lighting of the roadway for vehicular circulation and the ornamental lighting of the Puente del V Centenario, located in the city of Seville, as well as the electrical installation intended to supply the two previous systems. It contemplates the renewal of the pre-existing infrastructure prior to the remodeling for the expansion of the traffic volume capacity of the bridge, incorporating LED technology and remote management systems to improve energy efficiency, road safety, control light pollution, and control the architectural aesthetics of the civil work within the regulatory framework of the Regulation on Energy Efficiency of Outdoor Lighting and the Regulation on Protection of the Night Sky of Andalusia. For this purpose, control panels, conduits, lines, and protection elements have been dimensioned following current regulations, including the Low Voltage Electrotechnical Regulation and its Complementary Technical Instructions. It is also proposed to implement an intelligent control system based on a CASAMBI-type wireless mesh network for the management and remote control of the luminaires, which will allow monitoring consumption, detecting failures, and programming operation in a dynamic way. The generated designs guarantee the technical, functional, and regulatory feasibility of the proposed action within a budget adjusted to the specifications of the owner of the Project.

Keywords

Architectural exterior lighting, roadway lighting, energy efficiency, remote management, electrical installation, LED lighting, light pollution.



Agradecimientos

Me gustaría expresar mi profunda gratitud a todas aquellas personas que han contribuido a la realización de este TFM. En primer lugar, deseo agradecer especialmente a mi tutor Dr. D. Alfonso Calderón Gago, por su dedicación constante y por la orientación que me ha dado durante todo el proceso. Sin sus consejos y recomendaciones no hubiese sido capaz de concluir con este trabajo. Asimismo, me gustaría ensalzar su permanente disponibilidad, paciencia y cercanía durante todo el proceso, respondiendo siempre a cualquier tipo de consulta por sencilla que pudieran ser.

También estoy agradecido a todos los profesores que han pasado por mi trayectoria académica, desde educación infantil hasta el máster. Sin su enseñanza e influencia difícilmente habría alcanzado los conocimientos y disciplina necesaria para poder realizar con éxito este trabajo.

A mis amigos y compañeros tanto del grado como de máster, y en particular a mis queridos Jabalines y Simios. De no ser por vosotros, este camino hubiese sido mucho más complicado. Gracias por todos los momentos que hemos compartido a lo largo de estos años, que, sin ningún tipo de duda, forman parte de los más bonitos de mi vida. Cada experiencia vivida, desde las horas en la biblioteca hasta las salidas, viajes y risas. Todas estas vivencias han dejado una gran huella en mi memoria y no me cabe la menor duda de que serán recuerdos a los que acudiré con mucha frecuencia.

A mis primos, tíos y abuela, mi agradecimiento también es para vosotros. Gracias por cada momento compartido, por cada cena, cada partido…, aunque puedan parecer simples rutinas, para mí han sido instantes muy especiales tanto de desconexión como de alegría, permitiéndome evadir de la presión de los estudios, recargar energías y recordar lo importante que es tener cerca a quienes te quieren de verdad.

A mi primer y único amor, María. Eres uno de los pilares de mi vida, mi compañía diaria, la persona que siempre está a mi lado cuando más te necesito y quien conoce cada parte de mí. Tu apoyo, confianza y cariño han sido indispensables para poder llegar hasta este momento. Este trabajo también es para ti, porque, como bien sabes, todo lo que hago no es solo por mí, sino también por todo lo que estamos construyendo juntos.

A mis padres y hermano, mi mayor agradecimiento. Sin vosotros no sería la persona que estaría ahora mismo sentada escribiendo estas palabras, porque todo lo que soy os lo debo a vosotros. Gracias por todo el esfuerzo y sacrificio que habéis hecho para que pudiera tener la vida y las oportunidades que he disfrutado, por vuestro apoyo en todos los momentos que he necesitado, cada muestra de cariño, ánimo, enseñanzas y valores. Ojalá en el futuro sea capaz de transmitir, aunque solo sea la mitad de lo que vosotros me habéis dado. Quiero que sepáis que me siento muy orgullosos de vosotros y que no podría haber tenido una mayor fortuna que la de contaros como mi familia. Este trabajo, es fruto de todo lo que me habéis dado y os lo dedico en especial a vosotros.

En definitiva, este trabajo no es solo esfuerzo mío, sino de cada experiencia, compañía e inspiración de todas las personas mencionadas y de muchas otras que han formado parte de este camino. Como decía mi tutor Dr. D. Alfonso Gago, y que se me ha quedado grabado: “Un buen ingeniero es aquel que conoce muchos programas y tiene muchos amigos”. En mi caso puedo decir con seguridad y certeza de que la mitad de esta frase la tengo asegurada, la otra estará por ver…

ÍNDICE GENERAL

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA

1. Objeto……...…….1

2. Alcance……..1

3. Antecedentes……..2

5. Definiciones y abreviaturas……...5

6. Requisitos de diseño……..6

7. Análisis de soluciones…….21

8. Resultados finales……27

9. Planificación……40

10. Orden de prioridad de los documentos……..42

12. Conclusión…….43

ANEXOS

ANEXO I: Cálculos luminotécnicos iluminación vial

1. Tramo existente……..1

2. Tramo sin apartadero……..5

3. Tramo con apartadero……...10

ANEXO II: Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

1. Datos de planificación……6

2. Lista de luminarias……..7

3. Rendering (procesado) en 3D…….8

4. Rendering (procesado) de colores falsos……9

5. Superficies exteriores……...10

ANEXO III: Cálculos eléctricos

1. Objeto…….1

2. Descripción de la instalación……..1

3. Potencia prevista ……...…….1

4. Cálculo de la instalación.……2

5. Cálculo de puesta a tierra……..28

6. Conclusión ……...30

ANEXO IV: Cálculo de la eficiencia energética de la instalación

1. Objeto…….1

2. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación……..1

3. Conclusión …….5

ANEXO V: Estudio energético y económico

1. Objeto…….1

2. Situación inicial……..1

3. Estudio energético y económico……1

4. Conclusión ...……..6

ANEXO VI: Estudio para la elección de la luminaria

1. Objeto…….1

2. Situación inicial……..1

3. Estudio para la elección de la luminaria……1

4. Conclusión …….5

ANEXO VII: Fichas técnicas

1. Luminarias viales exteriores Vulcan…….……..s.n.

2. Proyectores PNAVIA……..s.n.

3. Columnas……..…….s.n.

4. Centralita Mural Reforzada BTicino IP65 72 Módulos F107N72D……s.n.

5. Casambi Cloud Gateway…….s.n.

6. CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA ……...s.n.

ANEXO VIII: Estudio básico de seguridad y salud

1. Objeto……...…….1

2. Normativa aplicable……...1

3. Datos de la obra y antecedentes…….3

4. Descripción de la obra……...……5

5. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo de las instalaciones…..5

6. Maquinaria-herramientas……...8

7. Medios auxiliares……...……..13

8. Señalización…….17

9. Obligaciones de las partes…….18

10. Libro de incidencias……22

11. Paralización de trabajos …….…….…….2

ANEXO IX: Gestión de residuos de la construcción

1. Objeto…….……1

2. Agentes intervinientes……1

3. Normativa aplicable ……...7

4. Identificación y clasificación de los residuos previstos…….8

5. Medidas para la prevención de residuos ……9

6. Operaciones de reutilización, valoración y eliminación……..12

7. Separación y almacenamiento en obra ……15

8. Valoración económica de la gestión de RCD …..……19

9. Documentación y control…….20

ANEXO X: Protección frente a la contaminación lumínica

1. Objeto…….1

2. Marco normativo……...…….1

3. Justificación del Proyecto frente al Reglamento……..……..2

4. Conclusión …….3

ANEXO XI: Plan de obra

1. Diagrama Gantt……..1

2. Organización del equipo…….3

PLANOS

PLANO 1: Plano situación

PLANO 2: Plano emplazamiento

PLANO 3: Instalación de alumbrado vial I

PLANO 4: Instalación de alumbrado vial II

PLANO 5: Instalación de alumbrado vial III

PLANO 6: Instalación de alumbrado vial IV

PLANO 7: Instalación de alumbrado vial V

PLANO 8: Instalación de alumbrado ornamental I

PLANO 9: Instalación de alumbrado ornamental II

PLANO 10: Instalación de alumbrado ornamental III

PLANO 11: Instalación de alumbrado ornamental IV

PLANO 12: Instalación de alumbrado ornamental V

PLANO 13: Instalación de alumbrado ornamental VI

PLANO 14: Esquema unifilar del cuadro de mando y protección CM1

PLANO 15: Esquema unifilar del cuadro de mando y protección CM2

PLANO 16: Instalación de puesta a tierra

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones Generales……...…1

2. Condiciones Particulares……6

MEDICIONES

CAPÍTULO 1: Instalación de la iluminación vial……..1

CAPÍTULO 2: Instalación de la iluminación ornamental……..2

CAPÍTULO 3: Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra……...4

CAPÍTULO 4: Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)…….4

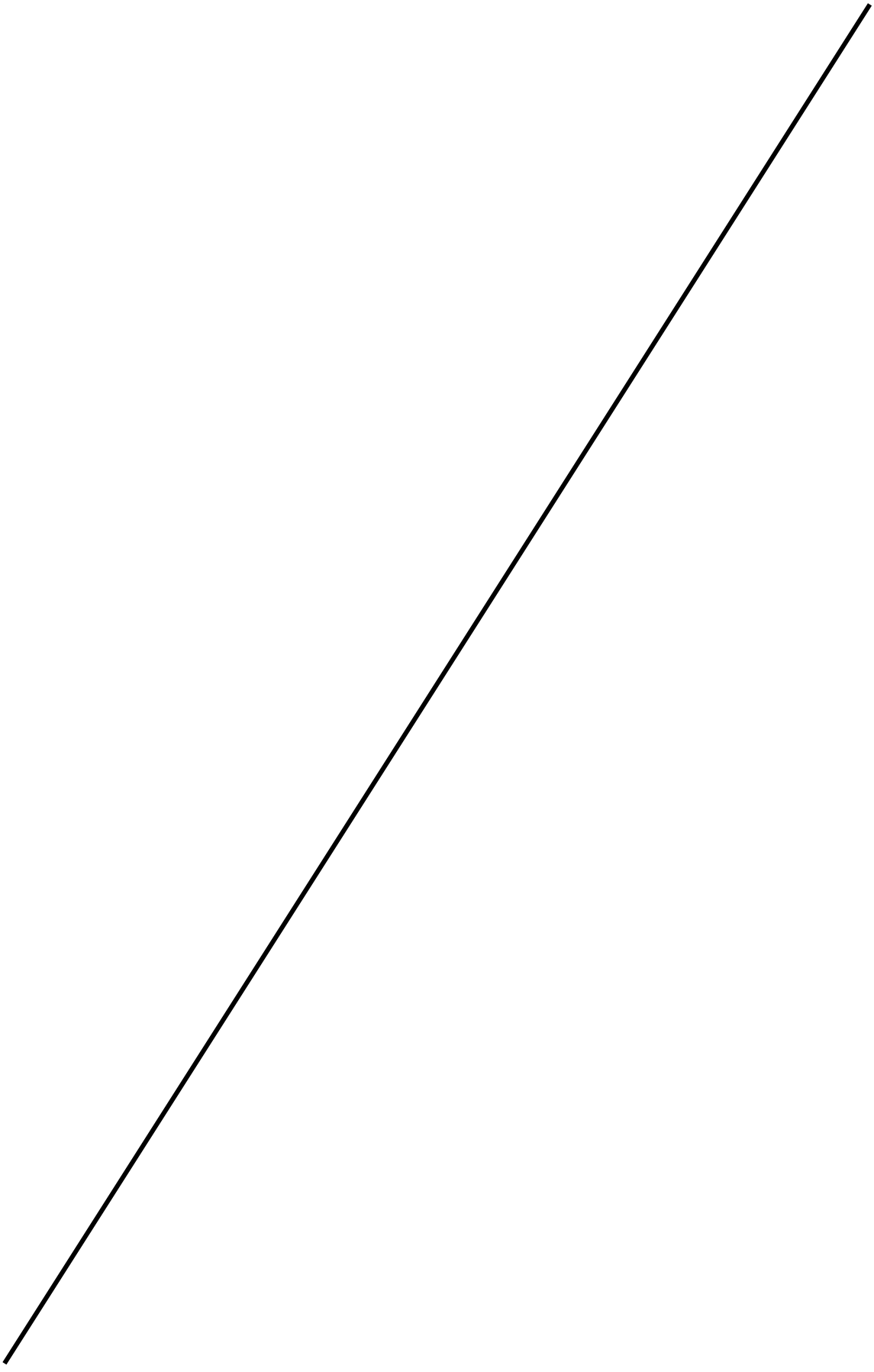
CAPÍTULO 5: EBSS…….5

PRESUPUESTOS

1. Cuadro de precios……..1

2. Presupuestos……28

Índice general



MEMORIA

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Alcance 1

3. Antecedentes 2

4. Normas y referencias 3

4.1 Disposiciones legales 3

4.2 Programas de cálculos 3

4.3 Bibliografía 4

4.4 Normalizaciones 5

5. Definiciones y abreviaturas 5

5.1 Definiciones 5

5.2 Abreviaturas 5

6. Requisitos de diseño 6

6.1 Instalación de iluminación 6

6.1.1 Iluminación vial 6

6.1.2 Iluminación ornamental 13

6.2 Instalación de electricidad 16

6.1.1 Redes de alimentación 16

6.1.2 Tubos y canales protectores 17

6.1.3 Cuadros de protección, medida y control 20

6.1.4 Puesta a tierra 20

7. Análisis de soluciones 21

7.1 Iluminación 21

7.1.1 Iluminación vial 21

7.1.2 Iluminación ornamental 26

7.2 Instalación de electricidad 26

8. Resultados finales 27

8.1 Iluminación 27

8.1.1 Iluminación vial 27

8.1.2 Iluminación ornamental 31

8.2 Instalación de electricidad 35

8.2.1 Cuadro de mando y protección 35

8.2.2 Trazado y característica de la línea de distribución 36

8.2.3 Puesta a tierra 38

8.2.4 Canalizaciones y arquetas 39

9. Planificación 40

10. Orden de prioridad de los documentos 42

11. Documentación complementaria 42

11.1 Estudio Básico de Seguridad y Salud 42

11.2 Estudio de gestión de residuos 43

12. Conclusión 43

1. Objeto

Este proyecto tiene como objetivo el diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y ornamental, así como sus respectivas instalaciones eléctricas, para el Puente V Centenario de Sevilla. Esta estructura, ubicada en la ronda de circunvalación sobre el río Guadalquivir, se encuentra en proceso de ampliación mediante la incorporación de dos plataformas laterales de conducción, lo que permitirá aumentar su capacidad de 5 carriles (uno de ellos central y reversible) hasta un máximo de 8 en determinados tramos. Con esta mejora, se busca reducir significativamente la congestión del tráfico y minimizar los atascos habituales.

El sistema de iluminación diseñado cumplirá una doble función: por un lado, garantizará la visibilidad de la circulación nocturna y de las zonas peatonales destinadas al mantenimiento y evacuación en caso de emergencia, siguiendo las normativas vigentes en materia de seguridad, eficiencia energética y control de la contaminación lumínica. Por otro lado, realzará el valor arquitectónico del puente dentro del Skyline de la ciudad mediante una iluminación ornamental RGBW. Esta última se implementará en los dos pórticos de sustentación centrales y en los tensores de acero que anclan las plataformas de tránsito, incorporando un sistema de control electrónico que permitirá seleccionar y proyectar diferentes combinación y patrones de color.

2. Alcance

El alcance desarrollado en el presente documento abarca los siguientes aspectos:

- Análisis de los planos de la edificación y selección de requerimientos de parámetros luminotécnicos según Instrucciones Técnicas Complementarias (REEAE).
- Diseño de la instalación de iluminación de viales y vías peatonales. Valoración de requisitos técnicas para alumbrado exterior del IDAE. Selección de emplazamientos. Generación de anexos de cálculos y planos. Verificación normativa.

- Diseño de la instalación de iluminación ornamental. Pórticos centrales y tirantes. Valoración de requisitos técnicas para alumbrado exterior del IDAE. Generación de anexos de cálculos y planos. Verificación normativa.
- Diseño de instalación eléctrica de alimentación de las dos instalaciones previas (REBT). Generación de anexos de cálculos y planos; Verificación normativa.
- Diseño de instalación de control y configuración de la instalación de alumbrado ornamental. Verificación normativa.
- Generación de documentos de desarrollo del proyecto técnico: Pliego de Condiciones, Mediciones y Presupuesto.
- Documentación de memoria del Proyecto, descripciones de restos a resolver y justificación de soluciones adoptadas.

3. Antecedentes

El Puente V Centenario, inaugurado en 1991, es una de las infraestructuras más emblemáticas de Sevilla cuya finalidad es la interconexión entre las dos orillas del río Guadalquivir, formando parte de circunvalación SE-30, una de las vías de mayor tránsito de la ciudad.

Sin embargo, con el paso de los años, la infraestructura ha demostrado que las dimensiones proyectadas en 1991 han sido insuficientes para absorber el incremento del parque automovilístico y la expansión urbana, generando un punto crítico de congestión, especialmente en horas punta. Es por ello por lo que se plantea realizar un proyecto de ampliación del puente a partir de la incorporación de dos plataformas laterales, permitiendo aumentar la capacidad de circulación de cinco a ocho carriles, en determinados tramos, reduciendo los problemas de tráfico. Esta ampliación estructural requerirá de una renovación completa de su sistema de iluminación, tanto en su aspecto funcional como ornamental **(**objeto de este proyecto).

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales

- **Ministerio de Industria, Comercio y Turismo**. (2008). Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. *Boletín Oficial del Estado* (BOE). https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/eficiencia-energetica/Paginas/instalaciones-alumbrado-exterior.aspx

- **Ministerio de Industria, Comercio y Turismo**. (2002). Reglamento electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto). *Boletín Oficial del Estado* (BOE), nº 224, 18 de septiembre de 2002. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099

- **Ministerio de Fomento**. (2010). Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA). *Código Técnico de la Edificación*. https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SUA/DBSUA.pdf

- **Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.** (2015). Orden Circular 36/2015: Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles.

4.2 Programas de cálculos

En el presente proyecto se han empleado los programas de cálculos enumerados a continuación:

- Dialux Evo versión 13.0: se trata de un programa de cálculo para resolver cálculos luminotécnicos. En este proyecto se ha empleado para determinar la disposición y tipos de iluminarias requeridas en el alumbrado de los carriles de circulación y las aceras de mantenimiento.

- Dialux versión 4.13: al igual que en su versión posterior, Dialux Evo, sirve para resolver problemas luminotécnicos. En este caso se ha empleado para calcular las luminarias y su disposición en el alumbrado ornamental del puente.

4.3 Bibliografía

1 Jägerbrand, A. K. (2021). Development of an indicator system for local governments to plan and evaluate sustainable outdoor lighting. *Sustainability*, *13*(3), 1506.

2 Liu, Y., Peng, L., Lin, L., Chen, Z., Weng, J., & Zhang, Q. (2021). The impact of LED spectrum and correlated color temperature on driving safety in long tunnel lighting. *Tunnelling and Underground Space Technology*, *112*, 103867.

3 Livingston, J. (2021). *Designing with light: The art, science, and practice of architectural lighting design*. John Wiley & Sons.

4 Martínez Domínguez, F. (2003). *Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales*. Ediciones Paraninfo, SA.

5 Sá, A. (2020). *Aplicaciones del LED en diseño de iluminación*. Marcombo.

6 Tavares, P., Ingi, D., Araújo, L., Pinho, P., & Bhusal, P. (2021). Reviewing the role of outdoor lighting in achieving sustainable development goals. *Sustainability*, *13*(22), 12657.

7 Visitar Sevilla. (s.f.). *Clima de Sevilla: temperatura, lluvia y estaciones*. VisitarSevilla.info. Recuperado el 9 de febrero de 2025, de https://www.visitarsevilla.info/clima-sevilla.asp

8 ERCO. (2024). *Cómo iluminar los puentes correctamente*. https://www.erco.com/es/planificacion-de-iluminacion/public/como-iluminar-los-puentes-correctamente-7245/

4.4 Normalizaciones

- **Asociación Española de Normalización** (2022). *UNE-HD 60364-5-52:2022. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones*. *UNE*.
- **Asociación Española de Normalización.** (2016). *UNE- EN 13201. Iluminación de carreteras*. UNE. https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057658

- **Asociación Española de Normalización.** (2014). *UNE 157001. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico*. UNE. https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052985

5. Definiciones y abreviaturas

5.1 Definiciones

- Iluminación vial: instalación de alumbrado en calles, carreteras y espacios de tránsito con el objetivo de garantizar la seguridad, visibilidad y eficiencia energética en la circulación de vehículos y peatones.
- Iluminación ornamental: instalación de alumbrado con el objetivo de resaltar elementos arquitectónicos, monumentos y espacios urbanos con criterio de eficiencia y sostenibilidad.
- Resplandor luminoso nocturno: es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

5.2 Abreviaturas

- RGBW: Red Green Blue White

- REEAE: Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior.
- IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- IMD: Intensidad Media de tráfico Diario.
- UNE: Una Norma Española.
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria.
- DBSUA: Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
- IRC: Índice de Reproducción Cromática.
- HM: Halógenos Metálicos.
- VM: Vapor de Mercurio.
- SAP: Sodio de Alta Presión.
- SBP: Sodio de Baja Presión.
- RCD: Residuos de Construcción y Demolición.
- LER: Lista Europea de Residuos.
- RGLCAP: Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

6. Requisitos de diseño

6.1 Instalación de iluminación

6.1.1 Iluminación vial

Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado

Para llevar a cabo la instalación de la iluminación vial, es fundamental clasificar la vía proyectada, ya que cada categoría requiere condiciones fotométricas específicas para garantizar una visibilidad óptima y un tráfico seguro. Por ello, con el objetivo de diseñar un sistema de iluminación que cumpla con los estándares lumínicos adecuados, se ha decidido dividir la vía en tres casos distintos:

- Tramo existente: se trata del tramo que se encuentra previo a las obras de ampliación del puente. Consta de un total de seis carriles, de los cuales tres son en sentido Huelva y los restantes sentido Cádiz. Ambos sentidos están separados por un pequeño arcén de un metro de ancho.

- Tramo sin apartadero: este tramo se encuentra en la ampliación del puente y se caracteriza por estar formado por seis carriles, manteniendo la misma disposición que las desarrolladas en el tramo existente. Además, cuenta con la presencia de una pequeña acera de mantenimiento, separadas de la calzada por un pretil de hormigón, de 1,5 m de ancho que permite realizar trabajos técnicos o de protección de posibles personas que se viesen afectadas por accidentes.
- Tramo con apartadero: estos tramos se encuentran intercalados entre dos tramos sin apartadero. A diferencia de estos últimos, carecen de acera de mantenimiento y cuentan con una ampliación del número de carriles por sentido, alcanzando cuatro carriles en cada dirección, lo que da un total de ocho carriles en toda la sección. Además, incorporan un apartadero central, al igual que en los tramos anteriores, para separar ambos sentidos de circulación y mejorar la seguridad vial.

Una vez se han definido los diferentes tipos de vías encontrados en el proyecto, se va a proceder a su clasificación. El criterio habitual de clasificación de las vías es según la velocidad de circulación, definidos en la Tabla 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	$V \leq 5$

Tabla 1. Clasificación de las vías. Fuente: ITC-EA-02.

Cabe recalcar que antes del comienzo de las obras de ampliación del puente, la vía que discurría por su interior estaba delimitada por una velocidad máxima de 60 km/h (según la Tabla 1 sería tipo B), sin embargo, el aumento del número de carriles y la mejora de las condiciones de tráfico se prevé que se incremente la velocidad máxima comentada anteriormente. Es por ello por lo que se va a seleccionar un tipo de vía de alta velocidad A para los tres tramos definidos.

A partir de la clasificación anterior, la norma ITC-EA-02 establece la división de esta categoría en diferentes subgrupos para determinar la clase de alumbrado en función de la intensidad media de tráfico diario.

Situaciones de proyecto	Tipo de vía	Clase de alumbrado
A1	- Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).	
	Intensidad de tráfico	
	Alta (IMD) ≥25000	ME1
	Media (IMD) ≥ 15000 y < 25000	ME2
	Baja (IMD) < 15.000	ME3a
	- Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas).	
	Intensidad de tráfico	
	Alta (IMD) > 15000	ME1
	Media y baja (IMD) < 15000	ME2
A2	- Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.	
	- Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.	
	Intensidad de tráfico	
	IMD ≥ 7000	ME1 / ME2
	IMD < 7000	ME3a / ME4a
A3	- Vías colectoras y rondas de circunvalación.	
	- Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.	
	- Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos.	
	- Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. Intensidad de tráfico y	

Situaciones de proyecto	Tipo de vía	Clase de alumbrado
A3	complejidad del trazado de la carretera.	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera	
	IMD ≥ 25000	ME1
	IMD ≥ 15000 y < 25000	ME2
	IMD ≥ 7000 y < 15000	ME3b
	IMD < 7000	ME4a / ME4b

Tabla 2. Clases de alumbrado para vías tipo A. Fuente: ITC-EA-02.

La Tabla 2 recoge las clases de alumbrado para las vías de tipo A. Teniendo en cuenta de que los tres tramos se encuentran dentro de una vía definida como una ronda de circulación se escoge como situación de proyecto el subgrupo A3. La clase de alumbrado difiere en función del tramo:

- Tramo existente: debido a que el IMD del Centenario es de 100000 vehículos por día (según datos del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible), la normativa establece que la clase de alumbrado es ME1. Por lo que finalmente este tramo se define como A3 con una clase de alumbrado ME1.
- Tramo sin apartadero: al igual que en el tramo existente el IMD del Centenario es de 100000 vehículos por día, situando este tramo como ME1. Sin embargo, la clase de alumbrado establecida por la Tabla 2 no es suficiente para garantizar la seguridad en la circulación, ya que la vía que discurre por la zona de ampliación del puente se define como "zonas especiales de viales" debido a los aumentos y reducciones del número de carriles, provocado por el intercalo de los tramos con apartaderos y estos. Para asegurar la seguridad en estos tramos, la ITC-EA-02 establece que debe aumentarse un grado la clase de alumbrado, lo que implica un cambio de ME1 a ME2. Por lo que finalmente este tramo se define como A3 con una clase de alumbrado ME2.
- Tramo con apartadero: ocurre lo mismo que en el tramo sin apartadero, por lo que se establece que se trata de una vía A3 con una clase de alumbrado ME2.

Niveles de iluminación de los viales

Los requisitos fotométricos de los viales, según la norma ITC-EA-02, están delimitados en la Tabla 3. La elección de esta tabla, en contraposición a la de viales

húmedos, se debe a que Sevilla es una ciudad seca donde hay aproximadamente 52 días de precipitaciones anuales 7, mientras que para que se considere ciudad húmeda la ITC EA-02 las precipitaciones deben darse en aproximadamente 120 días anuales.

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia Media Lm (cd/m^2)	Uniformidad Global Uo mínima	Uniformidad Longitudinal Uf mínima	Incremento Umbral TI (%) máximo	Relación Entorno SR mínima
ME1	2	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50

Tabla 3. Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B. Fuente: ITC-EA-02.

La Tabla 3 contiene los niveles de iluminación de los diferentes tramos, siendo la clase ME1 para el tramo existente y la clase ME2 para los tramos con apartadero y sin apartadero, como se ha desarrollado en el subapartado anterior. Destacando que los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado establecidas no pueden superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la misma tabla.

Para finalizar con los niveles de iluminación de la vía, es necesario definir los requisitos luminotécnicos que aseguren la seguridad de los técnicos encargados de realizar las tareas de mantenimiento en el carril peatonal situado en el tramo sin apartadero. Siguiendo la sección 4 (seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada) del Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad, se establece que una instalación de alumbrado exterior requiere de una iluminancia mínima de 20 lux y un factor de uniformidad medio de al menos 40%.

Niveles de iluminación reducidos

Para optimizar el consumo de energía durante los períodos nocturnos de baja circulación, se reducirá el nivel de iluminación del alumbrado vial, garantizando el cumplimiento de los criterios de uniformidad de luminancia e iluminancia establecidos en esta memoria.

Resplandor luminoso nocturno

La protección contra la contaminación luminosa depende del tipo de actividad que se va a desarrollar en cada una de las zonas.

Clasificación de zonas	Descripción
E1	Áreas con entornos o paisajes oscuros
E2	Áreas de brillo o luminosidad baja
E3	Áreas de brillo o luminosidad media
E4	Áreas de brillo o luminosidad alta

Tabla 4. Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa. Fuente: ITC-EA-03.

La Tabla 4 clasifica las diferentes zonas de protección contra la contaminación luminosa. Dado a que la localización del Puente del V Centenario está en una zona periurbana o extrarradio y ligeramente lejano al área residencial de Sevilla, la zona de protección contra la contaminación luminosa a escoger es la E2 o área de brillo o luminosidad baja. Esta zona establece que no se puede superar el flujo hemisférico superior instalado, magnitud relacionada con la luminosidad del cielo producida, establecido en la Tabla 5.

Clasificación de zonas	Descripción
E2	≤ 5%

Tabla 5. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado. Fuente: ITC-EA-03.

Según la Tabla 5, el valor límite de la zona E2 es un flujo hemisférico superior instalado de 5%.

Limitación de la luz intrusa o molesta

Se lleva a cabo una limitación de la luz intrusa o molesta, procedente de la instalación del alumbrado de la vía, para tratar de minimizar los efectos generados por la luz intrusa o molesta a terceros.

Parámetros luminotécnicos	**Valores máximos**
Iluminancia vertical (Ev)	5 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	7500 cd
Luminancia media de las fachadas (Lm)	5 cd/m^2
Luminancia máxima de las fachadas (Lmáx)	10 cd/m^2
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (Lmáx)	400 cd/m^2
Incremento de umbral de contraste (TI)	**Clase de alumbrado**
	ME1/ME2
	TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m^2

Tabla 6. Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior. Fuente: ITC-EA-03.

Los valores máximos permitidos están establecidos en la Tabla 6.

Calificación energética

Uno de los requisitos más importantes en el diseño de la instalación del alumbrado del Puente del V Centenario es el de tratar de conseguir la mayor eficiencia energética posible, teniendo en cuenta todos aquellos factores que tienen incidencia en el consumo de energía.

En el Anexo IV "Cálculo de la eficiencia energética de la instalación", se desarrolla el cálculo empleado para evaluar y certificar que la instalación de alumbrado vial cumple con los criterios establecidos para alcanzar la calificación energética A, garantizando la mayor eficiencia energética posible.

En el caso de los tramos, tanto con apartadero como sin apartadero, también es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

- Iluminación de las superficies que requieran de alumbrado. Requisito que se cumple en el diseño.
- Instalación de fuentes luminosas de elevada eficacia luminosa y con valores no inferiores a los establecidos en la ITC-EA-04. Requisito que se cumple como se explica en la elección de la luminaria en el resultado final.
- Instalación de luminarias que eviten la luz sobrepase los límites de la zona a iluminar en los términos dispuestos en las ITC-EA-02 e ITC-EA-03. Requisito que se cumple como se puede apreciar en los cálculos.
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a lo establecido en la ITC EA-04.

6.1.2 Iluminación ornamental

Niveles mínimos de iluminancia

La iluminación ornamental del Puente del V Centenario se concentra principalmente en las pilas 14 y 15, así como en los tirantes que sostienen el tablero en esa zona. Para el diseño de esta instalación, se han seguido los criterios establecidos en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-01, la cual proporciona valores de referencia para los niveles de iluminancia media en servicio, en función de la naturaleza de los materiales que componen las superficies iluminadas y el nivel de iluminación del entorno.

Naturaleza de los materiales de la superficie iluminada	**Niveles de iluminancia media lux**			**Coeficientes multiplicadores de corrección**			
	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	0,9	3	5

Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1	2,5	5
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1	1,1	2	3
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2	4
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1	2	4
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1	2	3
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2
termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1	1,5	2
termolacado muy coloreado (10%) azul - verdoso	120	180	360	1	1,3	1,5	2
termolacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1	2	4
termolacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1	1,2	2	4
termolacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1	3	5
termolacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1	1,1	3	5

Tabla 7. Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental. Fuente: ITC-EA-02.

La Tabla 7 establece los valores de iluminancia media en servicio para el alumbrado ornamental sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia. Siendo esta tecnología referencia debido a su IRC de 100, que permite

percibir los colores de manera natural y fiel, y un espectro continuo y amplio similar a la luz solar.

Sin embargo, el diseño ornamental realizado va a emplear tecnología LED, al igual que en la instalación de alumbrado vial, con el objetivo de obtener una mayor eficiencia y durabilidad. Por ello, la iluminancia calculada debe ajustarse aplicando los factores de corrección en función de la temperatura de color, no sería necesario aplicarle un coeficiente de corrección por el estado de la superficie a iluminar debido a que se supone como limpio.

- Si se utilizan LED de tono cálido, se aplicarán los factores de la columna correspondiente a las luminarias SAP y SBP.
- Si se emplean LED de tono neutro o frío, se utilizarán los factores de la columna de las luminarias HM y VP.

Elemento	Niveles de iluminancia media lux	Corrección para el tipo de lámpara	Corrección para el estado de la superficie iluminada	Nivel de iluminancia media mínima lux
Pila 14 y 15	40	1,1	1	44
Tirantes	20	1	1	20

Tabla 8. Niveles mínimos de iluminancia corregidos empleados en la instalación del alumbrado ornamental. Fuente: ITC-EA-02.

En la Tabla 8 se definen los niveles de iluminancia media de referencia mínima, ya corregidos mediante los factores aplicables, que se van a emplear en los diferentes elementos que componen el puente. Estos valores provienen de tener en cuenta que el puente se encuentra en una zona con iluminación en los alrededores baja y que los materiales que conforman sus elementos principales (pilas y tirantes) son de cemento y acero con revestimiento de aluminio termolacado con colores pastel azul-verdoso (reflexión 60 – 70%), respectivamente. Además, de considerar que la iluminación se realiza mediante tecnología LED de tono frío, y que la superficie iluminada se encuentra en estado limpio, como se ha mencionado anteriormente.

Por último, aunque el objetivo general es mantener una iluminancia media baja, debido a la escasa iluminación del entorno, se ha considerado oportuno incrementar el

nivel de iluminancia media en las caras superiores de las pilas, donde se fijan los tirantes, con el fin de realzar visualmente este punto estructural y mejorar la percepción estética monumental del puente.

Resplandor luminoso nocturno

En lo referente a las limitaciones en las emisiones luminosas, la iluminación arquitectónica diseñada está exenta de cumplir con los valores límite del flujo hemisférico superior instalado, establecidos en la Tabla 5. Esto se debe a que se encuentra dentro de la excepción prevista en la norma para el alumbrado festivo y navideño (ITC-EA-03).

Niveles de iluminación reducidos

Al igual que en la iluminación vial, se debe optimizar el consumo de energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche. Por ello, se deberá reducir el nivel de iluminación de la instalación ornamental, manteniendo los criterios de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento.

6.2 Instalación de electricidad

6.1.1 Redes de alimentación

Los cables deben ser multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV. Por otra parte, el conductor neutro de cada circuito no podrá ser utilizado por otro circuito.

Se diferencian las redes subterráneas de las aéreas, en este proyecto se disponen de ambos tipos.

Redes subterráneas

En este tipo de instalación se emplean los sistemas y materiales regulados en la ITC-BT-07. Los cables deben cumplir con la UNE 21123 y estarán protegidos mediante tubos conforme a la ITC-BT-21, pudiendo estar hormigonados en zanjas si es necesario, con un grado de resistencia al impacto ligero según UNE-EN 50086-2-4. La profundidad mínima de enterramiento será 0,4 m, con tubos de al menos 60 mm de diámetro interior, y se colocará una cinta de señalización 0,10 m por encima del suelo y 0,25 m sobre el tubo. Esta condición se verá modificada en este proyecto debido a que se encuentra en un

puente y no se cuenta con información suficiente para establecer con precisión las dimensiones de la canalización. La sección mínima de conductores, incluido el neutro, será 6 mm², ajustándose a la ITC-BT-07 para neutros en circuitos trifásicos con conductores mayores. Las conexiones se realizarán en cajas de bornes estancas, ubicadas en los soportes de luminarias o en arquetas accesibles, garantizando continuidad, aislamiento y estanqueidad.

Redes aéreas

En este tipo de instalación se emplean los sistemas y materiales regulados en la ITC-BT-06. Los cables pueden estar instalados sobre fachadas, como es el caso de este proyecto, o tensadas en apoyos. La sección mínima de los conductores, incluido el neutro, será de 4 mm². Cuando compartan apoyos con redes de distribución, los cables de alumbrado irán tendidos de forma independiente.

6.1.2 Tubos y canales protectores

En esta instalación eléctrica se van a requerir de dos tipos de montajes distintos, concretamente los tubos en canalizaciones fijas en superficie y en canalizaciones empotradas.

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

Los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas están indicadas en la siguiente tabla:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60ºC
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ≥ 1 mm

Característica	Código	Grado
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 9. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales fijas. Fuente: ITC-BT-21.

La sección nominal de los conductos en función de la sección nominal de los conductores unipolares y el número de estos se obtienen a partir de la siguiente tabla:

Sección conductores (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40

Tabla 10. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Fuente: ITC-BT-21.

En la Tabla 10 se define el diámetro exterior de los conductos, en montaje superficial, en función del número de conductores que discurren por el interior, además del diámetro de estos. En el Anexo III "Cálculos eléctricos" de este proyecto se justifican el dimensionado de estas canalizaciones en función de los parámetros descritos.

Tubos en canalizaciones empotradas

Los tubos pueden ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas están indicadas en la siguiente tabla:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60ºC
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 11. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas. Fuente: ITC-BT-21.

La sección nominal de los conductos en función de la sección nominal de los conductores unipolares y el número de estos se obtienen a partir de la Tabla 11.

Sección conductores (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	16	20	20	20

Sección conductores (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	4
4	12	16	20	20	20
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50

Tabla 11. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Fuente: ITC-BT-21.

En la Tabla 11 se define el diámetro exterior de los conductos, empotrados en huecos de la construcción, en función del número de conductores que discurren por el interior, además del diámetro de estos. En el Anexo III "Cálculos eléctricos" de este proyecto se justifican el dimensionado de estas canalizaciones en función de los parámetros descritos.

6.1.3 Cuadros de protección, medida y control

Las líneas de alimentación y control deben partir de un cuadro de protección donde estarán individualmente protegidas mediante corte omnipolar contra sobreintensidades, corrientes de defecto a tierra y sobretensiones si es necesario. Los interruptores diferenciales tendrán un umbral máximo de 300 mA, pudiendo ser de reenganche automático, y la resistencia de puesta a tierra no superará los 30 ohm. Se permiten diferenciales de hasta 500 mA o 1 A si la resistencia de tierra es inferior o igual a 5 ohm y 1 ohm, respectivamente. Para sistemas con interruptores horarios o fotoeléctricos, se incluirá un interruptor manual adicional. El cuadro tendrá protección mínima IP55 e IK10, con acceso restringido y puerta situada entre 0,3 y 2 m de altura. Los elementos de medida estarán en un módulo independiente y las partes metálicas del cuadro estarán conectadas a tierra.

6.1.4 Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra debe garantizar que las tensiones de contacto en partes metálicas accesibles (como soportes o cuadros) no superen los 24 V. Todos los

soportes se conectarán a una red de tierra común asociada al cuadro de protección, medida y control correspondiente. Según la normativa se debe disponer de al menos un electrodo de puesta a tierra cada cinco soportes, así como en el primero y el último de cada línea. Sin embargo, estos dos últimos requerimientos no son necesarios por los motivos justificados posteriormente.

El conductor de puesta a tierra desde el cuadro de mando y protección hasta las picas será un cable unipolar aislado, tensión 450/750 V, de cobre con sección mínima de 16 mm^2 y recubrimiento verde-amarillo. Todas las conexiones se realizarán con terminales, grapas, soldadura u otros elementos que aseguren un contacto fiable y protegido contra la corrosión.

7. Análisis de soluciones

7.1 Iluminación

7.1.1 Iluminación vial

En cumplimiento con las especificaciones y requisitos establecidos en el sexto apartado de este documento, se realiza un análisis detallado de las distintas soluciones disponibles para cada tramo de la instalación de alumbrado exterior, considerando su función en la iluminación vial.

Tramo existente

En este tramo se ha llevado a cabo un estudio energético y económico detallado, recogido en el Anexo V “Estudio energético y económico”, con el objetivo de evaluar la viabilidad de sustituir las luminarias de vapor de mercurio existentes por nuevas luminarias LED, manteniendo parte de la infraestructura original. Los resultados obtenidos demuestran la rentabilidad de la intervención, lo que justifica la realización del análisis posterior orientado a determinar la luminaria más adecuada que, además de optimizar el rendimiento, garantice el cumplimiento de la legislación y normativa vigente en materia de alumbrado exterior.

Empleando el catálogo de luminarias Vulcan XL con una potencia de 120 W, situadas a una distancia entre mástiles de 24 m, a una altura de 9,24 m, una variación de la inclinación que comprenden desde los 0 hasta los 15 grados y una distancia mástil-

calzada de 1.05 m, el programa de cálculo Dialux EVO proporciona una cantidad de 112 casos distintos. De los cuales, los resultados que cumplen con la normativa son:

Luminaria	Lámpara	Distancia (m)	Altura del punto de luz m	Inclinación (°)	Saliente del punto de luz (m)	Distancia mástil-calzada (m)
Vulcan-120-C-A12419	1 x OSRAM OSCONIQ	24	9,240	11	-0,850	1,050
Vulcan-120-C-A12419	1 x OSRAM OSCONIQ	24	9,240	12	-0,850	1,050
Vulcan-120-C-A12419	1 x OSRAM OSCONIQ	24	9,240	13	-0,850	1,050
Vulcan-120-C-A12419	1 x OSRAM OSCONIQ	24	9,240	14	-0,850	1,050

Tabla 12. Posibles resultados para el tramo existente. Fuente: propia.

A igualdad de consumos, debido a que se trata de la misma luminaria como se indica en la Tabla 12, se va a escoger aquel resultado que presente las mejores prestaciones luminotécnicas en luminancia media (Lm), uniformidad global (Uo), uniformidad longitudinal (Ul), incremento umbral (TI) y relación entorno (SR).

Luminaria	(º)	Calzada sentido Huelva					Calzada sentido Cádiz				
		Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR	Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR
Vulcan-120-C-A12419	11	2,03	0,69	0,75	7	0,57	2,00	0,71	0,76	7	0,57
Vulcan-120-C-A12419	12	2,04	0,72	0,75	7	0,55	2,01	0,74	0,76	7	0,55
Vulcan-120-C-A12419	13	2,05	0,74	0,76	7	0,53	2,02	0,76	0,76	7	0,53
Vulcan-120-C-A12419	14	2,06	0,76	0,75	7	0,51	2,03	0,78	0,76	7	0,51

Tabla 13. Características luminotécnicas obtenidas para el tramo existente. Fuente: propia.

A partir de los resultados desarrollados en la Tabla 13, la mejor opción es la luminaria vial asimétrica Vulcan-120-C-A12419, equipada con una lámpara modelo 1 x OSRAM OSCONIQ y montada con una inclinación de 14º debido a su mejor desempeño en cuanto a luminancia media, uniformidad global y longitudinal.

Tramo con y sin apartadero

Dado la escasa distancia entre los tramos intercalados, con y sin apartadero, se ha optado por un diseño unificado que cumplan simultáneamente con las especificaciones y requisitos desarrollados en el sexto apartado de este documento. Además de facilitar las tareas de construcción y mantenimiento, al emplear los mismos productos a lo largo del puente.

Al igual que en el tramo ya existente, se han llevado a cabo numerosas simulaciones mediante el software Dialux EVO, con el objetivo de identificar la solución que garantice un funcionamiento eficiente y conforme a la normativa vigente. La propuesta seleccionada se basa en el empleo de luminarias modelo Vulcan XL, con potencias de 100 W, 120 W, 140 W y 180 W. Estas luminarias se han dispuesto a distancias entre mástiles que oscilan entre 20 m y 40 m, en incrementos de 1 m, con brazos con longitudes comprendidas entre 0 m y 2,5 m y a alturas variables entre 9 m y 14 m, con pasos de 0,5 m. Asimismo, se ha contemplado una inclinación ajustable entre 0° y 15°, en pasos de 1°, y una distancia entre mástil y calzada de 0,2 m para los tramos con apartadero, y de 5,3 m para los tramos sin apartadero. Todo este análisis queda recogido en el Anexo VI “Estudio para la elección de la luminaria”.

Cabe destacar que, a pesar de haberse analizado las propuestas con las características especificadas en el párrafo anterior, se han descartado aquellas soluciones que, a pesar de ser viables técnicamente, no se corresponden con productos habitualmente disponibles en el mercado. En particular, se han escogido las configuraciones de la Tabla 14.

Modelo	Altura (m)	Brazo (m)
AM-10	9	0
AM-10	10	0
AM-10	12	0
AM-10	14	0
AM-10	9	1
AM-10	10	1
AM-10	12	1

Modelo	Altura (m)	Brazo (m)
AM-10	9	1,5
AM-10	10	1,5
AM-10	11	1,5
AM-10	12	1,5
AM-10	9	2
AM-10	10	2
AM-10	11	2
AM-10	12	2
AM-10	14	2
AM-10	14	2,5

Tabla 14. Configuraciones seleccionadas. Fuente: Bacolsa.

En la Tabla 14 se definen las configuraciones de los distintos báculos y columnas que se encuentran mayoritariamente en el mercado. Aquellas soluciones que, por medio de estas especificaciones, son analizadas para tratar de escoger aquella propuesta que garanticen un funcionamiento óptimo, a un precio y consumo reducido. Como resultado de este análisis, Anexo VI "Estudio para la elección de la luminaria", se concluye que la solución más eficiente corresponde al uso de una luminaria de 180 W, instalada sobre una columna de 12 m de altura, sin brazo (0 m), y con una separación entre mástiles de 30 m.

Por último, se determina el parámetro final a definir: la inclinación de la luminaria instalada. Para su elección, se va a evaluar las distintas opciones con el objetivo de identificar aquella que garantice las mejores prestaciones luminotécnicas en luminancia media, uniformidad global, uniformidad longitudinal, incremento umbral y relación entorno.

Luminaria	Inclinación	Calzada sentido Huelva					Calzada sentido Cádiz				
		Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR	Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR
Vulcan-180-C-A12419	9	1,63	0,54	0,72	6	0,50	1,60	0,55	0,72	6	0,50
Vulcan-180-C-A12419	10	1,64	0,58	0,71	6	0,48	1,61	0,59	0,71	6	0,48
Vulcan-180-C-A12419	11	1,65	0,62	0,71	6	0,46	1,62	0,63	0,71	6	0,46
Vulcan-180-C-A12419	12	1,66	0,65	0,71	6	0,44	1,63	0,67	0,71	6	0,44

Luminaria	Inclinación	Calzada sentido Huelva					Calzada sentido Cádiz				
		Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR	Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR
Vulcan-180-C-A12419	13	1,67	0,68	0,71	6	0,43	1,64	0,69	0,71	6	0,43
Vulcan-180-C-A12419	14	1,67	0,66	0,71	7	0,42	1,65	0,66	0,71	6	0,42
Vulcan-180-C-A12419	15	1,68	0,64	0,71	7	0,41	1,65	0,64	0,71	6	0,41

Tabla 15. Características luminotécnicas obtenidas para el tramo con apartadero. Fuente: propia.

Luminaria	Inclinación	Calzada sentido Huelva					Calzada sentido Cádiz				
		Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR	Lm (cd/m^2)	Uo	Uf	TI (%)	SR
Vulcan-180-C-A12419	12	1,52	0,70	0,79	7	0,94	1,50	0,72	0,79	6	0,94
Vulcan-180-C-A12419	13	1,54	0,73	0,78	7	0,95	1,52	0,75	0,79	7	0,95
Vulcan-180-C-A12419	14	1,56	0,76	0,78	7	0,96	1,54	0,77	0,79	7	0,96
Vulcan-180-C-A12419	15	1,58	0,78	0,78	7	0,96	1,56	0,79	0,79	7	0,96

Tabla 16. Características luminotécnicas obtenidas para el tramo sin apartadero. Fuente: propia.

A partir de los resultados obtenidos en las Tablas 15 y 16, se determina que la opción más adecuada corresponde a la luminaria vial asimétrica Vulcan-180-C-A12419, equipada con un módulo 1 x OSRAM OSCONIQ, la cual se instalará con una inclinación de 9º en el tramo con apartadero, al ser la única configuración que cumple con la relación entorno exigida, y de 15º en el tramo sin apartadero. Esta elección se justifica por su mejor comportamiento global en términos de luminancia media, uniformidad general y

uniformidad longitudinal, garantizando un resultado óptimo en ambos escenarios de estudio.

Cabe destacar que no se ha tenido en cuenta en el análisis los resultados luminotécnicos de la acera de mantenimiento debido a que la inclinación de la luminaria no modifica significativamente la iluminancia y la uniformidad global.

7.1.2 Iluminación ornamental

Para la instalación de iluminación ornamental, siendo este uno de los objetos de este proyecto, se han seguido diferentes directrices establecidas en la guía de iluminación de puentes en espacios exteriores de la empresa ERCO 8, donde se proporcionan criterios técnicos y estéticos orientados a resaltar la estructura del puente. Además de los requisitos y recomendaciones que establecidos en la ITC-EA-02, que definen los niveles de iluminación.

7.2 Instalación de electricidad

Durante el proceso de diseño de la instalación eléctrica del Puente del V Centenario se valoraron distintas opciones antes de llegar a la solución final, que consiste en instalar dos cuadros de mando independientes para repartir la alimentación eléctrica a lo largo del puente. Inicialmente, se propuso una alternativa más centralizada: colocar un único cuadro principal en una de las pilas centrales (la 14 o la 15). Esta idea buscaba simplificar el sistema, concentrando el control, el mantenimiento y la supervisión en un solo punto.

Aunque esta opción presentaba algunas ventajas prácticas, como la reducción del cableado principal y la agrupación de los equipos, también presentaba riesgos importantes. El principal inconveniente era que todo el sistema quedaría vinculado a un solo cuadro. Cualquier fallo, avería o simple tarea de mantenimiento en ese punto podría dejar sin iluminación a todo el puente, afectando tanto a las luminarias ornamentales como a las funcionales, lo que supondría un riesgo considerable para la seguridad, especialmente en horario nocturno o en condiciones meteorológicas adversas.

Además, ese cuadro único tendría que estar sobredimensionado para soportar toda la carga eléctrica, lo cual complicaría su instalación física en la estructura del puente, incrementaría los costes y dificultaría futuras labores de mantenimiento.

Por estas razones, se optó finalmente por una solución más equilibrada y segura: instalar dos cuadros de mando independientes, cada uno alimentando una mitad del puente. Esta configuración distribuye mejor las cargas, mejora la fiabilidad del sistema, facilita las intervenciones técnicas y, en caso de fallo en uno de los cuadros, garantiza que la otra mitad del puente pueda seguir funcionando con normalidad.

8. Resultados finales

En este apartado se presentan los resultados finales que servirán como base para la ejecución del proyecto. Cada solución propuesta ha sido cuidadosamente analizada y justificada, asegurando su pertinencia y viabilidad dentro del contexto del trabajo. Asimismo, todos los dispositivos seleccionados se encuentran documentados detalladamente en el Anexo VII, titulado “Fichas técnicas”, donde se incluyen sus características y especificaciones técnicas.

8.1 Iluminación

8.1.1 Iluminación vial

Cumpliendo con las especificaciones y requisitos establecidos, y tras evaluar las distintas opciones en el apartado anterior, se va a seleccionar la solución final. Su elección para su implementación en el proyecto queda justificada a partir del Anexo I “Cálculo luminotécnico de iluminación vial”.

Tramo existente

Luminarias y fuentes de luz

En el tramo existente, es decir, la zona previa y posterior a la ampliación del tablero, se mantienen las columnas de 9 m actualmente instalados, respetando una distancia de separación de 24 m. Asimismo, se conserva la disposición bilateral pareada, dado que la anchura de la calzada supera 1,2 veces la altura de montaje de las luminarias, alcanzando aproximadamente el doble. La separación entre el báculo y la calzada es de 1,05 m, ubicándose junto a la barandilla que previene posibles caídas fuera del puente.

La luminaria seleccionada entre las cuatro soluciones analizadas en el apartado anterior es la luminaria vial asimétrica Vulcan-120-C-A12419, equipada con una lámpara modelo 1 x OSRAM OSCONIQ y montada con una inclinación de 10º. Esta elección se

basa en su mejor desempeño en cuanto a luminancia media, uniformidad global y longitudinal.

La Vulcan-120-C-A12419 presenta las siguientes características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 16000 lm
- Temperatura: 3000 K
- Potencia de las luminarias: 120 W
- Tipo y número de emisores led: 48 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
- Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
- Eficiencia de emisión: ≥ 92 %
- Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %
- Clase II

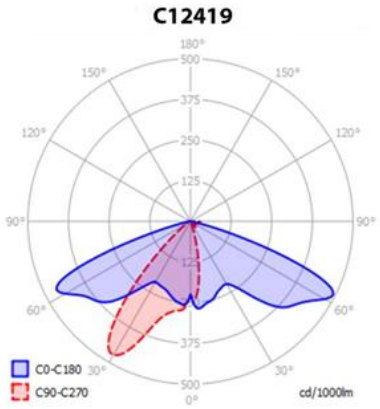


Figura 1. Diagrama fotométrico de la Vulcan-120-C-A12419. Fuente: www.solitecled.com.

Columnas

Las columnas que sustentan las luminarias en el tramo existente son las ya instaladas. Cumplen con la norma EN 40-5, están galvanizadas por inmersión en caliente conforme a la ISO 1461 y cuentan con el marcado CE según la Directiva de Construcción 89/106/CEE. Se caracterizan por tener los fustes troncocónicos, de sección circular y 9 m de altura.

Sistema de regulación del nivel luminoso

Estas luminarias incorporan en sus procesadores de gestión un algoritmo capaz de controlar el tiempo de encendido de la lámpara y estableciendo diferentes niveles de brillo de esta en ciertos tramos de tiempo, incluyendo hasta 10 tramos de tiempo con diferentes niveles de emisión y 5 programas modificables en campo sin elementos adicionales mediante ciclos de encendidos cortos temporizados. De esta manera se permite ajustar el nivel de las emisiones a las necesidades de los viales maximizando así la eficiencia energética.

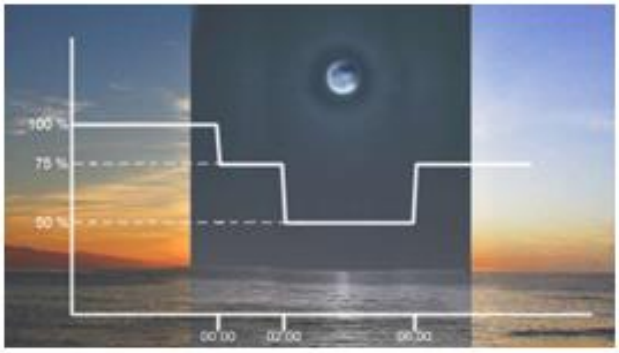


Figura 2. Modelo FW V12 – A2 (tramos de temporización horarios). Fuente: www.solitecled.com.

En la Figura 2 se representa el comportamiento de las luminarias a lo largo de un ciclo diario, destacando cómo el nivel de iluminación varía en función del horario y la previsión de tránsito. Durante las horas de menor afluencia de vehículos, especialmente en la madrugada, el flujo luminoso se reduce para optimizar el consumo energético sin comprometer la seguridad. Por el contrario, en los tramos horarios con mayor densidad de tráfico, el sistema incrementa automáticamente la intensidad luminosa para garantizar una visibilidad adecuada en todo el puente.

Tramo sin apartadero y con apartadero

Luminarias y fuentes de luz

Tanto en el tramo con apartadero como en el tramo sin él, y pese a que presentan requisitos distintos, se ha optado por un diseño unificado, tal como se ha expuesto anteriormente. En ambos casos se emplean columnas de 12 m de altura, con una separación entre ellas de 30 m. La disposición adoptada es bilateral pareada, justificada por el hecho de que la anchura de la calzada supera ampliamente 1,2 veces la altura de montaje de las luminarias, lo que exige una distribución simétrica para garantizar una

adecuada uniformidad lumínica. En cuanto a la posición lateral de los báculos, en el tramo sin apartadero se establece una separación aproximada de 5,5 m respecto al borde de la calzada, debido a la presencia de la acera de mantenimiento, el pretil de hormigón y la rejilla electrosoldada. Por su parte, en el tramo con apartadero se mantiene una distancia de seguridad de 20 cm entre el báculo y el borde de la calzada.

La luminaria seleccionada es la luminaria vial asimétrica Vulcan-180-C-A12419, equipada con una lámpara modelo 1 x OSRAM OSCONIQ y montada con una inclinación de 9º, tramo con apartadero, y 15º para el tramo sin apartadero. La Vulcan-180-C-A12419 presenta las siguientes características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 22900 lm
- Temperatura: 3000 K
- Potencia de las luminarias: 180 W
- Tipo y número de emisores led: 64 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
- Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
- Eficiencia de emisión: ≥ 92 %
- Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %
- El diagrama fotométrico se representa en la Figura 1.
- Clase II.

Columnas

Las columnas que van a sustentar las luminarias en estos tramos del puente corresponden al modelo AM-10, fabricado por la empresa Bacolsa. Están construidas en acero al carbono conforme a la norma EN 40-5:2002 y cuentan con un recubrimiento protector mediante galvanizado por inmersión en caliente, de acuerdo con la norma ISO 1461:2023, lo que garantiza una elevada resistencia a la corrosión y una larga vida útil en entornos exteriores. Los fustes son troncónicos de sección circular de una sola pieza, con placa base, soldaduras con características mecánicas superiores a las del material base y con una altura de 12 m. Cabe destacar que la unión entre la placa base y la cimentación se realiza mediante pernos de acero, tuercas y arandelas, todo ello zincado. El dimensionamiento, por su parte, cumple con las especificaciones dispuestas en las normas EN40-3-1 y EN 40-3-3.

Sistema de regulación del nivel luminoso

El sistema de regulación del nivel luminoso es exactamente el mismo que para el tramo existente debido a que se emplean el mismo tipo de luminarias, a excepción de la potencia.

8.1.2 Iluminación ornamental

Luminarias y fuentes de luz

Las luminarias que realizan la función de la iluminación ornamental del Puente del V Centenario de Sevilla se han escogido debido a sus características fotométricas y constructivas, ya que al disponer de una distribución luminosa concentrada se consigue una mayor precisión, evitando derrames de luz innecesarios en otras zonas no deseadas, y un mayor impacto visual con menor potencia, lo que se traduce en un menor consumo energético sin comprometer el efecto estético.

Las luminarias destinadas a la iluminación de los tirantes que soportan el tablero, y que de forma secundaria también iluminan las caras superiores exteriores de las pilas, se instalarán en las zonas de fijación tirante-tablero.

Nº de tirante	Modelo luminaria	Inclinación (Eje X-Z)
1	PNaviaG-100-N-P12	24,00
2	PNaviaG-100-N-P12	27,50
3	PNaviaG-100-N-P12	26,50
4	PNaviaG-100-N-P12	30,00
5	PNaviaG-100-N-P12	32,50
6	PNaviaG-100-N-P12	36,00
7	PNaviaG-100-N-P12	42,00
8	PNaviaG-100-N-P12	46,00
9	PNaviaG-100-N-P12	54,50
10	PNaviaG-100-N-P12	66,50
11	PNaviaG-50-N-P12	83,00
12	PNaviaG-50-N-P12	97,00
13	PNaviaG-100-N-P12	113,50
14	PNaviaG-100-N-P12	125,50
15	PNaviaG-100-N-P12	134,00

Nº de tirante	Modelo luminaria	Inclinación (Eje Y)
16	PNaviaG-100-N-P12	138,00
17	PNaviaG-100-N-P12	144,00
18	PNaviaG-100-N-P12	147,50
19	PNaviaG-100-N-P12	150,00
20	PNaviaG-100-N-P12	153,50
21	PNaviaG-100-N-P12	152,50
22	PNaviaG-100-N-P12	156,00

Tabla 17. Distribución de las luminarias de los tirantes en ambas pilas. Fuente: propia.

En la Tabla 17 se especifica la disposición final de las luminarias destinadas a la iluminación de los tirantes del puente. Esta configuración se ha diseñado de forma simétrica, por lo que la distribución de luminarias es idéntica en ambas pilas.

Las luminarias destinadas a la iluminación de las pilas se instalarán en sus caras, con mayor anchura, tanto interior como exterior. Esta disposición consigue resaltar la verticalidad, al generar una silueta clara en contraposición con el fondo oscuro del cielo nocturno, y de conseguir una percepción tridimensional desde distintos ángulos de observación. Para definir adecuadamente el diseño lumínico de las pilas, se han identificado cuatro situaciones específicas que deben ser consideradas:

- Para las caras exteriores inferiores de las pilas se ha decidido emplear para su iluminación, una luminaria Solitec PNaviaG-100-N-P12 por cara, estas se sitúan a 3 m de las aristas laterales, es decir, centradas en cada cara, a una altura de 15 m sobre el nivel del suelo y con una inclinación de 84º respecto al eje Y-Z. Esta disposición garantiza una iluminación efectiva en las zonas escogidas, al mismo tiempo que mantiene a las luminarias fuera del alcance de actos vandálicos, protegidas frente a posibles crecidas del río Guadalquivir y sin interferir en la seguridad o el paso de los viandantes. Cabe destacar que la instalación se plantea de forma simétrica en ambos lados del puente.

- Para las caras interiores inferiores de las pilas se ha decidido emplear para su iluminación, dos luminarias Solitec PNaviaG-50-N-P12 por cara, estas se sitúan a 2,5 m de su arista lateral más cercana, manteniendo una distancia entre ellas de aproximadamente 1 m, a una altura de 15 m sobre el nivel del suelo y

con una inclinación de 40º y 25º respecto al eje Y-Z. Esta disposición garantiza una iluminación efectiva en las zonas escogidas, además de generar un juego de sombras en el entorno inmediato de la pila, especialmente en la zona inferior del tablero. Cabe destacar que la instalación se plantea de forma simétrica en ambos lados del puente.

- Para las caras exteriores superiores de las pilas se ha decidido emplear para su iluminación, una luminaria Solitec PNaviaG-100-N-P12 por cara, estas se sitúan a 3 m de las aristas laterales, es decir, centradas en cada cara, a una altura de 50 m sobre el nivel del suelo, lo que equivale a 5 m sobre el tablero, y con una inclinación de 84º respecto al eje Y-Z. La elección de esta disposición responde a un criterio de coherencia con la configuración adoptada en la parte inferior de la estructura, buscando mantener una continuidad estética y funcional. Además de garantizar una altura suficiente para evitar cualquier tipo de contacto indeseado o vandalismo. Al igual que en la parte inferior, la instalación es simétrica en ambos lados del puente.

- Para las caras interiores superiores de las pilas se ha decidido por una combinación de luminarias Solitec PNavia, concretamente una unidad del modelo PNaviaG-50-N-P12 y dos unidades del modelo PNaviaG-100-N-P12 por cara. La luminaria PNaviaG-50-N-P12 se sitúa a 3 m de las aristas laterales, mientras que las dos PNaviaG-100-N-P12 se colocan a 0,8 m a cada lado de esta, completando un conjunto alineado y centrado (todo ello a una altura de 5 m respecto al tablero). En cuanto a su orientación, la luminaria central presenta un ángulo de inclinación de 30º respecto al eje Y-Z, y las PNaviaG-100-N-P12 están orientadas a 50º y 65º, respectivamente. Esta disposición ilumina de manera gradual y equilibrada la parte superior de la pila, destacando con claridad la parte más elevada de la estructura y reforzando su forma y presencia dentro del conjunto del puente. Al igual que en la parte inferior, la instalación es simétrica en ambos lados del puente.

La PNaviaG-50-N-P12 presenta las siguientes características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 7100 lm.
- Temperatura: 5500 K.
- Potencia de las luminarias: 50 W.
- Tipo y número de emisores led: OSRAM OSCONIQ P3737®
- Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
- Eficiencia de emisión: ≥ 92 %
- Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %
- Clase II.

La PNaviaG-100-N-P12 presenta las siguientes características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 14200 lm.
- Temperatura: 5500 K.
- Potencia de las luminarias: 100 W.
- Tipo y número de emisores led: OSRAM OSCONIQ P3737®
- Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
- Eficiencia de emisión: ≥ 92 %
- Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %
- Clase II.

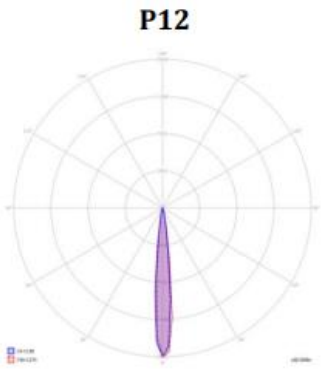


Figura 3. Diagrama fotométrico de la PNaviaG-50-N-P12 y PNaviaG-100-N-P12. Fuente: www.solitecled.com.

En el Anexo II "Cálculo luminotécnico de iluminación ornamental" quedan justificados los cálculos realizados y el cumplimiento de la normativa vigente.

Sistema de regulación del nivel luminoso

Para el sistema de regulación, control luminoso, monitorización de consumos, detección de fallos y programación horaria de las luminarias de la instalación de iluminación ornamental, se va a optar un Sistema AGIL, es decir, una arquitectura de telegestión específica para luminarias LED.

Este sistema se compone de nodos de luminaria (CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA), que se integran en cada punto de luz, y de un Gateway (CGW-001-PSU), que actúa como pasarela de comunicaciones entre la instalación física y la plataforma digital de control. La comunicación entre estos elementos puede realizarse mediante tecnología PLC (a través del cableado eléctrico existente) o radiofrecuencia (RF) en la banda de 866 MHz. Esta última permite la comunicación entre nodos ubicados en distancias no superiores a 70 m de punto a punto, lo que evita instalar repetidores ni concentradores adicionales, simplificando el despliegue de la red y reduciendo costes y tiempos de instalación.

El Gateway se ubica en el interior del cuadro de mando, se va a escoger el CM1, con conexión a la red eléctrica y acceso a red de datos mediante Ethernet o red móvil 4G, permitiendo su integración directa con la plataforma de gestión en la nube. Desde esta plataforma, los operarios autorizados pueden realizar la programación horaria, la configuración de perfiles lumínicos, la detección y localización de fallos en tiempo real, la consulta de históricos de consumo energético y la realización de mantenimientos predictivos.

8.2 Instalación de electricidad

Todos los cálculos necesarios para justificar este apartado quedan recogidos en el Anexo III "Cálculos eléctricos"

8.2.1 Cuadro de mando y protección

Existen dos cuadros de mando y protección en la instalación de alumbrado objeto de este proyecto. Ambos están ubicados en salas técnicas habilitadas en el interior de las pilas 14 y 15, como se puede apreciar en sus respectivos planos.

Se va a emplear como cuadro de mando y protección la Centralita Mural Reforzada BTicino IP65 72 Módulos F107N72D, debido a que ofrece una capacidad ampliada con 72 módulos, superando así ampliamente los 60 módulos requeridos.

La envolvente metálica de esta centralita garantiza un grado de protección IP65, superando el requerimiento mínimo de protección de IP55, proporcionando una alta resistencia contra la entrada de polvo y agua. Además, cumple con aislamiento de Clase II y presenta una robustez mecánica conforme a la normativa de resistencia al impacto IK10, en línea con la UNE-EN 61439-1.

Cada cuadro de mando cuenta con los siguientes elementos:

- Interruptor general automático (IGA) tetrapolar, 40 A, curva C, 10 kA, para protección frente a sobreintensidades.
- Protector contra sobretensiones tipo 2, Acti9 iPRD40; 3P+N; 40 kA; 350 V.
- Seis interruptores diferenciales para proteger frente a contactos indirectos en cada uno de los circuitos. Se ha escogido el interruptor diferencial, Acti9 iID, 4P, 25 A, 30 mA A-SI.
- Seis interruptores automáticos magnetotérmicos trifásicos Acti9 iC60N; 4P; 10 A; curva C; 6000 A/10 kA.
- Bornas de conexión, barras de neutro (N) y tierra (PE) para derivación de los seis circuitos.
- Carril DIN para montaje de los elementos, y canaletas interiores para organización del cableado.

Cabe destacar que todos los elementos se dispondrán de forma accesible y ordenada, cumpliendo con las prescripciones de seguridad del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y facilitando las tareas de inspección y mantenimiento. La disposición de cada uno de ellos se detalla en los esquemas unifilares correspondientes.

8.2.2 Trazado y característica de la línea de distribución

De cada cuadro de mando parten seis circuitos trifásicos independientes para alimentar las distintas luminarias ornamentales y viales. La tensión nominal es de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Los trazados y características de cada uno de los circuitos:

- Circuitos 1 y 7: cruzan el puente transversalmente por el hueco de construcción para alimentar la hilera de luminarias viales en la acera opuesta. El circuito 1 corresponde al cuadro de mando CM1, mientras que el circuito 7 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x6 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

- Circuitos 2 y 8: alimentan las luminarias funcionales de la calzada del puente. Discurren paralelo a la vía, por el hueco técnico inferior. El circuito 1 corresponde al cuadro de mando CM1, mientras que el circuito 7 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x6 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

- Circuitos 3 y 9: alimentan la iluminación ornamental situada en la base de los tirantes en la acera opuesta. Al igual que los circuitos 2 y 8, cruzan el puente transversalmente por el hueco de la construcción. El circuito 3 corresponde al cuadro de mando CM1, mientras que el circuito 9 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x6 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

- Circuitos 4 y 10: alimentan la iluminación ornamental situada en la base de los tirantes en la acera principal. El circuito 4 corresponde al cuadro de mando CM1, mientras que el circuito 10 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x6 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

- Circuitos 5 y 11: alimentan la iluminación ornamental ubicada en la parte superior de las pilas 14 y 15, respectivamente. En ambos casos se combina una instalación aérea y una subterránea: la primera se encarga de la alimentación de las luminarias situadas en el exterior, mientras que la segunda permite el cruce de la calzada de una acera a otra. El circuito 5 está asociado al cuadro de mando CM1, y el circuito 11 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x6 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

- Circuitos 6 y 12: alimentan la iluminación ornamental ubicada en la parte inferior de las pilas 14 y 15, respectivamente. A diferencia de los circuitos anteriores, el tipo de montaje de estos circuitos es completamente superficial. El circuito 6 está asociado al cuadro de mando CM1, y el circuito 12 al CM2. Las líneas que conforman estos circuitos son 4x4 mm² Cu XLPE 0,6/1 kV (3F+N).

Importante resaltar que, para equilibrar equitativamente las cargas, estas se conectan alternativamente a cada una de las fases del circuito trifásico. En el caso de las luminarias funcionales o viales, dicho empalme se realiza en el registro inferior de cada poste o columna, mediante bornes de conexión adecuados y protegidos. Desde este punto, parte el cableado final hacia la luminaria, con conductores de 2x2,5 mm² (tipo RV 0,6/1 kV) alojados en el interior del propio poste. En el caso de las luminarias ornamentales, al no contar con soporte con registro, se realiza mediante cajas de conexión estancas con un grado de protección mínimo IP67 situadas en las proximidades. El cableado hacia la luminaria mantiene las mismas características que en la instalación vial.

8.2.3 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra empleado es TT, es decir, un sistema en el que la toma de tierra de las masas metálicas de la instalación es independiente de la toma de tierra del neutro de la red de distribución.

La protección frente a contactos indirectos se garantiza mediante la instalación de interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA), que aseguran la desconexión automática de la alimentación cuando la corriente de defecto a tierra supera el umbral de sensibilidad. De acuerdo con la ITC-BT-24 del REBT, la resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida útil de la instalación y en cualquier época del año, no puedan producirse tensiones de contacto superiores a 24 V en las masas metálicas accesibles.

En esta instalación, dado que las luminarias empleadas son de Clase II (doble aislamiento) y las columnas de soporte también presentan clasificación de Clase II, no se considera necesaria la disposición de conductores de protección a lo largo del puente. Este criterio se justifica además porque las columnas no resultan accesibles al público en general, reduciendo al mínimo el riesgo de contacto directo o indirecto con partes metálicas susceptibles de quedar en tensión.

La adopción de este planteamiento se encuentra en línea con lo establecido en la normativa vigente, que permite prescindir del conductor de protección en aquellas instalaciones en las que todos los equipos conectados dispongan de aislamiento reforzado o doble aislamiento.

Por otra parte, cada cuadro de mando cuenta con su propio sistema de puesta a tierra, formado por dos electrodos de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, enterrados a 0,5 m de profundidad mínima y con una distancia mutua de 3 m. Estos electrodos se interconectan entre sí y con el cuadro de mando mediante un conductor de protección de cobre de 16 mm², con aislamiento XLPE y recubrimiento bicolor verde-amarillo, conforme a la normativa vigente y según se justifica en el Anexo III "Cálculos eléctricos".

8.2.4 Canalizaciones y arquetas

Canalizaciones

El hueco de construcción que discurre a lo largo de ambas aceras del puente presenta unas dimensiones aproximadas de 11 cm de altura y 45 cm de ancho, lo que resulta suficiente para la correcta disposición de cables y canalizaciones, garantizando los radios de curvatura mínimos, las separaciones normativas y unas condiciones adecuadas de ventilación y mantenibilidad de la instalación.

Dado que no se dispone de información precisa sobre las dimensiones del cruce situado bajo la calzada, se ha optado por mantener las mismas dimensiones de referencia, asegurando así la coherencia y continuidad del diseño.

Las distintas canalizaciones destinadas a albergar los conductores de línea y neutro que van a discurrir a lo largo de cada hueco de construcción son:

Cuadro	Circuito	Canalización
CM1	C1	1 x 25 mm
	C2	1 x 25 mm
	C3	1 x 25 mm
	C4	1 x 25 mm
	C5	1 x 25 mm
	C6	1 x 20 mm
CM2	C7	1 x 25 mm
	C8	1 x 25 mm
	C9	1 x 25 mm
	C10	1 x 25 mm
	C11	1 x 25 mm
	C12	1 x 20 mm

Tabla 19. Diámetro de las canalizaciones para cada circuito. Fuente: propia.

Arquetas

Las arquetas empleadas serán estancas de 40x40 cm y cumplirán lo dispuesto en el apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21. Se colocarán en los puntos estratégicos de la instalación para garantizar accesibilidad y facilitar las labores de registro y mantenimiento. En concreto, se situarán a pie de cada punto de luz, en los cruces de carretera, en los cambios de dirección y en los empalmes o derivaciones. Todas las arquetas estarán correctamente selladas para impedir la entrada de agua o roedores, asegurando así la fiabilidad y durabilidad de la instalación.

9. Planificación

El proyecto de ejecución de la iluminación en el Puente del V Centenario se inicia el 5 de septiembre de 2025 y concluye el 14 de noviembre de 2025, con una duración total prevista de 50,5 días. La planificación se estructura en dos fases principales correspondientes a la Pila 14 y la Pila 15, cada una de ellas compuesta por tres bloques de actuación diferenciados: iluminación vial, iluminación ornamental y la instalación del cuadro de mando con su puesta a tierra. Para el desarrollo de estas tareas se dispone de seis parejas de electricistas que se asignan a los distintos frentes de trabajo (conductos, conductores, columnas y luminarias) y permiten avanzar en paralelo en varios circuitos. Asimismo, se cuenta con una pareja de estructuristas dedicada al montaje de las columnas, que trabaja de forma coordinada con los equipos eléctricos para garantizar la continuidad de la secuencia constructiva. Como actividades transversales, se mantienen de forma constante durante todo el periodo de obra tanto la gestión de residuos como la aplicación de las medidas de seguridad y salud.

En la Pila 14, los trabajos de iluminación vial comienzan con la desconexión de las luminarias existentes de vapor de mercurio, seguida de la retirada de las columnas de 9 metros en las que se encontraban instaladas en el tramo existente. Una vez liberada la infraestructura, se procede a la sustitución de las luminarias en las columnas de 9 metros que permanecen en servicio, incorporando equipos Vulcan-120. Posteriormente, se abren los frentes correspondientes a los circuitos 1 y 2, donde se establece la secuencia constructiva: tendido de conductos subterráneos, tendido de conductores en paralelo con solape parcial, instalación de columnas AM-10 de 12 metros y, finalmente, el montaje de

luminarias Vulcan-180. La finalización de estas actuaciones fija el hito de "Fin de iluminación vial Pila 14" en fecha 8 de octubre de 2025. Cabe destacar que la realización de las tareas de la instalación de columnas y luminarias viales en los circuitos 1 y 2 quedan precedidas por el establecimiento de los conductos y conductores de los circuitos 3 y 4 respectivamente.

De forma complementaria, se desarrolla la iluminación ornamental de la Pila 14, organizada en los circuitos 3, 4, 5 y 6. La lógica de ejecución se mantiene: primero se acomete el tendido de conductos, posteriormente el tendido de conductores, y en última instancia la instalación de las luminarias ornamentales SOLITEC PNaviaG, con potencias de 50 y 100 W según tipología. En este bloque coexisten trabajos en red subterránea y en red aérea, que siguen la misma secuencia. El conjunto se remata con los circuitos 5 y 6, cuyo cierre establece el hito de "Fin de iluminación ornamental Pila 14" el 10 de octubre de 2025.

Paralelamente, desde los primeros días se ejecuta la instalación del cuadro de mando y la puesta a tierra de la Pila 14, lo que permite dotar a la obra de las infraestructuras necesarias para garantizar la seguridad eléctrica y habilitar las pruebas de funcionamiento en los diferentes circuitos a medida que se completan.

Tras la finalización de los trabajos en la Pila 14, se da comienzo a la intervención en la Pila 15. En este frente, el bloque de iluminación vial se organiza siguiendo la misma secuencia general ya establecida, con la renovación de luminarias y la ejecución de los Circuitos 7 y 8, cuya conclusión está prevista para el 13 de noviembre de 2025, fecha que marca el hito de cierre de este apartado.

De forma complementaria, la iluminación ornamental se desarrolla en los Circuitos 9, 10, 11 y 12, combinando actuaciones en canalizaciones subterráneas y aéreas. Asimismo, se integra un trabajo coordinado en los circuitos 7 y 8 junto con los circuitos 9 y 10, alternando su desarrollo para optimizar el proceso de instalación. El conjunto se completa con los últimos circuitos el 14 de noviembre de 2025, hito que coincide con la finalización total de la obra.

Es importante destacar que, tal como se realizó en la Pila 15, al inicio de esta fase se procede con la instalación del cuadro de mando y la puesta a tierra.

En conclusión, la planificación presentada marca una hoja de ruta para la ejecución de las obras, asegurando que cada fase se complete en el plazo establecido y con la coordinación adecuada de los equipos. Todo el detalle de la secuencia de tareas, sus dependencias y tiempos asignados, así como el reparto de actividades entre los técnicos, se pueden consultar en el Anexo XI “Plan de obra”.

10. Orden de prioridad de los documentos

De acuerdo con lo establecido en la norma UNE 157001:2014, y aplicado al presente proyecto de instalaciones de alumbrado funcional y ornamental del Puente del V Centenario en Sevilla, el orden de prioridad entre los documentos que lo integran será el siguiente:

1º Planos, que definen gráficamente las soluciones proyectadas;

2º Pliego de Condiciones, como referencia normativa y contractual principal;

3º Mediciones y el Presupuesto, que recogen de manera cuantificada y económica las unidades de obra; y

4º Memoria, como documento de carácter descriptivo y justificativo.

11. Documentación complementaria

11.1 Estudio Básico de Seguridad y Salud

Este estudio, incorporado como Anexo VIII “Estudio Básico de Seguridad y Salud”, tiene por finalidad identificar, evaluar y prevenir los riesgos laborales que puedan surgir durante la ejecución de las obras, proponiendo medidas de control y protección que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores en cumplimiento de la normativa vigente.

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en determinados supuestos resultaría obligatoria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud completo, siempre que no se cumplan las condiciones que permiten su exención (cosa

que no ocurre en este proyecto). Sin embargo, dado que el presente proyecto se centra en la definición técnica de las instalaciones, la elaboración de dicho Estudio no forma parte de sus objetivos principales.

Por ello, el documento incluido en este proyecto se configura como un estudio básico de carácter orientativo, que podrá servir como base documental para el Contratista o Constructor principal, a quienes corresponde, según la normativa aplicable, la elaboración del Estudio de Seguridad y Salud definitivo que regirá durante la fase de ejecución de las obras.

11.2 Estudio de gestión de residuos

Este estudio, incorporado como Anexo IX "Estudio de Gestión de Residuos", tiene por finalidad establecer un marco técnico y normativo que garantice la correcta gestión y tratamiento de los residuos generados durante la ejecución de las obras, tanto de construcción como de demolición, así como de aquellos derivados del uso de aparatos eléctricos y electrónicos. Con ello, se pretende asegurar que todas las fases de la obra se desarrollen en cumplimiento de la normativa vigente, proponiendo medidas que prevengan y minimicen los posibles efectos adversos de los residuos sobre la salud y el entorno.

12. Conclusiones

El presente proyecto multidisciplinar, desarrollado conforme a la norme UNE 157.000, desarrolla integralmente el diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y ornamental asociadas a la ampliación del Puente del V Centenario de Sevilla de la carretera SE-30 que cruza el rio Guadalquivir con una longitud elevada de casi 2 Km, alcanzando un equilibrio entre la mejora de la seguridad vial, la optimización de la eficiencia energética de la instalación y la valorización arquitectónica de la infraestructura.

Las soluciones adoptadas para el alumbrado vial y ornamental se basan en el empleo de diferentes luminarias LED de altas prestaciones y sistemas avanzados de telegestión. Los diseños planteados garantizan el cumplimiento de la normativa vigente,

una reducción significativa del consumo con respecto a la instalación previa basada en lámparas de descarga y un control de la contaminación lumínica que genera su uso según los criterios legislativos más modernos (cumplimentando el muy reciente reglamento de protección del cielo nocturno de la C.A. de Andalucía de 2025). Los elementos funcionales de las instalaciones se complementan con equipos de gestión remota, regulación dinámica y mantenimiento preventivo y correctivo, facilitando la explotación y el mantenimiento del conjunto de las instalaciones.

Desde el punto de vista ambiental y energético, el diseño se ajusta a los requisitos del Reglamento de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior (REEAE) para una clasificación de vía de altas prestaciones por el elevado nivel de tráfico del vial iluminado, la velocidad permitida de circulación y la complejidad de seguridad que implica ser un puente elevado: ME1 para el trazado principal e inicial del puente y ME2 para los tramos laterales con apartadero. Conforme a este mismo reglamento, se obtiene una calificación "A" en alumbrado vial y limitando el flujo hemisférico superior instalado según la última modificación del baremo realizada en el Real Decreto-ley 18/2022. Esto compatibiliza las necesidades de visibilidad y seguridad con un uso responsable de los recursos y con el respeto al entorno nocturno.

Finalmente, la planificación constructiva y el diseño eléctrico garantizan una ejecución ordenada, segura y conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias en general y de manera específica la ITC-BT-09 para alumbrado exterior, minimizando las afecciones al tráfico y asegurando la seguridad y la continuidad del servicio durante las fases de obra.

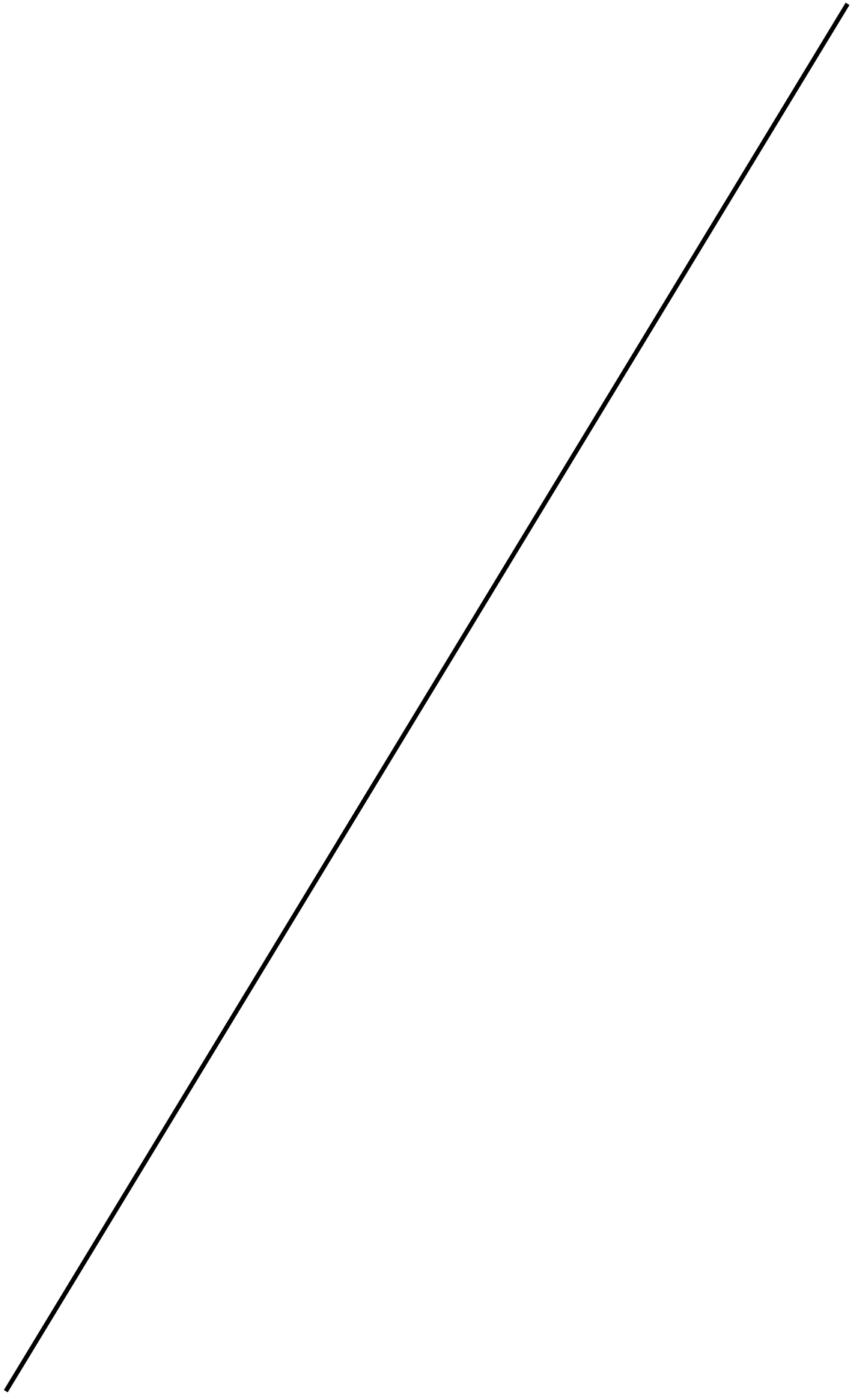
En conjunto de elementos desarrollados en el proyecto aportan al Puente del V Centenario de una iluminación moderna, eficiente, respetuosa con el medio ambiente e inteligente que refuerza su funcionalidad y realza su presencia como elemento emblemático dentro del paisaje urbano de Sevilla. La instalación se desarrolla integrada en la propia estructura portante del puente: canalizaciones, arquetas y bases de sustentación de postes y puntos de luz. Las líneas de alimentación de electricidad se han diseñado con la especificación de diseño de clase II de seguridad eléctrica por la limitación, o directamente la imposibilidad, de desarrollar una número adecuado y suficiente de picas en tierra para garantizar un nivel de impedancia bajo seguro ante un contacto directo o indirecto.

El proyecto desarrolla documentalmente el número de planos suficiente para guiar y concretar el desarrollo especifico de sus instalaciones objetivo, los Pliegos de Condiciones para garantizar su implementación de manera correcta y las mediciones y Presupuesto para el control de las partidas de obra requeridas y el coste económico calculado del mismo. La memoria del Proyecto realiza un análisis exhaustivo de la toda la legislación aplicable a la actividad de las instalaciones y realiza una descripción justificada de las soluciones propuestas. Los Anexos de la memoria contienen la información de cálculo de los diferentes elementos regulados de las instalaciones, una descripción de las especificaciones técnicas de los equipos usados y la justificación normativa de los diferentes requisitos legales específicos de un proyecto de construcción como el desarrollado: Seguridad y salud mediante el desarrollo de un EBSS, gestión de residuos de la construcción y cumplimiento de regulación medioambiental (Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y su reglamento específico ya detallado de protección contra la contaminación lumínica)

El importe total del Presupuesto de Ejecución Material valorado del Proyectos es de 156357,59 €, mientras que el Presupuesto de Ejecución por Contrata presentado es de 235166,51 € y, finalmente, el Presupuesto para la Administración, que incluye los costes de ingeniería y Dirección facultativa asciende a 253316,51 €.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González



ANEXOS

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

ANEXO I: Cálculos luminotécnicos iluminación vial

1. Tramo existente
2. Tramo sin apartadero
3. Tramo con apartadero

ANEXO II: Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

1. Datos de planificación
2. Lista de luminarias
3. Rendering (procesado) en 3D
4. Rendering (procesado) de colores falsos
5. Superficies exteriores

ANEXO III: Cálculos eléctricos

1. Objeto
2. Descripción de la instalación
3. Potencia prevista
4. Cálculo de la instalación
5. Cálculo de puesta a tierra
6. Conclusión

ANEXO IV: Cálculo de la eficiencia energética de la instalación

1. Objeto
2. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación
3. Conclusión

ANEXO V: Estudio energético y económico

1. Objeto

2. Situación inicial

3. Estudio energético y económico

4. Conclusión.

ANEXO VI: Estudio para la elección de la luminaria

1. Objeto

2. Situación inicial

3. Estudio para la elección de la luminaria

4. Conclusión.

ANEXO VII: Fichas técnicas

1. Luminarias viales exteriores Vulcan

2. Proyectores PNAVIA

3. Columnas

4. Centralita Mural Reforzada BTicino IP65 72 Módulos F107N72D

5. Casambi Cloud Gateway

6. CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA

ANEXO VIII: Estudio básico de seguridad y salud

1. Objeto

2. Normativa aplicable

3. Datos de la obra y antecedentes

4. Descripción de la obra

5. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo de las instalaciones

6. Maquinaria-herramientas

7. Medios auxiliares

8. Señalización

9. Obligaciones de las partes

10. Libro de incidencias

11. Paralización de trabajos

ANEXO IX: Estudio de gestión de residuos

1. Objeto

2. Agentes intervinientes

3. Normativa aplicable

4. Identificación y clasificación de los residuos previstos

5. Medidas para la prevención de residuos

6. Operaciones de reutilización, valoración y eliminación

7. Separación y almacenamiento en obra

8. Valoración económica de la gestión de RCD

9. Documentación y control

ANEXO X: Protección frente a la contaminación lumínica

1. Objeto

2. Marco normativo

3. Justificación del Proyecto frente al Reglamento

4. Conclusión

ANEXO XI: Plan de obra

1. Diagrama Gantt

2. Organización del equipo

Anexos

ANEXO I:

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS ILUMINACIÓN VIAL

Autor: D. Daniel Laarbi González

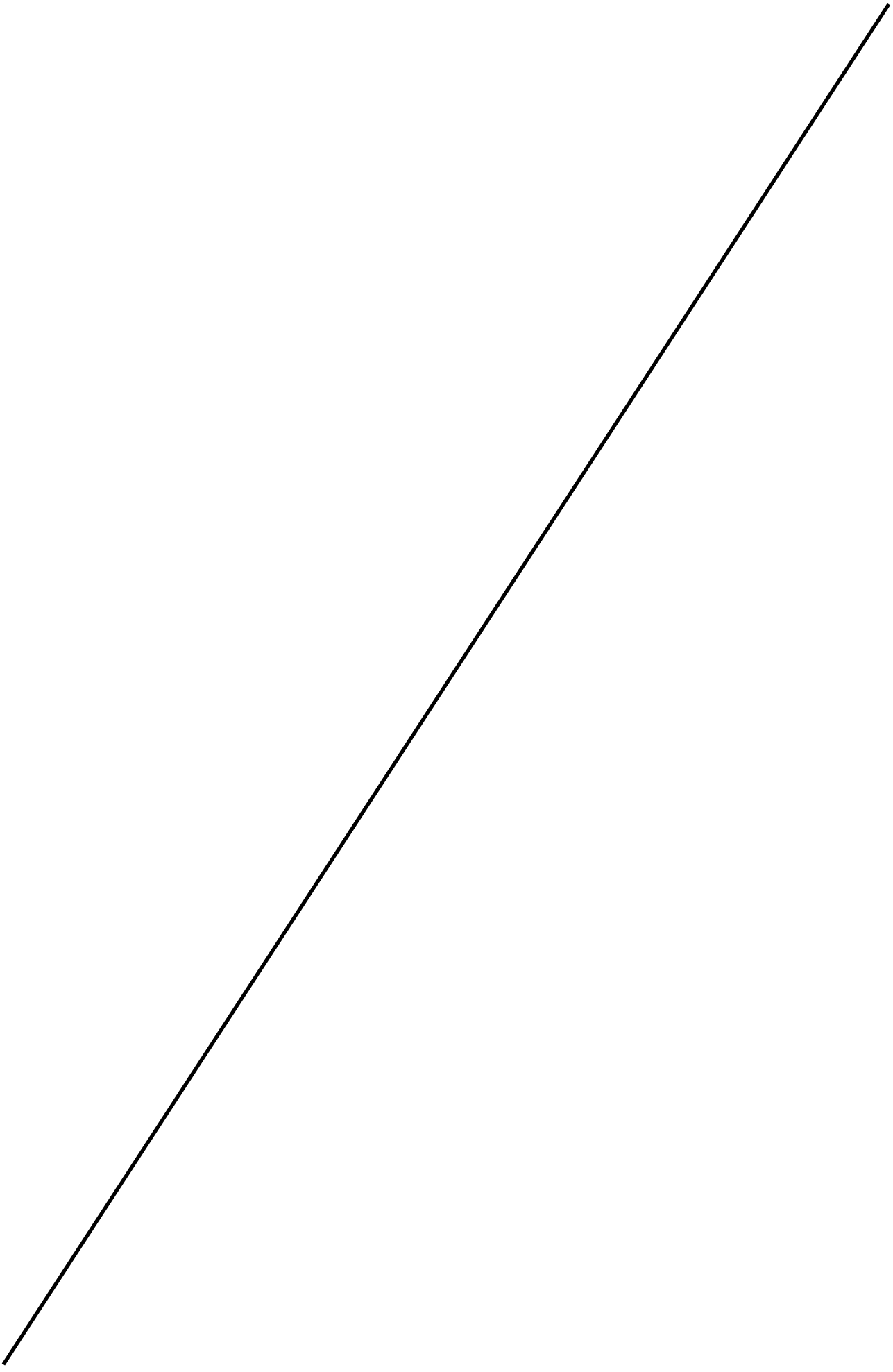
Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Tramo existente……1

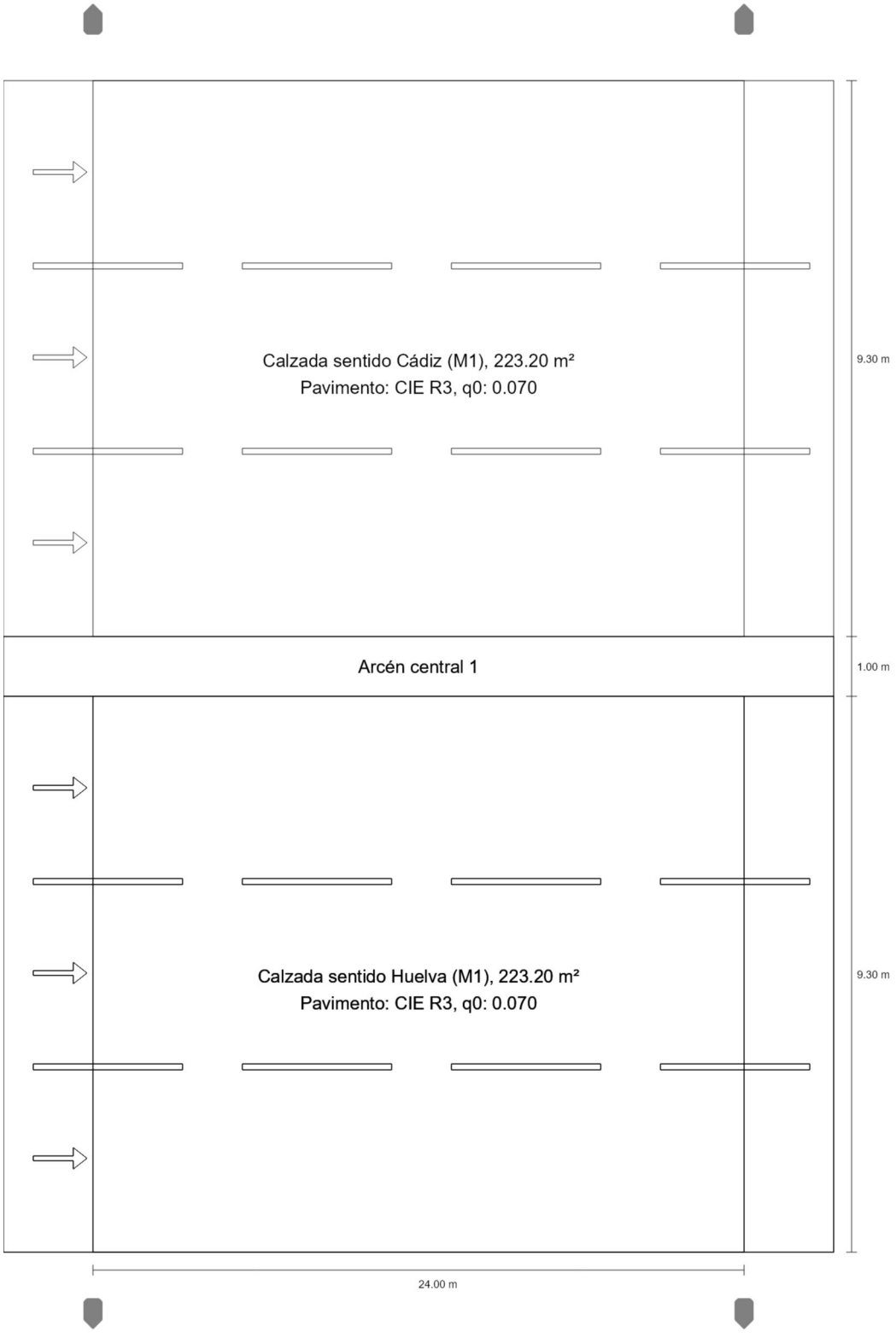
2. Tramo sin apartadero……5

3. Tramo con apartadero…….....10



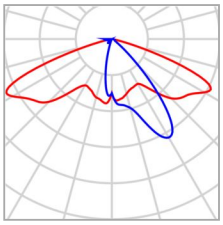
Tramo existente

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Tramo existente

Resumen (hacia EN 13201:2015)

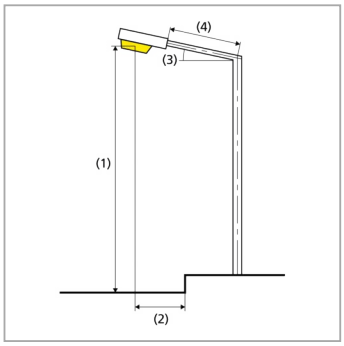


Fabricante	Solite Europe Ltd	P	120.0 W
Nombre del artículo	Vulcan-120-C-A12419	$\Phi_{Lámpara}$	16000 lm
Lámpara	definido por el usuario	$\Phi_{Luminaria}$	14435 lm
		η	90.22 %

Tramo existente

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Vulcan-120-C-A12419 (bilateral enfrente)



Distancia entre mástiles	24.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.240 m
(2) Saliente del punto de luz	-1.028 m
(3) Inclinación del brazo	14.0°
(4) Longitud del brazo	0.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 120.0 W
Vatios / recorrido	10080.0 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 586 cd/klm ≥ 80°: 177 cd/klm ≥ 90°: 37.1 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*1
Clase de índice de deslumbramiento	D.2
MF	0.80

Tramo existente

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

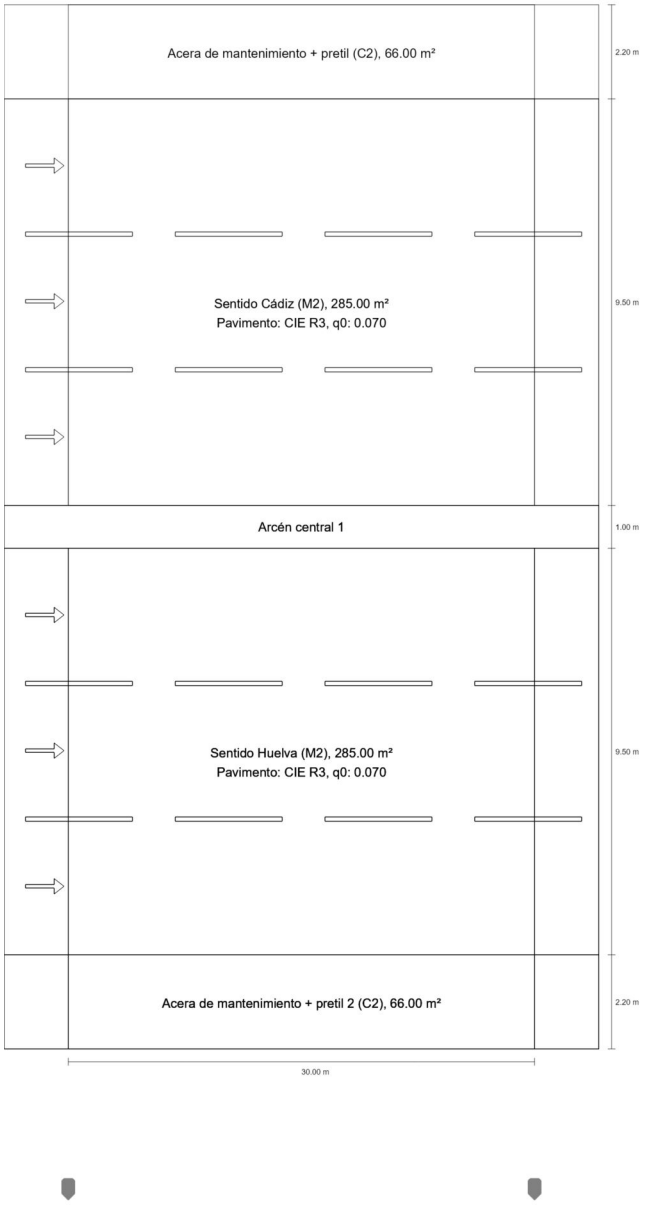
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada sentido Cádiz (M1)	L_m	2.03 cd/m²	≥ 2.00 cd/m²	✓
	U_o	0.78	≥ 0.40	✓
	U_l	0.76	≥ 0.70	✓
	TI	7 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.51	≥ 0.35	✓
Calzada sentido Huelva (M1)	L_m	2.06 cd/m²	≥ 2.00 cd/m²	✓
	U_o	0.76	≥ 0.40	✓
	U_l	0.76	≥ 0.70	✓
	TI	7 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.51	≥ 0.35	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
Tramo existente	D_p	0.014 W/lx*m²	–
Vulcan-120-C-A12419 (bilateral enfrente)	D_e	2.2 kWh/m² año	960.0 kWh/año

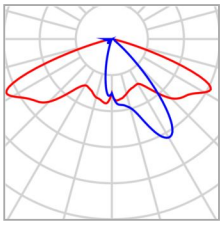
Tramo sin apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Tramo sin apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

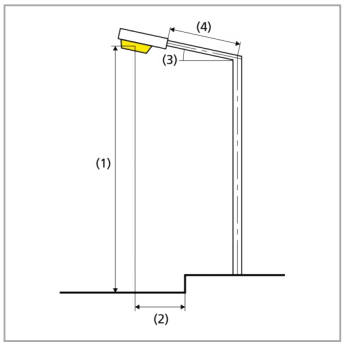


Fabricante	Solite Europe Ltd	P	180.0 W
Nombre del artículo	Vulcan-180-C-A12419	$\Phi_{Lámpara}$	22900 lm
		$\Phi_{Luminaria}$	20660 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	90.22 %

Tramo sin apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Vulcan-180-C-A12419 (bilateral enfrente)



Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	12.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-5.477 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	0.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 180.0 W
Vatios / recorrido	11880.0 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 601 cd/klm ≥ 80°: 198 cd/klm ≥ 90°: 41.3 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*1
Clase de índice de deslumbramiento	D.0
MF	0.80

Tramo sin apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Acera de mantenimiento + pretil	E_m	29.40 lx	≥ 20.00 lx	✓
	U_o	0.87	≥ 0.40	✓
Sentido Cádiz (M2)	L_m	1.56 cd/m²	≥ 1.50 cd/m²	✓
	U_o	0.79	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.70	✓
	TI	7 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.96	≥ 0.35	✓
Sentido Huelva (M2)	L_m	1.58 cd/m²	≥ 1.50 cd/m²	✓
	U_o	0.78	≥ 0.40	✓
	U_l	0.78	≥ 0.70	✓
	TI	7 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.96	≥ 0.35	✓
Acera de mantenimiento + pretil 2	E_m	29.40 lx	≥ 20.00 lx	✓
	U_o	0.87	≥ 0.40	✓

Tramo sin apartaderos

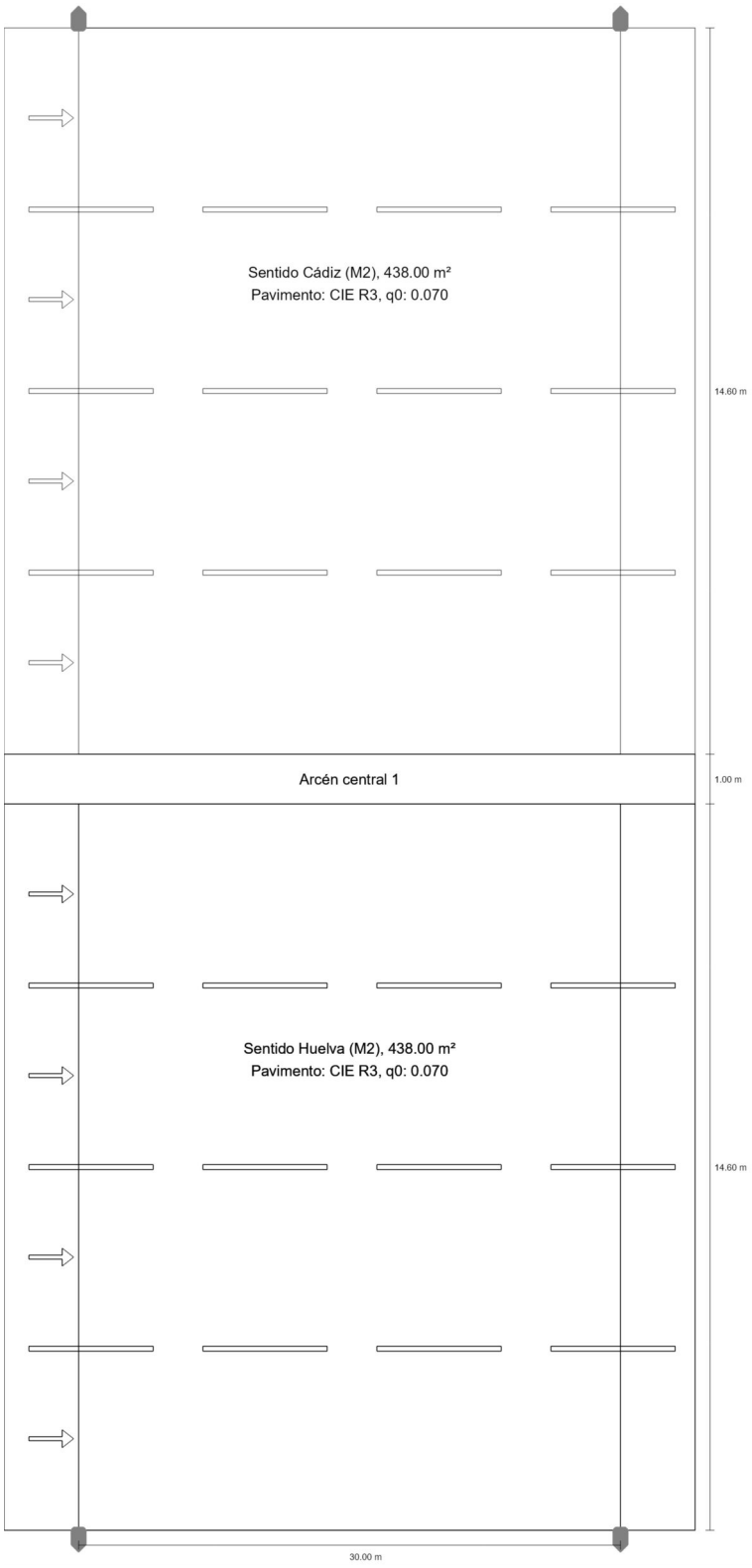
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
Tramo sin apartaderos	D_p	0.016 W/lx*m²	–
Vulcan-180-C-A12419 (bilateral enfrente)	D_e	2.1 kWh/m² año	1440.0 kWh/año

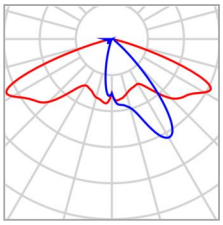
Tramo con apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Tramo con apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

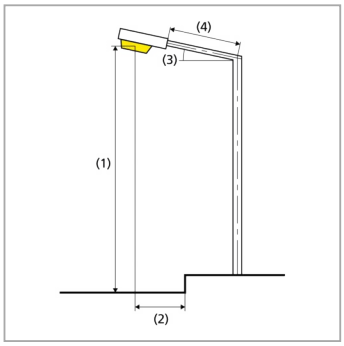


Fabricante	Solite Europe Ltd	P	180.0 W
Nombre del artículo	Vulcan-180-C-A12419	$\Phi_{Lámpara}$	22900 lm
		$\Phi_{Luminaria}$	20660 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	90.22 %

Tramo con apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Vulcan-180-C-A12419 (bilateral enfrente)



Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	12.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.186 m
(3) Inclinación del brazo	9.0°
(4) Longitud del brazo	0.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 180.0 W
Vatios / recorrido	11880.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 486 cd/klm ≥ 80°: 97.4 cd/klm ≥ 90°: 22.5 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*2
Clase de índice de deslumbramiento	D.0
MF	0.80

Tramo con apartaderos

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

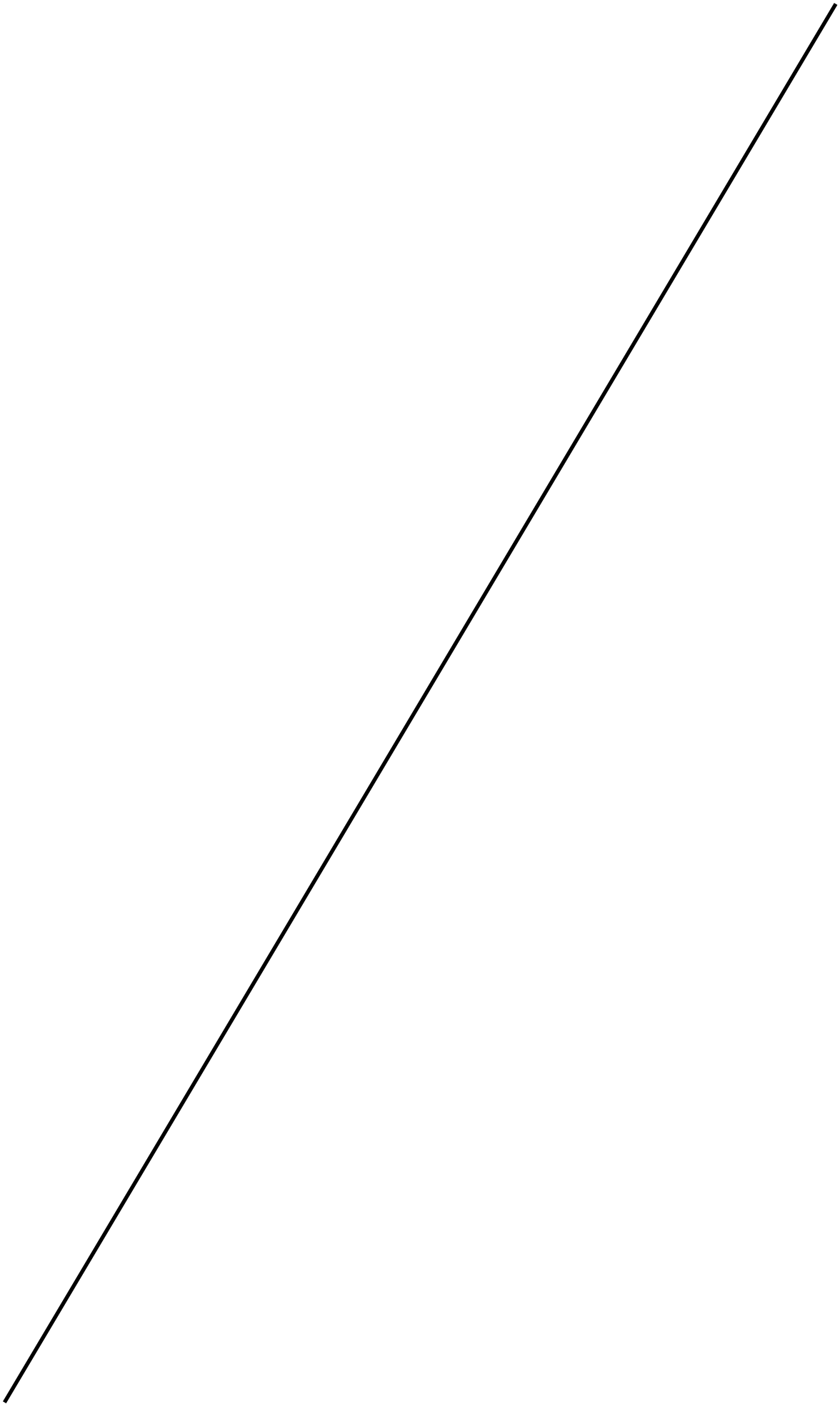
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Sentido Cádiz (M2)	L_m	1.60 cd/m²	≥ 1.50 cd/m²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.70	✓
	TI	6 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.50	≥ 0.35	✓
Sentido Huelva (M2)	L_m	1.63 cd/m²	≥ 1.50 cd/m²	✓
	U_o	0.54	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.70	✓
	TI	6 %	≤ 10 %	✓
	R_{EI}	0.50	≥ 0.35	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
Tramo con apartaderos	D_p	0.014 W/lx*m²	–
Vulcan-180-C-A12419 (bilateral enfrente)	D_e	1.6 kWh/m² año	1440.0 kWh/año

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González



ANEXO II:

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS ILUMINACIÓN ORNAMENTAL

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

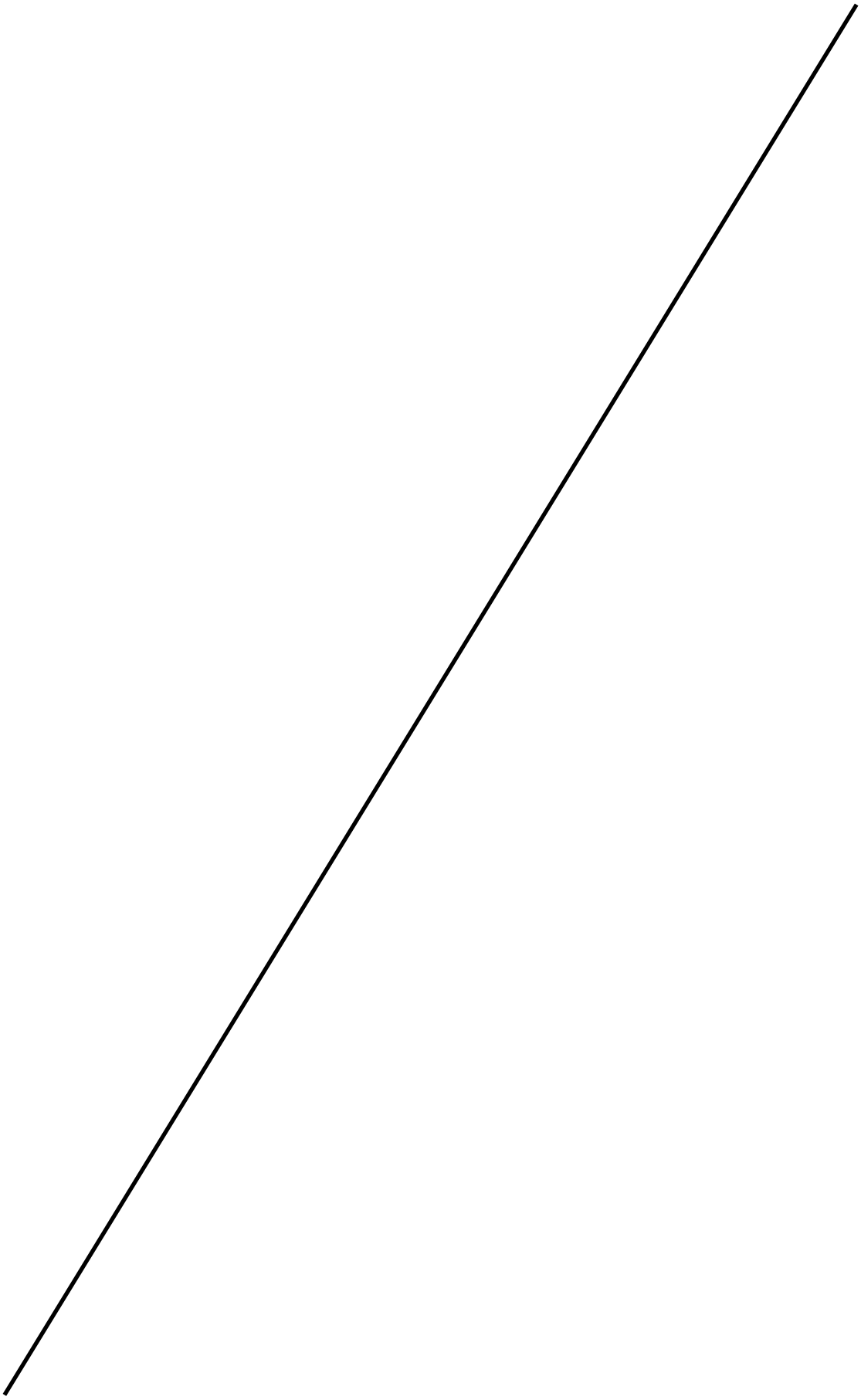
Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Puente V Centenario
Portada del proyecto 1
Índice 2
Lista de luminarias 3
Solitec PNaviaG-50-N-P12
Hoja de datos de luminarias 4
Solitec PNaviaG-100-N-P12
Hoja de datos de luminarias 5
Puente
Datos de planificación 6
Lista de luminarias 7
Rendering (procesado) en 3D 8
Rendering (procesado) de colores falsos 9
Superficies exteriores
Elemento del suelo 1
Superficie 1
Isolíneas (E) 10
SC Interior Superior Izquierda
Isolíneas (E, perpendicular) 11
SC Interior Superior Derecha
Isolíneas (E, perpendicular) 12
SC Exterior Superior
Isolíneas (E, perpendicular) 13
SC Traviesa Superior
Isolíneas (E, perpendicular) 14
SC Interior Inferior
Isolíneas (E, perpendicular) 15
SC Exterior Inferior
Isolíneas (E, perpendicular) 16
Tirante 1 y 22
Isolíneas (E, perpendicular) 17
Tirante 2 y 21
Isolíneas (E, perpendicular) 18
Tirante 3 y 20
Isolíneas (E, perpendicular) 19
Tirante 4 y 19
Isolíneas (E, perpendicular) 20
Tirante 5 y 18
Isolíneas (E, perpendicular) 21
Tirante 6 y 17
Isolíneas (E, perpendicular) 22
Tirante 7 y 16
Isolíneas (E, perpendicular) 23
Tirante 8 y 15
Isolíneas (E, perpendicular) 24
Tirante 9 y 14
Isolíneas (E, perpendicular) 25
Tirante 10 y 13
Isolíneas (E, perpendicular) 26
Tirante 11 y 12
Isolíneas (E, perpendicular) 27



Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

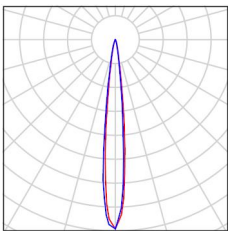
Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Puente V Centenario / Lista de luminarias

28 Pieza

Solitec PNaviaG-100-N-P12
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 11356 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12651 lm
Potencia de las luminarias: 100.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91
Lámpara: 1 x CREE XP-G3 (Factor de corrección 1.000).

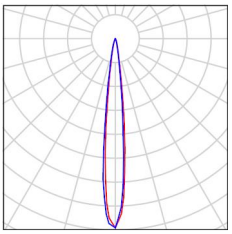
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



8 Pieza

Solitec PNaviaG-50-N-P12
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5679 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6326 lm
Potencia de las luminarias: 50.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91
Lámpara: 1 x CREE XP-G3 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

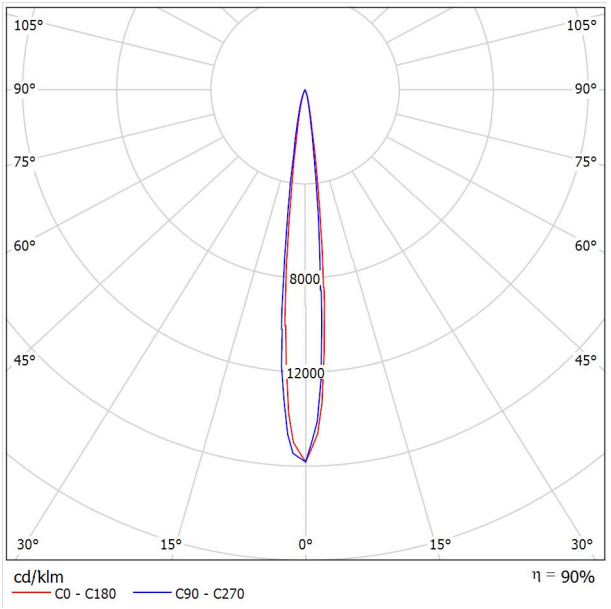
Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Solitec PNaviaG-50-N-P12 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91

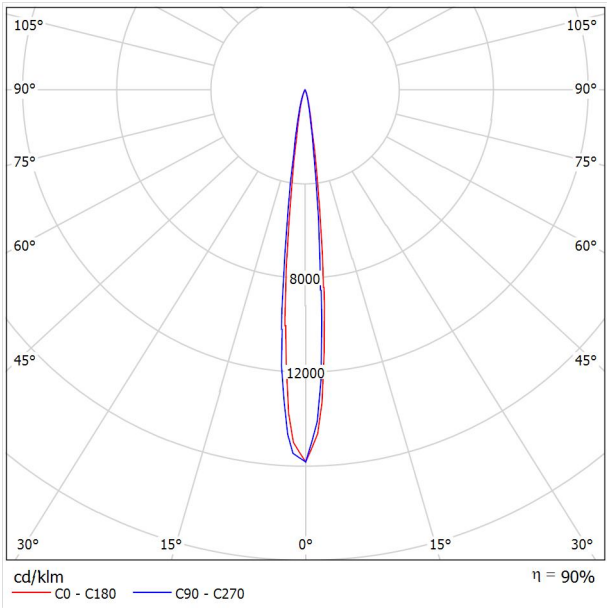
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Solitec PNaviaG-100-N-P12 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:

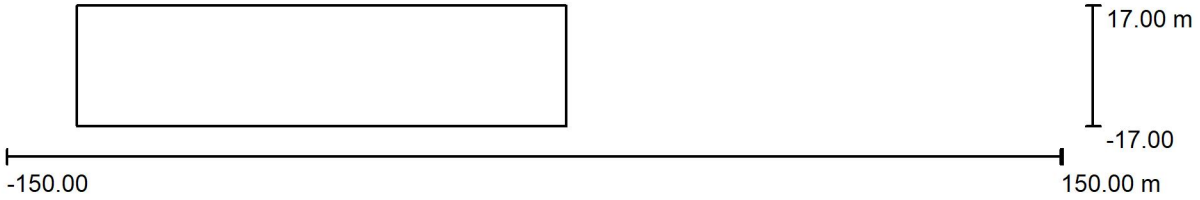


Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 56.0%

Escala 1:2145

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	28	Solitec PNaviaG-100-N-P12 (1.000)	11356	12651	100.0
2	8	Solitec PNaviaG-50-N-P12 (1.000)	5679	6326	50.0
			Total: 363408	Total: 404836	3200.0

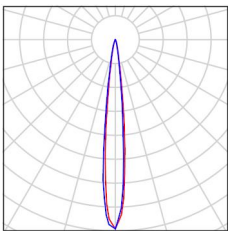
Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Lista de luminarias

28 Pieza

Solitec PNaviaG-100-N-P12
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 11356 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12651 lm
Potencia de las luminarias: 100.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91
Lámpara: 1 x CREE XP-G3 (Factor de corrección 1.000).

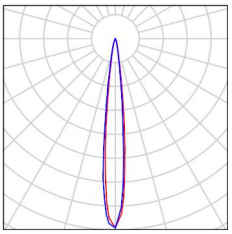
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



8 Pieza

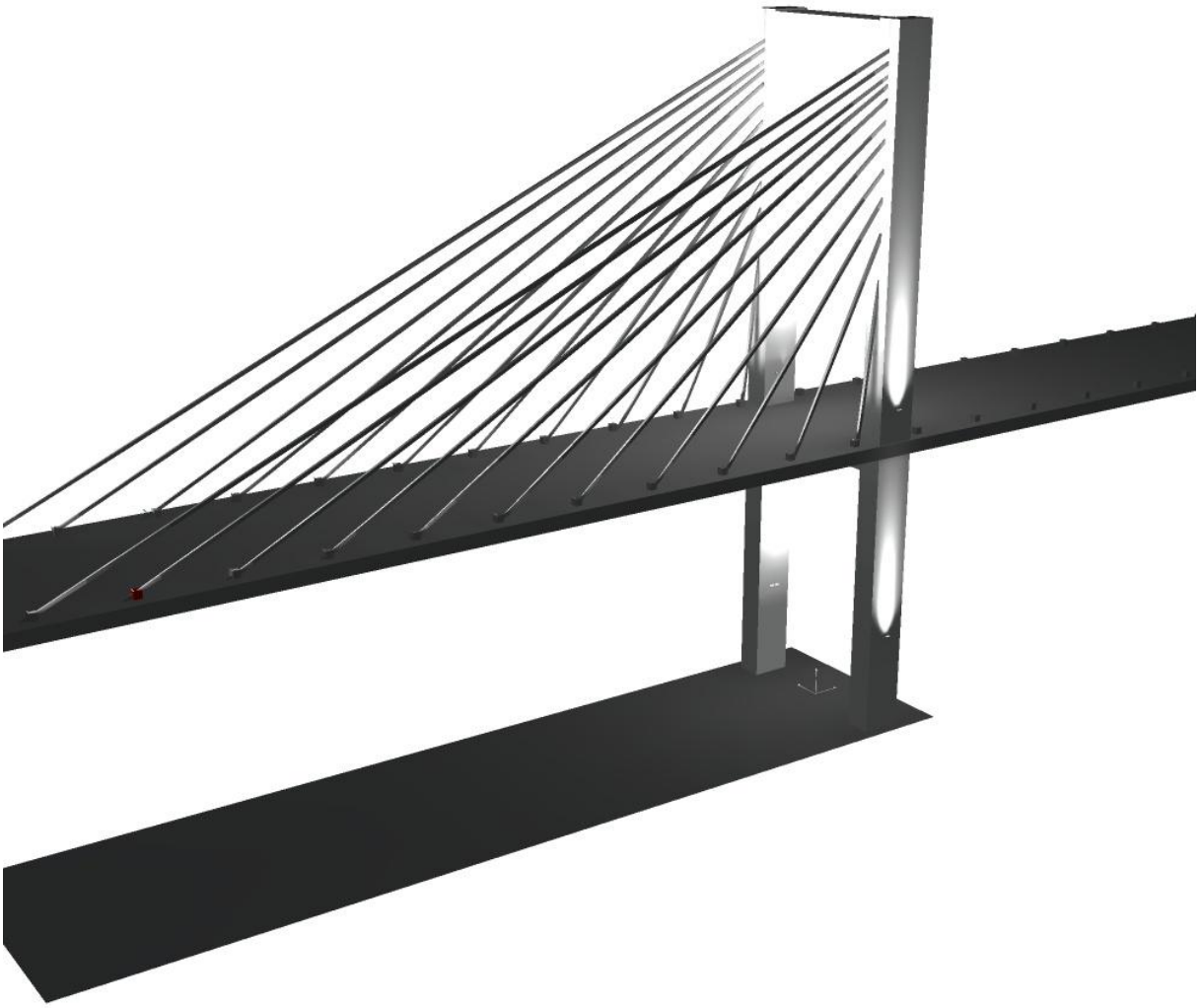
Solitec PNaviaG-50-N-P12
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5679 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6326 lm
Potencia de las luminarias: 50.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 91
Lámpara: 1 x CREE XP-G3 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

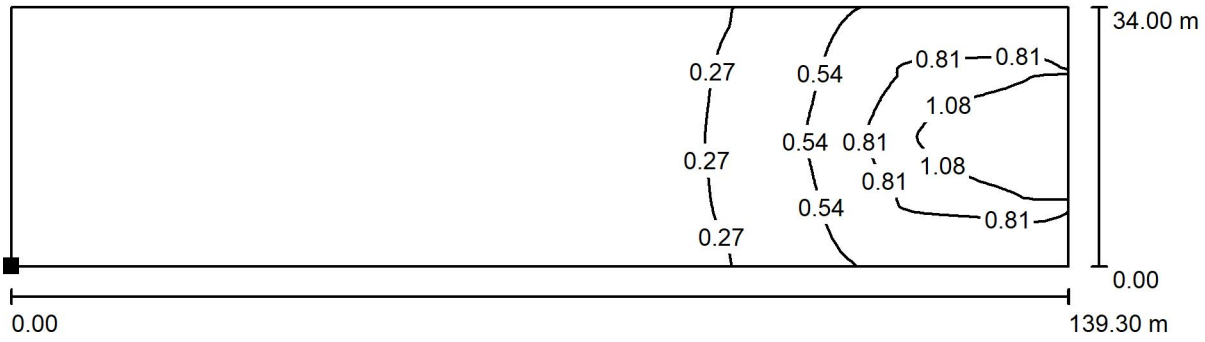
Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Rendering (procesado) de colores falsos

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 996

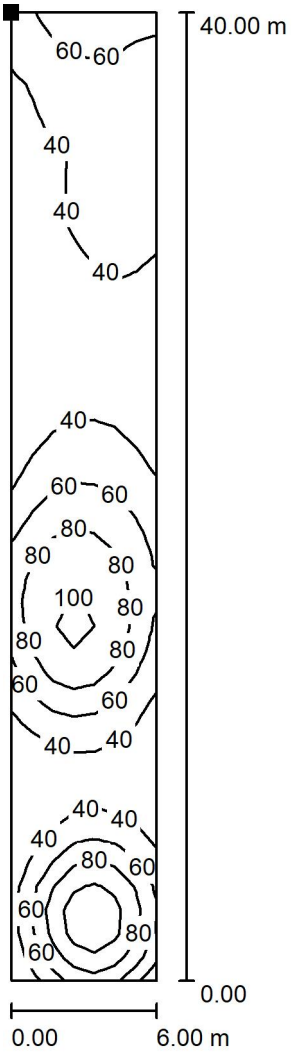
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-130.000 m, -17.000 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
0.29	0.01	1.37	0.044	0.009

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Interior Superior Izquierda / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 313

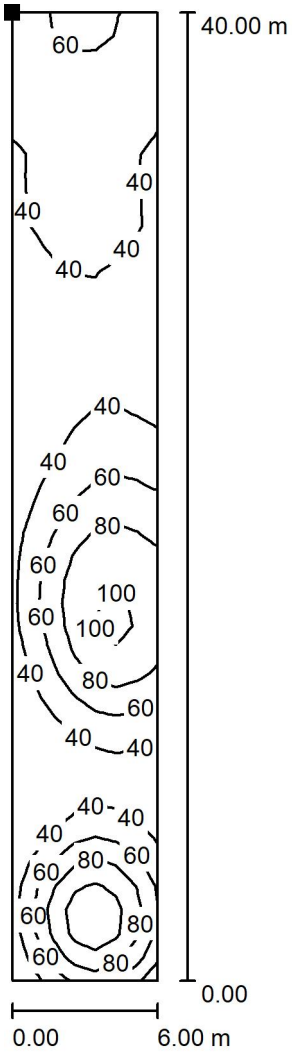
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-3.000 m, 11.070 m, 99.800 m)

Trama: 41 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
54	25	117	0.460	0.213

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Interior Superior Derecha / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 313

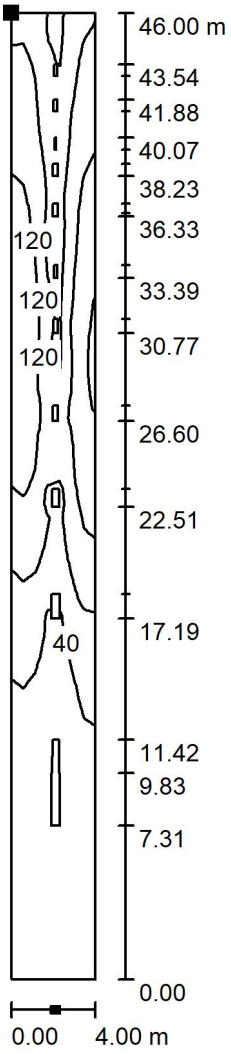
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(3.000 m, -11.170 m, 99.800 m)

Trama: 41 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
53	22	116	0.405	0.187

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Exterior Superior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 360

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-3.050 m, -11.200 m, 103.000 m)

Trama: 69 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	1.85	164	0.024	0.011

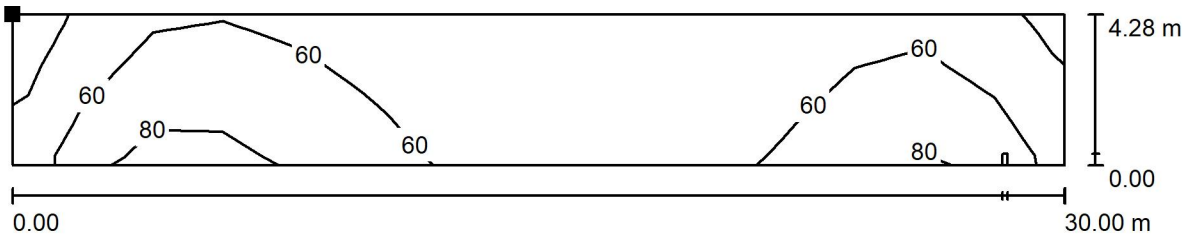
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Traviesa Superior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-3.050 m, 15.000 m, 104.500 m)

Trama: 3 x 15 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
56	22	84	0.399	0.265

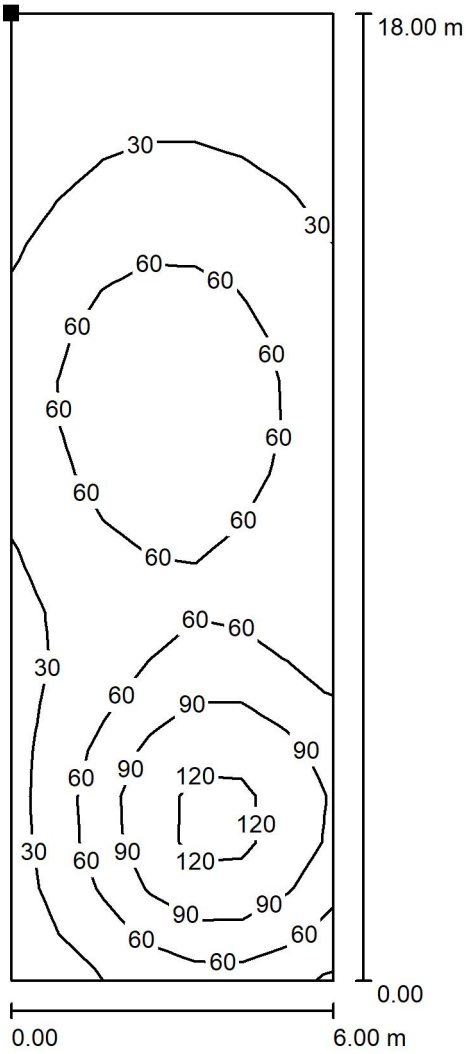
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Interior Inferior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 141

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-3.000 m, 11.070 m, 40.000 m)

Trama: 21 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
56	11	133	0.190	0.080

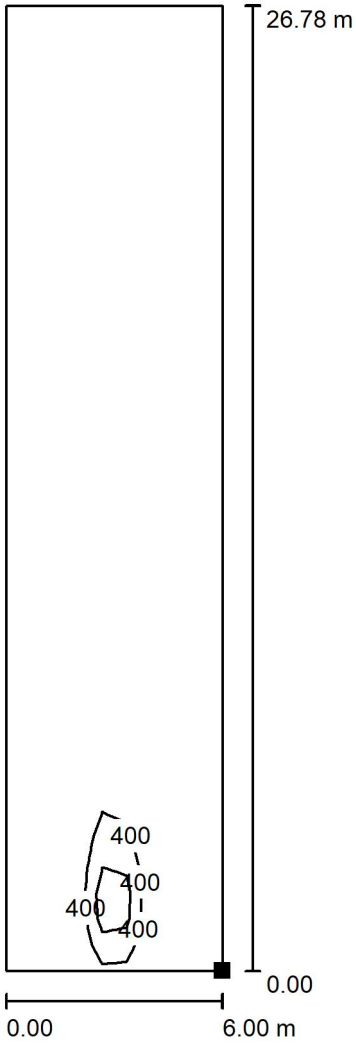
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / SC Exterior Inferior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 210

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-3.000 m, 15.150 m, 16.020 m)

Trama: 37 x 9 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	0.00	1990	0.000	0.000

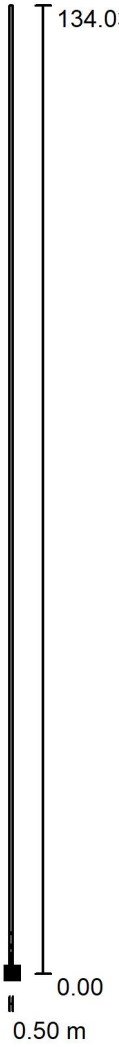
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 1 y 22 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1050

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-125.515 m, -13.554 m, 46.033 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
26	0.11	897	0.004	0.000

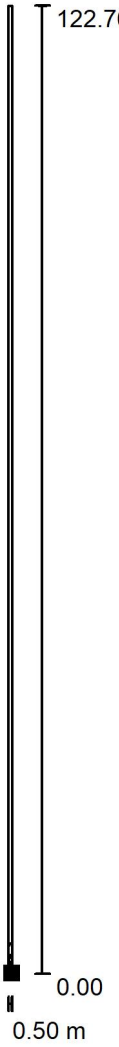
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 2 y 21 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 978

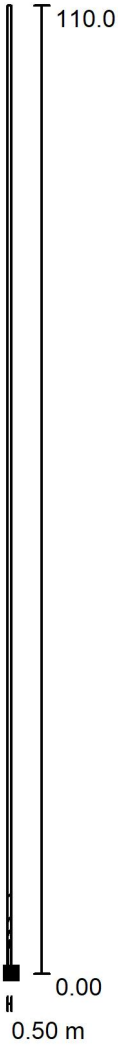
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-113.902 m, -13.554 m, 46.014 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
28	0.27	1346	0.010	0.000

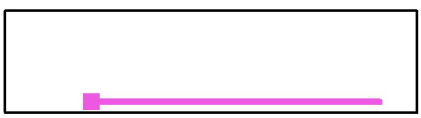
Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 3 y 20 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 886

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-100.676 m, -13.554 m, 46.251 m)



Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
25	0.61	398	0.025	0.002

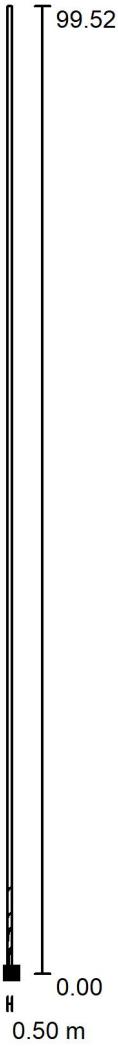
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 4 y 19 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 788

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-89.213 m, -13.554 m, 46.077 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
25	0.97	370	0.038	0.003

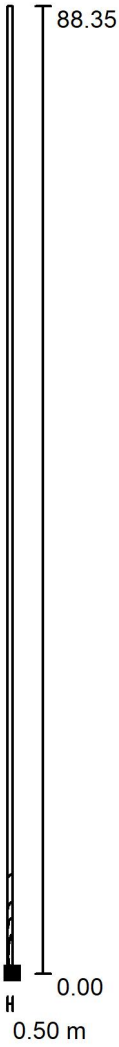
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

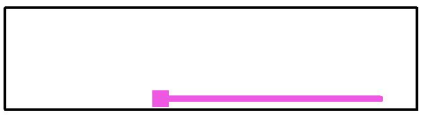
Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 5 y 18 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 692

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-77.293 m, -13.554 m, 46.090 m)



Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
30	1.47	396	0.048	0.004

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 6 y 17 / Isolíneas (E, perpendicular)

Valores en Lux, Escala 1 : 604

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-64.989 m, -13.554 m, 46.085 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
25	2.21	187	0.088	0.012

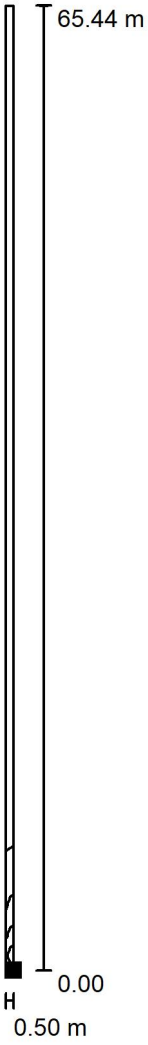
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 7 y 16 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 516

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-53.233 m, -13.554 m, 46.339 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
26	2.82	283	0.107	0.010

Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 8 y 15 / Isolíneas (E, perpendicular)

Valores en Lux, Escala 1 : 424

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-41.234 m, -13.554 m, 46.134 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
29	4.32	163	0.149	0.026

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 9 y 14 / Isolíneas (E, perpendicular)

Valores en Lux, Escala 1 : 342

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-29.372 m, -13.554 m, 46.079 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
27	0.69	122	0.025	0.006

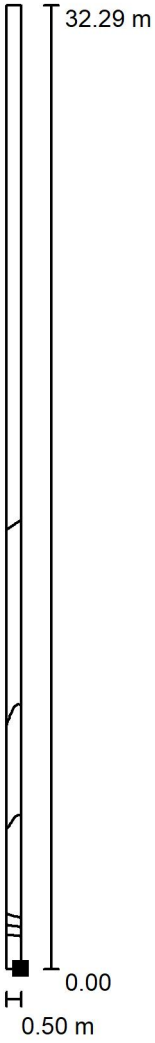
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 10 y 13 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 254

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-17.248 m, -13.554 m, 46.274 m)

Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
25	0.99	80	0.039	0.012

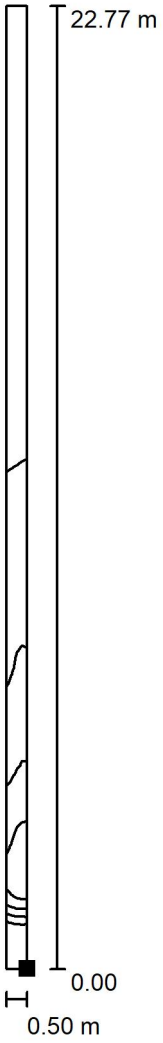
Proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

Anexo II

Cálculos luminotécnicos iluminación ornamental

Proyecto elaborado por Daniel Laarbi González
Teléfono
Fax
e-Mail

Puente / Tirante 11 y 12 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 179

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(-5.810 m, -13.554 m, 46.101 m)

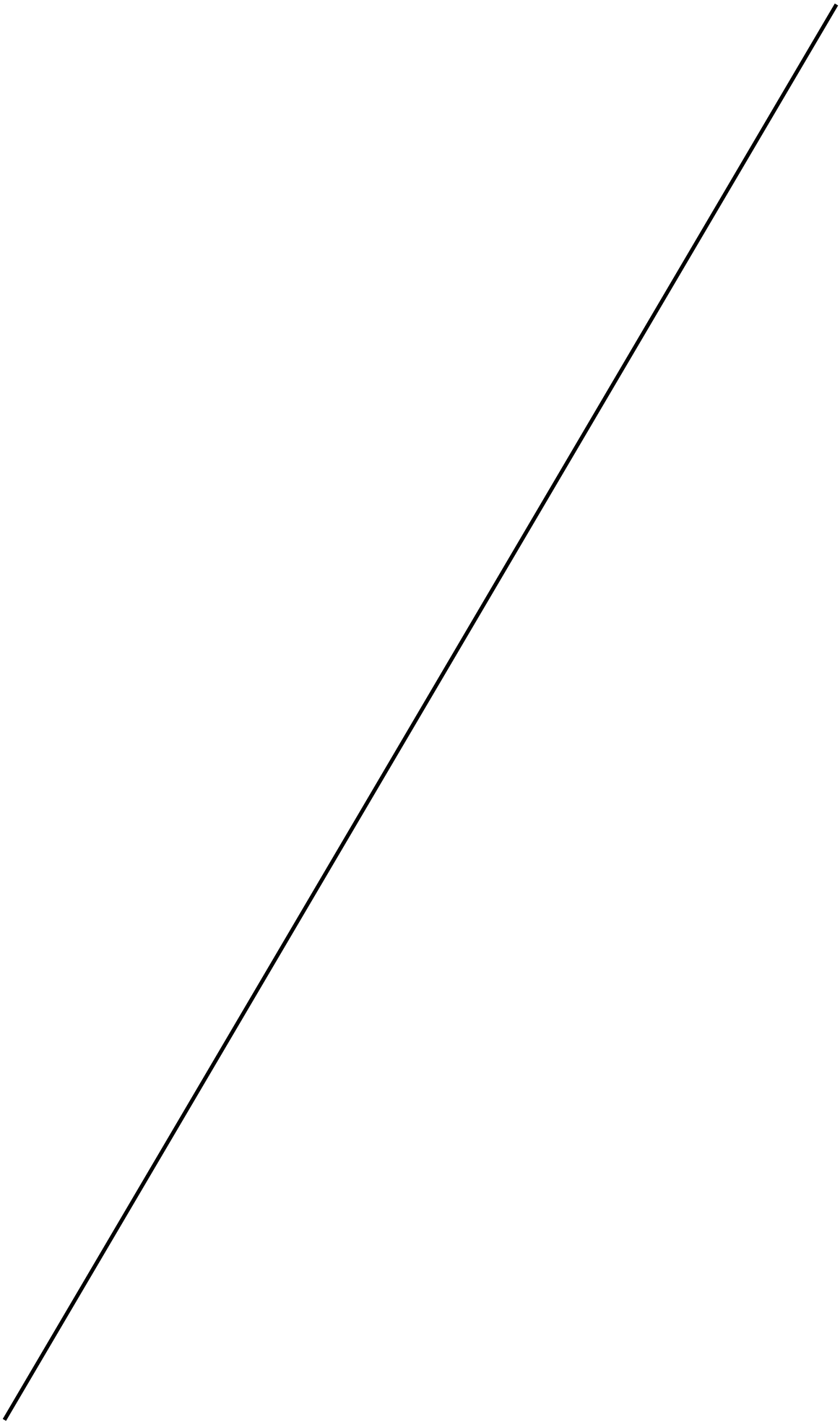
Trama: 128 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
29	0.68	97	0.024	0.007

.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González



ANEXO III:
CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Descripción de la instalación 1

3. Potencia prevista 1

4. Cálculo de la instalación 2

4.1 Sección de la línea 2

4.1.1 Intensidad máxima admisible 2

4.1.2 Caída de tensión 6

4.1.3 Corrientes de cortocircuito 15

4.1.4 Conclusión 17

4.2 Sección del neutro 17

4.3 Sección del conductor de tierra 18

4.4 Dimensionado de la canalización 18

4.5 Cálculo de las protecciones 20

4.5.1 Interruptor general automático 20

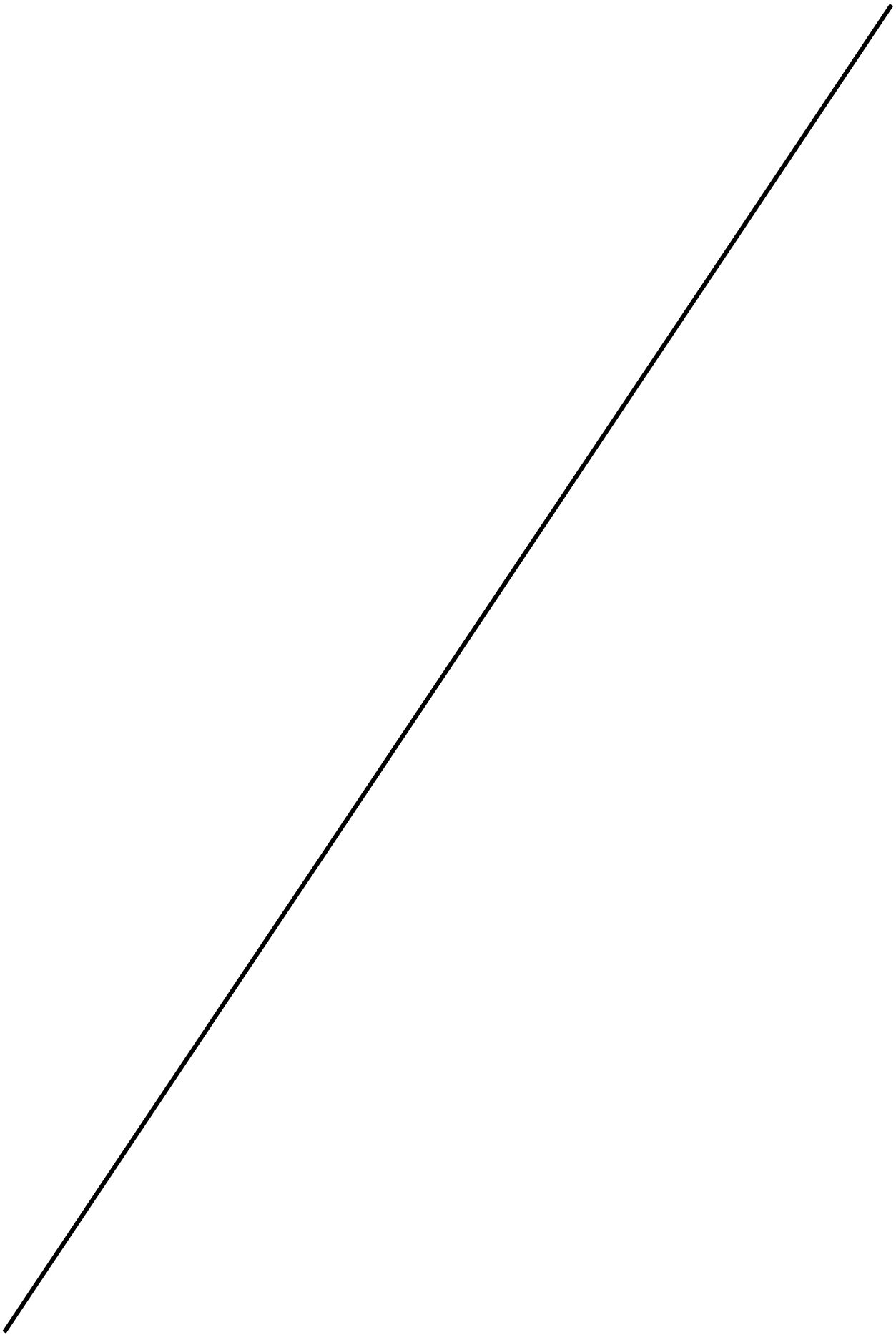
4.5.2 Dispositivo de protección frente a sobretensiones 22

4.5.3 Interruptores diferenciales 22

4.5.4 Magnetotérmicos 24

5. Cálculo de puesta a tierra 28

6. Conclusión 30



1. Objeto

El objeto de este Anexo es el de justificar los cálculos de la instalación eléctrica de los cuadros secundarios CM1 y CM2, destinados al alumbrado vial y ornamental.

2. Descripción de la instalación

La instalación, cuya información completa no se dispone para la realización de este TFM, se compone de distintos cuadros generales de distribución con derivaciones independientes a las pilas 14 y 15, lugar donde se encuentran los diferentes cuadros de mando y protección. Estos cuadros generales alimentan a los ya mencionados CM1 y CM2, del alumbrado viario y ornamental, los cuales, a su vez, suministran energía a los distintos circuitos.

La composición de la instalación queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, Planos 14 y 15, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general para la protección contra sobreintensidades.
- Un dispositivo de protección frente a sobretensiones.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

3. Potencia prevista

La potencia prevista para los dos cuadros de mando y protección, objeto de este proyecto:

- CM1: consta de seis circuitos de alumbrado, de los cuales dos están destinados al alumbrado vial y los cuatro restantes al alumbrado ornamental. La potencia prevista para cada circuito es de 2760 W, 2760 W, 2100 W, 2100 W, 700 W y 400 W, respectivamente, lo que supone una potencia total instalada de 10820 W.
- CM2: consta de seis circuitos de alumbrado, de los cuales dos están destinados al alumbrado vial y los cuatro restantes al alumbrado ornamental. La potencia

prevista para cada circuito es de 2760 W, 2760 W, 2100 W, 2100 W, 700 W y 400 W, respectivamente, lo que supone una potencia total instalada de 10820 W.

4. Cálculo de la instalación

4.1 Sección de la línea

Se va a realizar el dimensionado de los conductores que componen los diferentes circuitos de la instalación. Para ello se debe de tener en cuenta que se cumplan con las siguientes condiciones:

- Intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Corriente de cortocircuito

4.1.1 Intensidad máxima admisible

El criterio de la intensidad máxima admisible se define como la corriente máxima que puede circular de forma continua sin que la temperatura del conductor supere el límite establecido por la ITC-BT-19.

Para cumplir con esta condición la intensidad de diseño o, dicho de otra forma, la intensidad que circula por cada circuito debe ser inferior a la intensidad máxima admisible del conductor.

$$I_B < I_Z$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- I_Z: intensidad máxima admisible del conductor (A).

El cálculo de la intensidad de diseño del circuito, teniendo en cuenta que se va a emplear un sistema trifásico, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L}$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- P: potencia del circuito (W).
- V_L: voltaje de la línea, 400 V.

Para calcular la intensidad máxima admisible del conductor se debe de tener en cuenta la sección del conductor, el tipo de aislamiento, las condiciones de instalación y los diferentes factores de corrección, concretamente los factores de corrección por agrupamiento y por temperatura.

$$I_Z = I_{adm} \cdot F_T \cdot F_A$$

Donde:

- I_Z: intensidad máxima admisible del conductor (A).
- I_{adm}: intensidad admisible en función del tipo de conductor, aislamiento, tipo de instalación y sección (A).
- F_T: factor de corrección en función de la temperatura.
- F_A: factor de corrección en función del agrupamiento de cables.

Intensidad admisible

En este proyecto se encuentran dos tipos de instalaciones disponibles:

- Conductores aislados o cables unipolares en tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. A pesar de que el Puente del V Centenario no es de madera, es método de instalación que más se asemeja. La referencia para utilizar en este caso es B1.
- Cables unipolares o multipolares en tubo un hueco de la construcción. La referencia para utilizar en este caso es B1, suponiendo que se emplea en el puente un hueco de construcción muy grande para albergar las diferentes instalaciones.

Teniendo en cuenta que ambas parten de la misma referencia, se han seleccionado cables con aislamiento XLPE/EPR, con tres conductores activos, de cobre o aluminio. Se asume una temperatura máxima del conductor de 90 °C, una temperatura ambiente de 30 °C en instalaciones aéreas y de 20 °C en instalaciones enterradas. Las intensidades

admisibles en función de la sección de los conductores se determinan a partir de la siguiente tabla.:

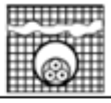
Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Tabla 20. Corrientes admisibles, en amperios. Fuente: Tabla B.52.5 UNE-HD_60364-5-52.

En la Tabla 20 se definen las corrientes máximas admisibles en función del tipo de montaje de la instalación y la sección del conductor.

Factor de corrección en función de la temperatura

Dado que la instalación se ubica en Sevilla, donde las temperaturas pueden superar los valores estándar, se adopta una temperatura ambiente de diseño de 40 °C. Según la UNE-HD 60364-5-52:2022, para conductores con aislamiento XLPE (90 °C) debe aplicarse un factor de corrección de 0,91 cuando la temperatura ambiente excede los 30 °C.

Temperatura ambiente [a] °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral [a]	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32
a Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.				

Tabla 21. Factor de corrección en función de la temperatura. Fuente: Tabla B.52.14 UNE-HD_60364-5-52.

En la Tabla 21 se definen el factor de corrección a tomar en función de la temperatura ambiente.

Factor de corrección en función del agrupamiento de cables

El agrupamiento de conductores produce aumentos en la temperatura que disminuyen la capacidad de estos. Al ser los circuitos que componen la instalación eléctrica trifásicos desequilibrados, se va a optar por un factor de reducción de agrupamiento de 0,65.

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares												Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F

Tabla 22. Factores de reducción para un circuito. Fuente: Tabla B.52.17 UNE-HD_60364-5-52.

En la Tabla 22 se definen el factor de agrupamiento a tomar en cada circuito.

Comprobación final

Finalmente, se va a comprobar que las distintas secciones de cable cumplen con el presente criterio:

Cuadro	Circuito	Potencia W	I_B A	Sección mm²	I_{adm}A	F_T	F_A	I_Z A
CM1	C1	2760	3,98	6	48	0,91	0,65	28,4
	C2	2760	3,98	6	48			28,4
	C3	2100	3,03	6	48			28,4
	C4	2100	3,03	6	48			28,4
	C5	700	1,01	6	48			28,4
	C6	400	0,57	4	37			21,9
CM2	C7	2760	3,98	6	48	0,91	0,65	28,4
	C8	2760	3,98	6	48			28,4
	C9	2100	3,03	6	48			28,4
	C10	2100	3,03	6	48			28,4
	C11	700	1,01	6	48			28,4
	C12	400	0,57	4	37			21,9

Tabla 23. Comprobación de que se cumple con el criterio de la intensidad máxima admisible. Fuente: propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 23, se cumple con el criterio de intensidad máxima admisible en los diferentes circuitos que componen la instalación.

4.1.2 Caída de tensión

Una vez verificada la intensidad máxima admisible de los conductores, el siguiente criterio a considerar es la caída de tensión. Esta hace referencia a la disminución de voltaje que se produce entre el origen y el extremo de la línea como consecuencia de la impedancia propia de los conductores. Según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), en instalaciones de alumbrado público la caída de tensión no debe exceder el 3 % del valor nominal de la tensión de alimentación.

Al ser los circuitos trifásicos y que se considera un factor de potencia de las cargas de 1, la expresión que se ha empleado para determinar la caída de tensión parcial en cada uno de los circuitos es la siguiente:

$$e = 100 \cdot \frac{\sum_i^n P_i + L_{0i}}{\sigma \cdot S \cdot {V_L}^2}$$

Donde:

- e: caída de tensión (%).
- P_i : potencia de cada una de las luminarias (W).
- L_{0i}: longitud desde el inicio del circuito hasta la luminaria "i" (m).
- σ: conductividad del cobre a 90ºC, 45,6 Ω·mm²/m.
- S: sección del conductor, (mm²).
- V_L: voltaje de línea, 400 V.

La caída de tensión en los diferentes circuitos:

Circuito 1

El circuito 1 está formado por dos ramas principales y debe ser capaz de alimentar una potencia total de 2760 W. La primera rama incluye cuatro luminarias de 180 W cada una, lo que representa una potencia conjunta de 720 W. La segunda rama, por su parte, está constituida por seis luminarias de 180 W y ocho de 120 W, alcanzando un total de 1680 W.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 del circuito 1:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	32,2	2040	65688
Punto 2	47,38	180	8528,4
Punto 3	77,38	180	13928,4
Punto 4	107,38	180	19328,4
Punto 5	137,38	180	24728,4
Caída de tensión	0,3%		

Tabla 24. Caída de tensión de la rama 1 del circuito 1. Fuente: propia.

En la Tabla 24 se determina que la caída de tensión de la rama 1 del circuito 1 es de 0,30 %.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 2 del circuito 1:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	32,2	720	23184
Punto 2	47,38	180	8528,4
Punto 3	77,38	180	13928,4
Punto 4	107,38	180	19328,4
Punto 5	137,38	180	24728,4
Punto 6	167,38	180	30128,4
Punto 7	183,38	180	33008,4
Punto 8	201,79	120	24214,8
Punto 9	225,79	120	27094,8
Punto 10	249,79	120	29974,8
Punto 11	273,79	120	32854,8
Punto 12	297,79	120	35734,8
Punto 13	321,79	120	38614,8
Punto 14	345,79	120	41494,8
Punto 15	369,79	120	44374,8
Caída de tensión	0,98%		

Tabla 25. Caída de tensión de la rama 2 del circuito 1. Fuente: propia.

En la Tabla 25 se determina que la caída de tensión de la rama 2 del circuito 1 es de 0,98 %. Esta al ser mayor a la de la rama 1, se toma como la caída de tensión máxima en el circuito 1.

Circuito 2

El circuito 2 está formado siguiendo el mismo esquema que el circuito 1, la única diferencia radica en que se encuentra más cerca del CM1.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 del circuito 2:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	2	2040	4080
Punto 2	18,18	180	3272,4
Punto 3	48,18	180	8672,4
Punto 4	78,18	180	14072,4
Punto 5	108,18	180	19472,4
Caída de tensión	0,11%		

Tabla 26. Caída de tensión de la rama 1 del circuito 2. Fuente: propia.

En la Tabla 26 se determina que la caída de tensión de la rama 1 del circuito 2 es de 0,11 %.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 2 del circuito 2:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	2	720	1440
Punto 2	16,82	180	3027,6
Punto 3	46,82	180	8427,6
Punto 4	76,82	180	13827,6
Punto 5	106,82	180	19227,6
Punto 6	136,82	180	24627,6
Punto 7	152,82	180	27507,6
Punto 8	171,23	120	20547,6
Punto 9	195,23	120	23427,6
Punto 10	219,23	120	26307,6
Punto 11	243,23	120	29187,6
Punto 12	267,23	120	32067,6
Punto 13	291,23	120	34947,6
Punto 14	315,23	120	37827,6
Punto 15	339,23	120	40707,6
Caída de tensión	0,78%		

Tabla 27. Caída de tensión de la rama 2 del circuito 2. Fuente: propia.

En la Tabla 27 se determina que la caída de tensión de la rama 2 del circuito 2 es de 0,78 %. Esta al ser mayor a la de la rama 1, se toma como la caída de tensión máxima en el circuito 2.

Circuito 3

El circuito 3 está formado por las luminarias ornamentales situadas en las bases de los diferentes tirantes del puente. Estas luminarias se distribuyen en dos ramales con la misma disposición y potencia (1050 W cada una de ellas).

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 y 2 en el circuito 3:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	32,2	1050	33810
Punto 2	38,7	50	1935
Punto 3	50,7	100	5070
Punto 4	62,7	100	6270
Punto 5	74,7	100	7470
Punto 6	86,7	100	8670
Punto 7	98,7	100	9870
Punto 8	110,7	100	11070
Punto 9	122,7	100	12270
Punto 10	134,7	100	13470

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 11	146,7	100	14670
Punto 12	158,7	100	15870
Caída de tensión	0,32%		

Tabla 28. Caída de tensión de las ramas 1 y 2 del circuito 3. Fuente: propia.

En la Tabla 28 se determina que la caída de tensión de las ramas 1 y 2 del circuito 3 es de 0,32 %.

Circuito 4

El circuito 4 está formado siguiendo el mismo esquema que el circuito 3, la única diferencia radica en que se encuentra más cerca del CM1.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 y 2 en el circuito 4:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	2	1050	2100
Punto 2	8,5	50	425
Punto 3	20,5	100	2050
Punto 4	32,5	100	3250
Punto 5	44,5	100	4450
Punto 6	56,5	100	5650
Punto 7	68,5	100	6850
Punto 8	80,5	100	8050
Punto 9	92,5	100	9250
Punto 10	104,5	100	10450
Punto 11	116,5	100	11650
Punto 12	128,5	100	12850
Caída de tensión	0,18%		

Tabla 29. Caída de tensión de las ramas 1 y 2 del circuito 4. Fuente: propia.

En la Tabla 29 se determina que la caída de tensión de las ramas 1 y 2 del circuito 4 es de 0,18 %.

Circuito 5

El circuito 5 está constituido por las luminarias ornamentales ubicadas en la parte superior de la pila 14. Este circuito alimenta un total de ocho luminarias, cuya potencia combinada asciende a 700 W.

El cálculo de la caída de tensión en el circuito 5:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	5	100	500
Punto 2	12,8	100	1280
Punto 3	13,6	50	680
Punto 4	14,4	100	1440
Punto 5	46,4	100	4640
Punto 6	47,2	50	2360
Punto 7	48	100	4800
Punto 8	55,8	100	5580
Caída de tensión	0,05%		

Tabla 30. Caída de tensión del circuito 5. Fuente: propia.

En la Tabla 30 se determina que la caída de tensión en el circuito 5 es de 0,05%.

Circuito 6

El circuito 6 está constituido por las luminarias ornamentales ubicadas en la parte inferior de la pila 14. Este circuito alimenta un total de seis luminarias, cuya potencia combinada asciende a 400 W.

El cálculo de la caída de tensión en el circuito 6:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	30	100	3000
Punto 2	39,5	50	1975
Punto 3	49,5	50	2475
Punto 4	131,5	50	6575
Punto 5	132,5	50	6625
Punto 6	142	100	14200
Caída de tensión	0,12%		

Tabla 31. Caída de tensión del circuito 6. Fuente: propia.

En la Tabla 31 se determina que la caída de tensión en el circuito 6 es de 0,12%.

Circuito 7

El circuito 7 está formado por dos ramas principales y debe ser capaz de alimentar una potencia total de 2760 W. La primera rama incluye cinco luminarias de 180 W cada una, lo que representa una potencia conjunta de 900 W. La segunda rama, por su parte, está constituida por cinco luminarias de 180 W y ocho de 120 W, alcanzando un total de 1860 W.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 del circuito 7:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	32,2	1860	59892
Punto 2	42,2	180	7596
Punto 3	72,2	180	12996
Punto 4	102,2	180	18396
Punto 5	132,2	180	23796
Punto 6	162,2	180	29196
Caída de tensión	0,35%		

Tabla 32. Caída de tensión de la rama 1 del circuito 7. Fuente: propia.

En la Tabla 32 se determina que la caída de tensión de la rama 1 del circuito 7 es de 0,35 %.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 2 del circuito 7:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	32,2	900	28980
Punto 2	52,2	180	9396
Punto 3	82,2	180	14796
Punto 4	112,2	180	20196
Punto 5	142,2	180	25596
Punto 6	172,2	180	30996
Punto 7	188,2	120	22584
Punto 8	206,61	120	24793,2
Punto 9	230,61	120	27673,2
Punto 10	254,61	120	30553,2
Punto 11	278,61	120	33433,2
Punto 12	302,61	120	36313,2
Punto 13	326,61	120	39193,2
Punto 14	350,61	120	42073,2
Caída de tensión	0,88%		

Tabla 33. Caída de tensión de la rama 2 del circuito 7. Fuente: propia.

En la Tabla 33 se determina que la caída de tensión de la rama 2 del circuito 7 es de 0,88 %. Esta al ser mayor a la de la rama 1, se toma como la caída de tensión máxima en el circuito 7.

Circuito 8

El circuito 8 está formado siguiendo el mismo esquema que el circuito 7, la única diferencia radica en que se encuentra más cerca del CM2.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 1 del circuito 8:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	2	1860	3720
Punto 2	12	180	2160
Punto 3	42	180	7560
Punto 4	72	180	12960
Punto 5	102	180	18360
Punto 6	132	180	23760
Caída de tensión	0,157%		

Tabla 34. Caída de tensión de la rama 1 del circuito 8. Fuente: propia.

En la Tabla 34 se determina que la caída de tensión de la rama 1 del circuito 8 es de 0,157 %.

El cálculo de la caída de tensión en la rama 2 del circuito 8:

Puntos de luz	Distancia (m)	Potencia (W)	Producto
Punto 1	2	900	1800
Punto 2	22	180	3960
Punto 3	52	180	9360
Punto 4	82	180	14760
Punto 5	112	180	20160
Punto 6	142	180	25560
Punto 7	158	120	18960
Punto 8	176,41	120	21169,2
Punto 9	200,41	120	24049,2
Punto 10	224,41	120	26929,2
Punto 11	248,41	120	29809,2
Punto 12	272,41	120	32689,2
Punto 13	296,41	120	35569,2
Punto 14	320,41	120	38449,2
Caída de tensión	0,69%		

Tabla 35. Caída de tensión de la rama 2 del circuito 8. Fuente: propia.

En la Tabla 35 se determina que la caída de tensión de la rama 2 del circuito 8 es de 0,69 %. Esta al ser mayor a la de la rama 1, se toma como la caída de tensión máxima en el circuito 8.

Circuito 9

Es igual al circuito 3 del CM1.

Circuito 10

Es igual al circuito 4 del CM1.

Circuito 11

Es igual al circuito 5 del CM1.

Circuito 12

Es igual al circuito 6 del CM1.

Resumen de las caídas de tensión en los circuitos

Cuadro	Circuito	Caída de tensión parcial %	Caída de tensión acumulada %
CM1	C1	0,98	-
	C2	0,78	1,76
	C3	0,32	2,08
	C4	0,18	2,26
	C5	0,05	2,31
	C6	0,12	2,43
CM2	C7	0,88	-
	C8	0,69	1,57
	C9	0,31	1,88
	C10	0,18	2,06
	C11	0,05	2,11
	C12	0,12	2,23

Tabla 36. Resumen de las caídas de tensión en los dos cuadros de mando. Fuente: propia.

En la Tabla 36 se determinan las caídas de tensión acumuladas en ambos cuadros de mandos de protección. Como se puede apreciar, ambos valores se encuentran por debajo del 3% establecido para las instalaciones de alumbrado, por lo que se cumple con la normativa vigente.

4.1.3 Corrientes de cortocircuito

Para asegurar que el cable no se vaya a quemar con un cortocircuito al final de la línea, se debe verificar que el tiempo que soporta el cable en cortocircuito es superior a 0,1 s para que las protecciones tengan tiempo de actuar. El tiempo se determina a través de la siguiente expresión:

$$t = \frac{C_C \cdot S^2}{I_{cc}}$$

Donde:

- t: tiempo (s).
- C_C: Constante que se da en las tablas de la normativa. Depende del tipo de conductor y su aislamiento.
- S: sección del conductor (mm^2).
- I_{cc}: intensidad de cortocircuito al final de la línea entre Fase – Neutro (A).

La intensidad de cortocircuito al final de la línea entre fase y neutro se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{0{,}8 \cdot V_L}{\sqrt{3} \cdot R}$$

Donde:

- I_{cc}: intensidad de cortocircuito al final de la línea entre Fase – Neutro (A).
- V_L: voltaje de línea (V).
- R: suma de resistencias entre la CGP y el punto de final de línea a 20ºC ohm.

Finalmente, se determina el valor de la resistencia para poder obtener la intensidad de cortocircuito al final de la línea y así despejar el tiempo de cortocircuito.

$$R = 2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

- R: suma de resistencias entre la CGP y el punto de final de línea a 20ºC ohm.
- ρ: resistividad del cobre a 20ºC, 0,0178 ohm· mm^2/m.
- L: longitud del conductor (m).
- S: sección del conductor (mm^2).

Una vez se han determinado las diferentes expresiones que determinan las variables a obtener, se procede a verificar que los tiempos que soportan los cables en cortocircuitos sean superiores a 0,1 s.

Cuadro	Circuito	Rama	Longitud (m)	Resistividad ohm· (mm^2/m)	Sección (mm^2)	Resistencia (ohm)	I_{cc} (A)	Tiempo (s)
CM1	C1	1	137,38	0,0178	6	0,82	225,73	6,24
		2	369,79		6	2,19	83,86	45,23
	C2	1	108,18		6	0,64	286,66	3,87
		2	339,23		6	2,01	91,42	38,06
	C3	1	158,7		6	0,94	195,41	8,33
		2	158,7		6	0,94	195,41	8,33
	C4	1	128,5		6	0,76	241,33	5,46
		2	128,5		6	0,76	241,33	5,46
	C5	1	55,8		6	0,33	555,76	1,03
	C6	1	142		4	1,26	145,59	6,67
CM2	C7	1	132,2		6	0,78	234,57	5,78
		2	350,61		6	2,08	88,45	40,66
	C8	1	102		6	0,61	304,03	3,44
		2	320,41		6	1,90	96,79	33,95
	C9	1	158,7		6	0,94	195,41	8,33
		2	158,7		6	0,94	195,41	8,33
	C10	1	128,5		6	0,76	241,33	5,46
		2	128,5		6	0,76	241,33	5,46
	C11	1	55,8		6	0,33	555,76	1,03
	C12	1	142		4	1,26	145,59	6,67

Tabla 37. Tiempo que soporta el cable durante el cortocircuito. Fuente: propia.

En la Tabla 37 se recoge la verificación del tiempo máximo de cortocircuito que puede soportar el conductor en caso de producirse un fallo hipotético. Tal y como se aprecia, el tiempo de resistencia térmica calculado para la sección seleccionada es

superior a 0,1 s, cumpliendo así con los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y la norma UNE-HD 60364-4-43. Esto garantiza que el conductor dispone de suficiente capacidad térmica para absorber la energía generada durante un cortocircuito sin que la temperatura de su aislamiento sobrepase el límite máximo admisible, evitando así posibles daños o degradación del material aislante.

4.1.4 Conclusión

Una vez verificada la idoneidad de los conductores seleccionados mediante los criterios de intensidad máxima admisible, caída de tensión y resistencia al cortocircuito, se concluye que las secciones de los conductores para los distintos circuitos son las siguientes:

Cuadro	Circuito	Conductor
CM1	C1	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C2	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C3	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C4	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C5	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C6	3 x 4 mm² Cu XLPE
CM2	C7	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C8	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C9	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C10	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C11	3 x 6 mm² Cu XLPE
	C12	3 x 4 mm² Cu XLPE

Tabla 38. Conductores escogidos. Fuente: propia.

En la Tabla 38 se indican los conductores que se han escogidos para los distintos circuitos que componen la totalidad de la instalación eléctrica.

4.2 Sección del neutro

La Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09 establece que para instalaciones subterráneas la sección del neutro debe ser como mínimo de 6 mm²,

mientras que para las aéreas de 4 mm². Por ello, la sección de los neutros escogidos para cada circuito son:

Cuadro	Circuito	Conductor
CM1	C1	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C2	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C3	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C4	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C5	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C6	1 x 4 mm² Cu XLPE
CM2	C7	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C8	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C9	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C10	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C11	1 x 6 mm² Cu XLPE
	C12	1 x 4 mm² Cu XLPE

Tabla 39. Sección de los neutros para cada circuito. Fuente: propia.

En la Tabla 39 se indican los conductores neutros que se han escogidos para los distintos circuitos que componen la totalidad de la instalación eléctrica.

4.3 Sección del conductor de tierra

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-18, la sección mínima del conductor de puesta a tierra debe ser de 16 mm². Esta dimensión se justifica porque la sección de los conductores de fase de la instalación es inferior a 16 mm². Además, el conductor de tierra cuenta con una adecuada protección frente a la corrosión y posibles daños mecánicos.

4.4 Dimensionado de la canalización

La Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-21 establece las características mínimas de los tubos en función del tipo de instalación. En esta instalación se tiene los siguientes tipos:

- Tubos en canalizaciones fijas en superficies: en los circuitos C6 y C12.

- Tubos en canalizaciones empotradas: en los demás circuitos.

En ambos casos, los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 41 y 42 se figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir para los circuitos en superficie o empotrados respectivamente.

En ambos casos se ha decidido utilizar cuatro conductores, dado que se trata de circuitos trifásicos desequilibrados y, por tanto, circula corriente el neutro, aunque su valor es muy reducido en comparación con las otras líneas.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

Tabla 41. Tubos en canalizaciones fijas en superficie. Fuente: ITC BT-21.

A partir de la Tabla 41, se establece que los circuitos C6 y C12 requieren de unas canalizaciones de diámetro 20 mm.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	–
150	50	63	75	–	–
185	50	75	–	–	–
240	63	75	–	–	–

Tabla 42. Tubos en canalizaciones empotradas. Fuente: ITC BT-21.

A partir de la Tabla 42, para el resto de los circuitos se determina la necesidad de canalizaciones con un diámetro de 25 mm.

Cuadro	Circuito	Canalización
CM1	C1	1 x 25 mm
	C2	1 x 25 mm
	C3	1 x 25 mm
	C4	1 x 25 mm
	C5	1 x 25 mm
	C6	1 x 20 mm
CM2	C7	1 x 25 mm
	C8	1 x 25 mm
	C9	1 x 25 mm
	C10	1 x 25 mm
	C11	1 x 25 mm
	C12	1 x 20 mm

Tabla 43. Diámetro de las canalizaciones para cada circuito. Fuente: propia.

En la Tabla 43 se recogen todos los diámetros de las canalizaciones requeridos para cada uno de los circuitos que componen la instalación eléctrica.

4.5 Cálculo de las protecciones

Las protecciones que se van a emplear en la instalación eléctrica y que se van a dimensionar en este Anexo son:

- Interruptor automático general.
- Dispositivo de protección frente a sobretensiones.
- Interruptores diferenciales.
- Magnetotérmicos.

4.5.1 Interruptor general automático

Como interruptor general automático (IGA) se ha seleccionado un dispositivo magnetotérmico, que integra en un solo equipo las funciones de protección contra

sobrecargas y cortocircuitos. Para su correcta elección es imprescindible verificar que cumple con las siguientes condiciones:

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuito.

Protección contra sobrecarga

Para que se cumpla esta condición, la intensidad del magnetotérmico debe estar entre los valores de la intensidad de diseño del circuito de la máxima admisible que es capaz de soportar el conductor.

$$I_B < I_N < I_Z$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- I_Z: intensidad asignada al dispositivo de protección (A).
- I_N: intensidad máxima admisible del conductor (A).

El cálculo de la intensidad de diseño para un circuito trifásico, al igual que en casos anteriores, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L}$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- P: potencia del circuito (W).
- V_L: voltaje de la línea, 400 V.

Una vez se ha explicado la condición de sobrecarga y se ha desarrollado los métodos de cálculos necesarios, se procede a verificar que el dispositivo escogido cumple.

Cuadro	Potencia W	I_B (A)	Sección (mm²)	I_Z (A)	I_N (A)
CM1	10820	15,62	6	28,392	20
CM2	10820	15,62	6	28,392	20

Tabla 44. Verificación de la condición de sobrecarga. Fuente: propia.

En la Tabla 44 se establece que los magnetotérmicos escogidos como interruptores generales automáticos para ambos cuadros de mando, cumplen con la condición de protección frente a sobrecargas.

Protección contra cortocircuitos

En este caso al no conocer la distancia de la derivación hacia ambos cuadros de mando y protección es imposible verificar esta condición. Se va a suponer que se cumple perfectamente.

4.5.2 Dispositivo de protección frente a sobretensiones

Para la elección del dispositivo frente a sobretensiones no se requiere de ningún cálculo

4.5.3 Interruptores diferenciales

El dimensionamiento de los interruptores diferenciales para cada circuito se ha realizado comprobando que la intensidad nominal del dispositivo es superior a la corriente de diseño del circuito y que la corriente de fuga estimada no excede el 50 % de la sensibilidad nominal del diferencial, garantizando así su correcto funcionamiento sin disparos intempestivos.

Se verifica la primera condición mencionada:

$$I_B < I_N$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- I_N: intensidad nominal del dispositivo de protección (A).

Cuadro	Circuito	Potencia (W)	I_B (A)	I_N (A)
CM1	C1	2760	3,98	25
	C2	2760	3,98	25
	C3	2100	3,03	25
	C4	2100	3,03	25
	C5	700	1,01	25
	C6	400	0,58	25
CM2	C7	2760	3,98	25
	C8	2760	3,98	25
	C9	2100	3,03	25
	C10	2100	3,03	25
	C11	700	1,01	25
	C12	400	0,58	25

Tabla 45. Verificación de la primera condición. Fuente: propia.

En la Tabla 45 se establece que los interruptores diferenciales escogidos cumplen con la condición.

Se verifica la segunda condición mencionada:

$$I_{\Delta f} \leq 0{,}5\, I_{\Delta n}$$

Donde:

- $I_{\Delta f}$: intensidad de la corriente de fuga (A), se estima un 0,5% de la corriente de circuito.
- $I_{\Delta n}$: selectividad nominal del diferencial, 0,03 A.
-

Cuadro	Circuito	Potencia (W)	I_B (A)	$I_{\Delta f}$ (A)	$I_{\Delta n}$ (A)
CM1	C1	2760	3,98	0,02	0,03
	C2	2760	3,98	0,02	0,03
	C3	2100	3,03	0,015	0,03
	C4	2100	3,03	0,015	0,03
	C5	700	1,01	0,005	0,03
	C6	400	0,58	0,003	0,03

Cuadro	Circuito	Potencia (W)	I_B (A)	$I_{\Delta f}$ (A)	$I_{\Delta n}$ (A)
CM2	C7	2760	3,98	0,02	0,03
	C8	2760	3,98	0,02	0,03
	C9	2100	3,03	0,015	0,03
	C10	2100	3,03	0,015	0,03
	C11	700	1,01	0,005	0,03
	C12	400	0,58	0,003	0,03

Tabla 46. Verificación de la segunda condición. Fuente: propia.

En la Tabla 46 se comprueba que los interruptores diferenciales seleccionados cumplen con la segunda condición de diseño, lo que permite concluir que el dimensionamiento efectuado es adecuado y garantiza la protección diferencial exigida por la normativa vigente.

4.5.4 Magnetotérmicos

Como dispositivos de protección de cada uno de los circuitos se van a disponer de magnetotérmicos. Estos, al igual que el interruptor general automático (IGA), deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuito.

Protección contra sobrecarga

Para que se cumpla esta condición, la intensidad del magnetotérmico debe estar entre los valores de la intensidad de diseño del circuito de la máxima admisible que es capaz de soportar el conductor.

$$I_B < I_N < I_Z$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- I_N: intensidad nominal del dispositivo de protección (A).
- I_Z: intensidad máxima admisible del conductor (A).

El cálculo de la intensidad de diseño para un circuito trifásico, al igual que en casos anteriores, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L}$$

Donde:

- I_B: intensidad de diseño (A).
- P: potencia del circuito (W).
- V_L: voltaje de la línea, 400 V.

Una vez se ha explicado la condición de sobrecarga y se ha desarrollado los métodos de cálculos necesarios, se procede a verificar que el dispositivo escogido cumple.

Cuadro	Circuito	Potencia (W)	I_B (A)	I_Z (A)	I_N (A)
CM1	C1	2760	3,98	28,392	10
	C2	2760	3,98	28,392	10
	C3	2100	3,03	28,392	10
	C4	2100	3,03	28,392	10
	C5	700	1,01	28,392	10
	C6	400	0,58	21,89	10
CM2	C7	2760	3,98	28,392	10
	C8	2760	3,98	28,392	10
	C9	2100	3,03	28,392	10
	C10	2100	3,03	28,392	10
	C11	700	1,01	28,392	10
	C12	400	0,58	21,89	10

Tabla 47. Verificación de la condición de sobrecarga. Fuente: propia.

En la Tabla 47 se establece que los magnetotérmicos escogidos cumplen con la condición de protección frente a sobrecargas.

Protección contra cortocircuitos

Para verificar la protección de los dispositivos contra los cortocircuitos debe cumplir con tres condiciones distintas:

- La intensidad de cortocircuito aguas arriba debe ser inferior al poder de corte del dispositivo. En este caso al no disponer de información de esa parte de circuito se va a suponer que se cumple.
- La intensidad de cortocircuito aguas abajo debe ser superior al producto de la intensidad nominal del magnetotérmico escogido y el valor diez.
- La energía específica del conductor debe ser superior a la energía específica del magnetotérmico escogido.

La intensidad de cortocircuito al final de la línea entre fase y neutro se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{V_L}{\sqrt{3} \cdot R}$$

Donde:

- I_{cc}: intensidad de cortocircuito al final de la línea entre Fase – Neutro (A).
- V_L: voltaje de línea (V).
- R: suma de resistencias del conductor y neutro (ohm).

Finalmente, se determina el valor de la resistencia para poder obtener la intensidad de cortocircuito al final de la línea y así despejar el tiempo de cortocircuito.

$$R = 2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

- R: suma de resistencias entre la CGP y el punto de final de línea a 20ºC ohm.
- ρ: resistividad del cobre a 20ºC ohm· mm^2/m.
- L: longitud del conductor m, en los circuitos con varias ramas se va a escoger aquella que presente mayor longitud.
- S: sección del conductor (mm^2).

Cuadro	Circuito	Longitud (m)	Resistividad ohm·(mm^2/m)	Sección (mm^2)	Resistencia (ohm)	I_{cc} (A)	$10I_N$ (A)
CM1	C1	639,79	0,0178	6	2,19	105	100
	C2	339,23		6	2,012	114,73	100
	C3	158,70		6	0,94	245,26	100
	C4	128,50		6	0,76	302,90	100
	C5	55,80		6	0,33	697,54	100
	C6	142,00		4	1,26	182,73	100
CM2	C7	350,61		6	2,08	111,01	100
	C8	320,41		6	1,90	121,48	100
	C9	158,70		6	0,94	245,26	100
	C10	128,50		6	0,76	302,90	100
	C11	55,80		6	0,33	697,54	100
	C12	142,00		4	1,26	182,73	100

Tabla 48. Verificación de la primera condición de cortocircuito. Fuente: propia.

En la Tabla 48 se verifica que las corrientes de cortocircuito en el extremo de cada circuito son superiores a diez veces la intensidad nominal de los magnetotérmicos correspondientes, cumpliendo así con el criterio de actuación rápida frente a cortocircuitos establecido por la normativa.

Finalmente, es necesario verificar que los magnetotérmicos seleccionados cumplen con el requisito relativo a la energía específica, garantizando su capacidad de interrumpir las corrientes de cortocircuito sin superar los límites térmicos admisibles para los conductores protegidos. Para ello debe cumplir con la siguiente expresión:

$$K^2 \cdot S^2 > E$$

Donde:

- K: constante, 143 A·$\sqrt{s}$/mm para conductor de cobre con recubrimiento en XLPE.
- S: sección del conductor (mm^2).
- E: energía específica del magnetotérmico, 150000 A^2s.

Cuadro	Circuito	K (A· $\sqrt{s}$/mm)	Sección (mm^2)	Energía específica conductor (A^2s)	E (A^2s)
CM1	C1	143	6	736164	150000
	C2		6	736164	
	C3		6	736164	
	C4		6	736164	
	C5		6	736164	
	C6		4	327184	
CM2	C7		6	736164	
	C8		6	736164	
	C9		6	736164	
	C10		6	736164	
	C11		6	736164	
	C12		4	327184	

Tabla 49. Verificación de la segunda condición de cortocircuito. Fuente: propia.

En la Tabla 49 se verifica que la energía específica de los conductores es superior a la de los magnetotérmicos seleccionados. De este modo, se garantiza que, en caso de cortocircuito, los dispositivos de protección actúan de forma rápida y eficaz sin que se excedan los límites térmicos admisibles para los conductores, cumpliendo así con lo establecido en la ITC-BT-22 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

Se concluye que los magnetotérmicos escogidos para proteger cada uno de los circuitos son aptos, al cumplir con los criterios de intensidad máxima admisible, capacidad de interrupción frente a cortocircuitos y energía específica, garantizando así la seguridad y fiabilidad de la instalación.

5. Cálculo de puesta a tierra

Para el cálculo de la toma de tierra necesaria, es preciso definir previamente la tensión máxima de contacto admisible, la sensibilidad del interruptor diferencial seleccionado, la resistividad del terreno, así como las características físicas de los electrodos de puesta a tierra, concretamente la longitud y el diámetro de las picas a emplear.

- V_c: la tensión de contacto establecida para la instalación de alumbrado según la ITC-BT-09 es de 24 V.
- $I_{\Delta n}$: la sensibilidad de los interruptores diferenciales empleados en la instalación, 0,03 A.
- Se van a emplear electrodos de cobre con forma de pica o jabalina y con una longitud de 2 m y un diámetro de 0,016 m.
- La resistividad del terreno se determina en función de su propia composición. En este caso al encontrarnos en el entorno del río Guadalquivir se va a optar por un valor conservador de 100 ohm m ya que se ajusta a los rangos indicados en el REBT (ITC-BT-18, Anexo A) para suelos arenosos o de relleno (100–1000 Ω·m) y se selecciona como medida conservadora en ausencia de datos geotécnicos específicos.

Una vez se han definido los diferentes parámetros requeridos, se procede a calcular la cantidad de picas necesarias, con las características establecidas, para garantizar que la resistencia de la toma de tierra resultante sea inferior al valor máximo permitido por la normativa vigente (30 ohm), asegurando así la protección de las personas frente a contactos indirectos y el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección diferencial.

Se comienza con el cálculo de la resistencia de tierra máxima, para ello se requiere de la tensión de contacto máxima y la sensibilidad del diferencial.

$$R = \frac{V_c}{I_{\Delta n}}$$

Donde:

- R: resistencia de tierra máxima (ohm).
- V_c: la tensión de contacto establecida para la instalación de alumbrado según la ITC-BT-09 es de 24 V.
- $I_{\Delta n}$: la sensibilidad de los interruptores diferenciales empleados en la instalación, 0,03 A.

Se obtiene una resistencia de tierra máxima de 800 ohm. A partir de este valor, se calcula la longitud necesaria para finalmente determinar el número de picas necesarias.

$$L = \frac{R_t}{R}$$

Donde:

- R: resistencia de tierra máxima, 800 ohm.
- R_t: resistividad del terreno, 100 ohm m.
- L: longitud requerida (m).

El cálculo realizado arroja una longitud requerida de pica de 0,125 m, lo que implica que una única pica de 2 m de longitud resulta suficiente para garantizar la puesta a tierra de la instalación. No obstante, para confirmar la validez de esta solución, es necesario verificar que la resistencia de la pica sea inferior al valor límite de 30 ohm, asegurando así la eficacia de la protección frente a contactos indirectos. La resistencia de una pica vertical puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$R_p = \frac{R_t}{2\pi L} \cdot \ln\left(\frac{4L}{d}\right) - 1$$

Donde:

- R_t: resistividad del terreno, 100 ohm m.
- R_p: resistencia de la pica (ohm).
- L: longitud pica, 2 m.
- d: diámetro de la pica, 0,016 m.

El cálculo determina una resistencia de la pica de 41,50 ohm, valor superior a los 30 ohm establecidos en la normativa. Para cumplir con dicho requisito, se propone duplicar el número de picas, instalando dos electrodos verticales separados entre sí a una distancia de 2 m. De esta manera se consigue reducir la resistencia total de cada una de las picas a 20,75 ohm.

6. Conclusión

En conclusión, los cálculos realizados confirman que la instalación eléctrica escogida para este proyecto cumple con la normativa vigente, asegurando el correcto dimensionado de conductores, dispositivos de protección y puesta a tierra. Por tanto, se garantiza la seguridad y fiabilidad del sistema proyectado.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

ANEXO IV:

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

Autor: D. Daniel Laarbi González

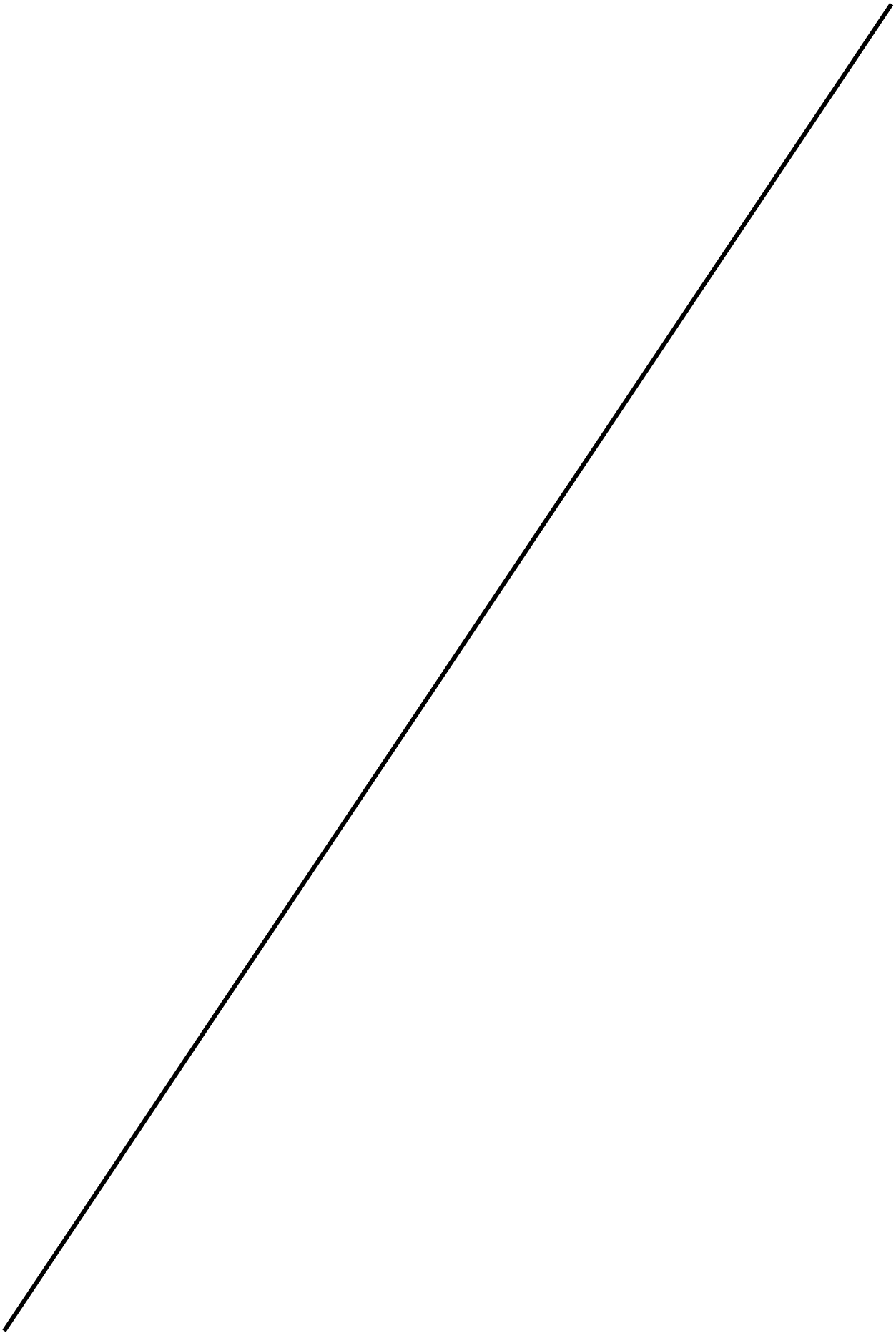
Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación 1

3. Conclusión 5



1. Objeto

El objeto del presente anexo es analizar la eficiencia energética de la instalación de iluminación vial proyectada, evaluando el cumplimiento de los requisitos normativos establecidos en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior. Se pretende verificar que el sistema de alumbrado diseñado garantiza un uso racional de la energía, manteniendo los niveles de iluminación adecuados para la seguridad vial.

2. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación

La eficiencia de una instalación de alumbrado exterior según la ITC-EA-01 se determina 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:

$$\varepsilon = \frac{\mathrm{S} \cdot \mathrm{E}_m}{\mathrm{P}}$$

Donde:

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

Tramo	**S (m^2)**	**P (W)**	**$\mathbf{E}_m$ (lux)**	**ε (m^2 lux/W)**
Inicio actuación -Pila 12	3571,2	1920	41,2	76,63
Pila 12 – Pila 17	16949,44	6840	33	81,53
Pila 17 - Fin actuación	3571,2	1920	41,2	76,63

Tabla 50. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior. Fuente: propia.

En la Tabla 50, se obtiene la eficiencia energética de cada tramo de la instalación. La superficie total se obtiene a partir del producto entre la anchura de las calzadas y la longitud. La potencia de las luminarias, por su parte, basta con multiplicar el número de luminarias instaladas en cada tramo por la potencia unitaria indicada en la ficha técnica.

Finalmente, el Dialux EVO, a partir de la realización de las simulaciones, determina el valor de la iluminancia media en servicio.

Iluminancia media en servicio	**Eficiencia energética mínima**	**Potencia unitaria máxima**
E_m (lux)	**ε (m^2 lux/W)**	**Pu (W/m^2)**
≥ 30	36	0,83
25	35	0,71
20	34	0,59
15	33	0,45
10	31	0,32
≤ 7,5	29	0,26

Tabla 51. Requisitos mínimos de eficiencia energética (Ɛ), y máximos de potencia unitaria (Pu) en instalaciones de alumbrado vial funcional. Fuente: ITC EA-01.

En la Tabla 51 se establecen los requisitos mínimos de eficiencia energética y los máximos de potencia unitaria en las instalaciones de alumbrado vial funcional. Al presentar una iluminancia media los distintos tramos superiores a 30 lux, Tabla 50, la eficiencia energética de referencia debe superar 68 lux (Tabla 53), manteniendo una potencia unitaria máxima de 0,83 W/m^2. Como se observa en la Tabla 50, la eficiencia energética es superior a la mínima por lo que se cumple con la normativa. Ahora se va a realizar lo propio con la potencia máxima unitaria:

Tramo	**S (m^2)**	**P (W)**	**P_u (W/m^2)**
Inicio actuación -Pila 12	3571,2	1920	0,54
Pila 12 – Pila 17	16949,44	6840	0,40
Pila 17 - Fin actuación	3571,2	1920	0,54

Tabla 52. Cálculo de la potencia unitaria. Fuente: Propia.

En la Tabla 52 se observa que la potencia unitaria calculada es inferior a la máxima potencia unitaria establecida por la ITC EA-01 (0,83), por lo que se cumple también este requisito.

Una vez se ha determinado la eficiencia energética de la instalación, se procede a calcular el índice de eficiencia energética para poder realizar la calificación de la instalación. Esta variable se obtiene a partir del cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de la eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Donde:

- ε: eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m^2 lux/W).
- ε_R: eficiencia energética de referencia (m^2 lux/W).
- I_ε: índice de eficiencia energética.

Iluminancia media en servicio	**Eficiencia energética de referencia**	**Potencia unitaria máxima**
E_m (lux)	**ε_R (m^2 lux/W)**	**Pu (W/m^2)**
≥ 30	68	0,83
25	60	0,71
20	52	0,59
15	44	0,45
10	36	0,32
≤ 7,5	28	0,26

Tabla 53. Valores de eficiencia energética de referencia (ε_R) en instalaciones de alumbrado vial funcional. Fuente: ITC EA-01.

Los índices de eficiencia energética son:

Tramo	**ε (m^2 lux/W)**	**ε_R (m^2 lux/W)**	I_ε
Inicio actuación -Pila 12	76,63	68	1,13
Pila 12 – Pila 17	81,53	68	1,19
Pila 17 - Fin actuación	76,63	68	1,13

Tabla 54. Cálculo de los índices de eficiencia energética. Fuente: propia.

Finalmente, se determina la calificación energética en función del índice de eficiencia energética, Tabla 54. Para ello se va a expresar mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía para el mismo flujo luminoso y tiempo de uso) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía para el mismo nivel de flujo luminoso y tiempo de uso).

Calificación Energética	Índice de eficiencia energética
A	$I_\varepsilon > 1{,}1$
B	$1{,}1 \geq I_\varepsilon > 0{,}92$
C	$0{,}92 \geq I_\varepsilon > 0{,}74$
D	$0{,}74 \geq I_\varepsilon > 0{,}56$
E	$0{,}56 \geq I_\varepsilon > 0{,}38$
F	$0{,}38 \geq I_\varepsilon > 0{,}20$
G	$I_\varepsilon \leq 0{,}38$

Tabla 55. Calificación energética de una instalación de alumbrado. Fuente: ITC EA-01.

La calificación ambiental según la Tabla 55, extraída de la ITC EA-01, es de:

Tramo	Calificación Energética
Inicio actuación -Pila 12	A
Pila 12 – Pila 17	A
Pila 17 - Fin actuación	A

Tabla 56. Cálculo de la calificación ambiental. Fuente: Propia.

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

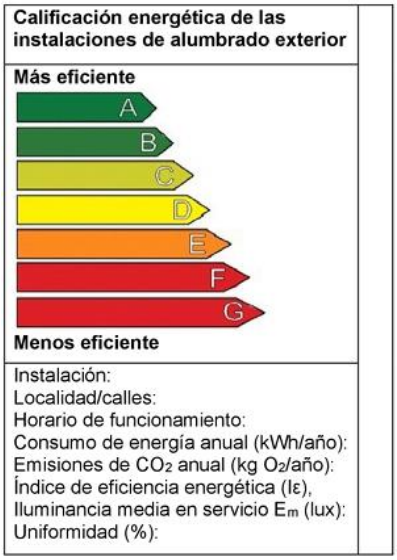


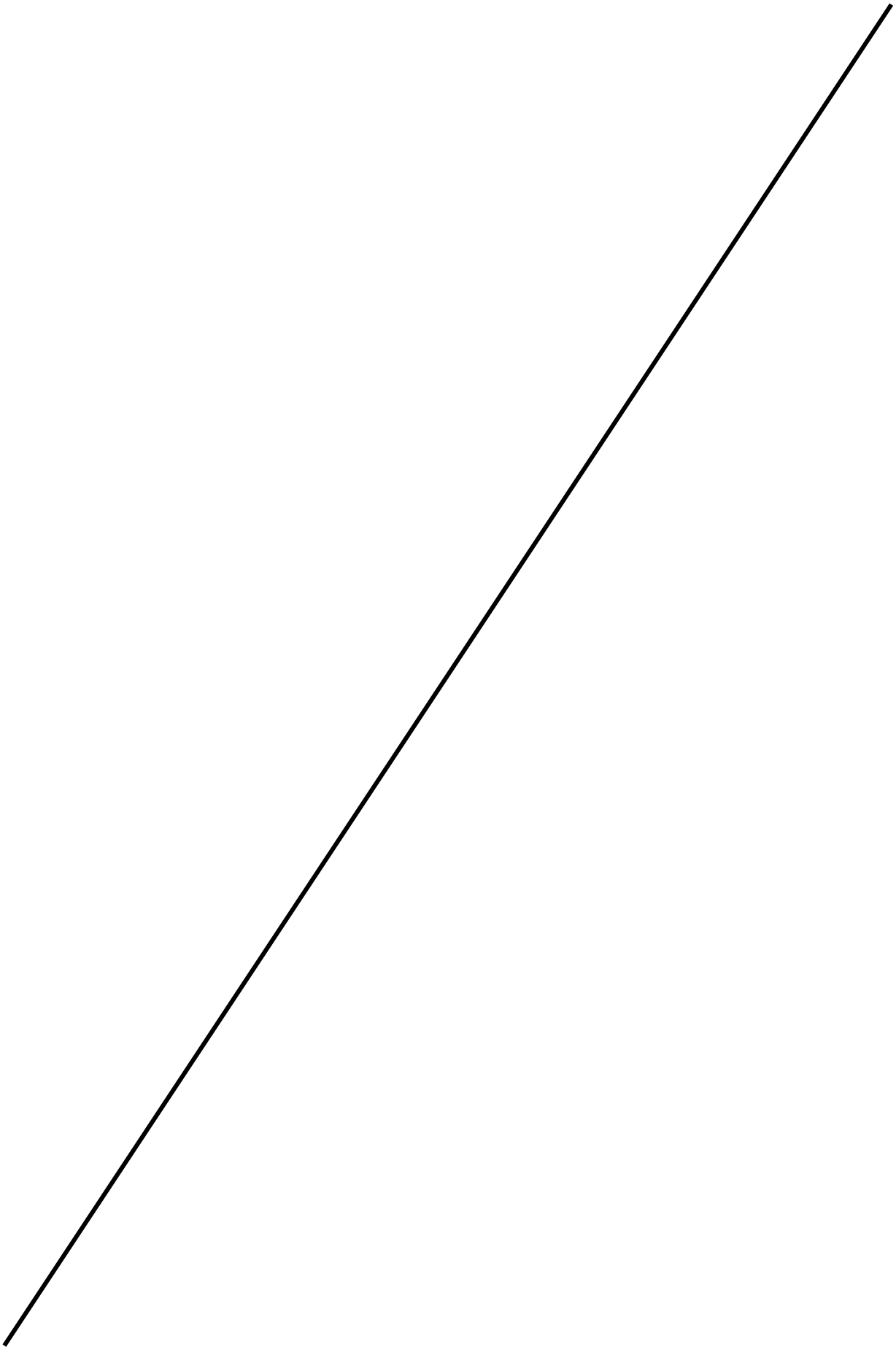
Figura 4. Etiqueta que mide el consumo energético.

3. Conclusión

Una vez realizado el análisis se concluye que la instalación de iluminación vial proyectada cumple con los requisitos de eficiencia energética establecidos en la normativa vigente con una calificación de A, siendo esta la más alta.

En Sevilla a 5 de septiembre 2025.

El ingeniero autor D. Daniel Laarbi González.



ANEXO V:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

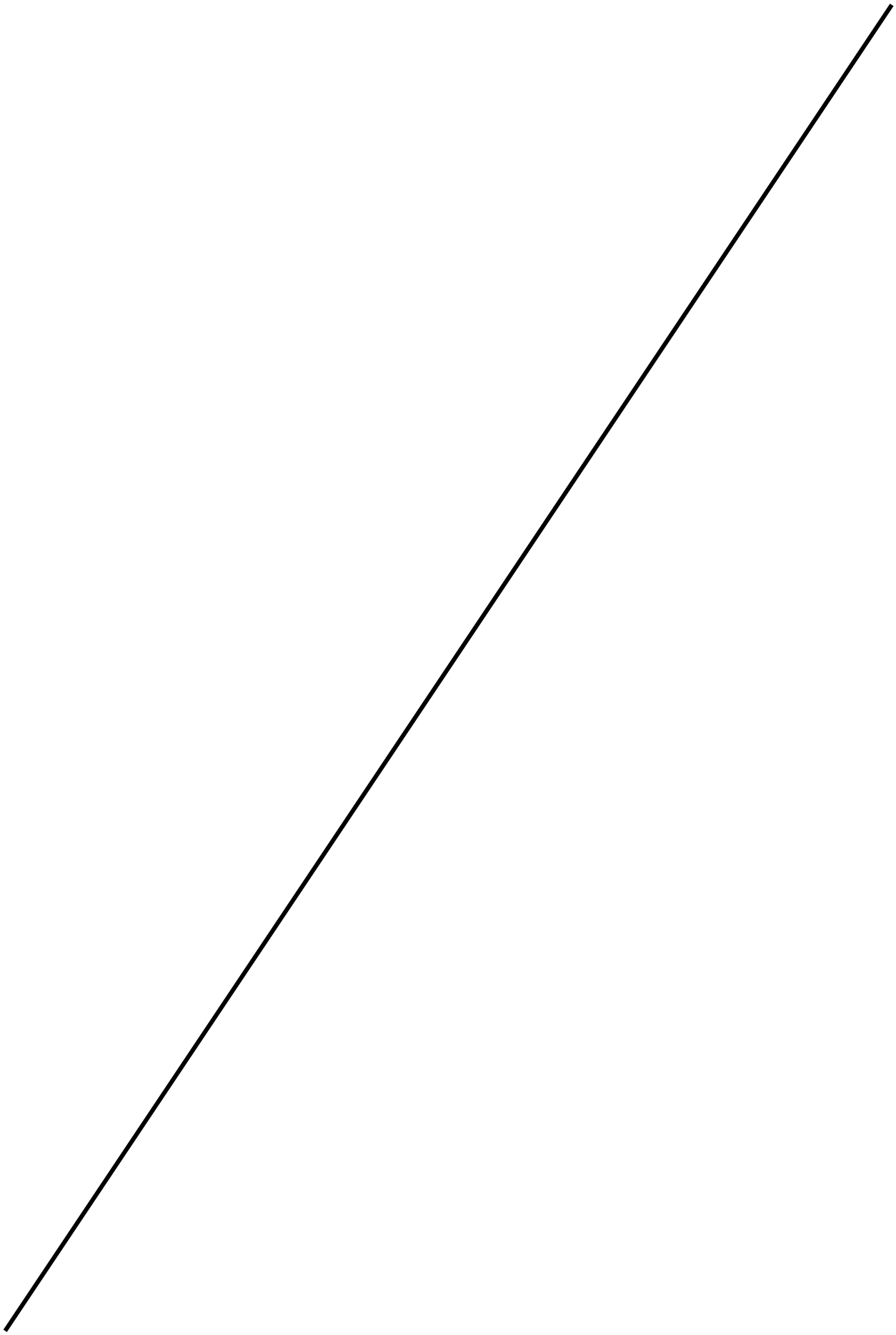
ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Situación inicial 1

3. Estudio energético y económico 1

4. Conclusión 6



1. Objeto

El objeto de este Anexo es la evaluación, mediante un estudio económico y energético, de la viabilidad de un posible reemplazo de las luminarias de vapor de mercurio, establecidas tanto en el tramo anterior como en el posterior de la ampliación del tablero (tramo existente), por luminaria con tecnología LED. De este modo, se busca mejorar la eficiencia energética y la reducción de costes de mantenimiento y funcionamiento.

2. Situación inicial

La instalación de alumbrado vial, en ambos tramos, consta de un número de 56 luminarias de vapor de mercurio con una potencia de 250 W instaladas en báculos de 9 metros manteniendo una la disposición bilateral pareada. Este tipo de luminarias se caracterizan por presentar una serie de desventajas en términos de eficiencia energética y calidad lumínica, entre ellas destacan:

- Baja eficiencia energética en comparación con otras tecnologías de iluminación.
- Consumo elevado: la menor eficiencia de esta tecnología provoca el aumento de consumo en energía para producir la misma cantidad de luz.
- Reducción progresiva del flujo luminoso: a medida que las luminarias envejecen, se produce una disminución significativa en su capacidad de emitir luz.
- Impacto ambiental y restricción: esta tecnología contiene mercurio, siendo este un metal pesado altamente contaminante. Debido a su impacto ambiental y a su baja eficiencia, la Unión Europea ha ido restringiendo progresivamente su uso en alumbrado público.

3. Estudio energético y económico

La instalación LED diseñada para sustituir la anterior de vapor de mercurio se caracteriza por requerir de 32 luminarias, reduciendo el número total en 30 unidades, modelo Vulcan-120-C-A12419 de 120 W, reduciéndose la potencia 130 W por unidad.

Una vez que se han dispuesto las diferentes opciones del alumbrado vial, se procede a desarrollar el procedimiento para llevar a cabo el análisis económico y energético. Este análisis tendrá un enfoque conservador debido a la falta de datos sobre la instalación de vapor de mercurio.

En primer lugar, se va a calcular el coste anual del uso de ambas instalaciones. Para ello, es necesario contar con el número total de luminarias, la potencia por unidad, el consumo anual en kilovatios hora y el precio medio del kWh en España.

	Vapor de mercurio	**LED**
Número total	62	32
Potencia	250	120
Horas uso por día	10	10
kWh/día	155	38,4
kWh/año	56575	14016
precio medio €/kWh	0,135	0,135
Coste al año de la instalación €	7637,625	1892,16

Tabla 57. Coste al año por el uso de la instalación. Fuente: propia.

La Tabla 57 contiene la comparación del coste anual de la instalación de alumbrado exterior empleando ambas tecnologías, destacando que el análisis es conservador debido a la falta de datos de las luminarias de vapor de mercurio. En primer lugar, se considera que la instalación se encuentra operativa durante 10 horas diarias, resultando en un consumo diario de 140 kWh para vapor de mercurio y tan solo 33,6 kWh para LED. Al extrapolar este consumo al año, las luminarias de vapor de mercurio alcanzan un total de 56575 kWh/año frente a los 14016 kWh/año de las LED. Utilizando un precio promedio conservador del kWh eléctrico de 0,135 € se calcula el coste anual de la instalación: 7637,63 € para vapor de mercurio y únicamente 1892,16 € para LED. A partir de esta comparación, se confirma que la tecnología LED es significativamente más eficiente y económica que el vapor de mercurio.

Al coste energético de la instalación LED, estimado en la Tabla 57, se debe sumar el coste del suministro e instalación de las luminarias, dado que, a diferencia de las luminarias de vapor de mercurio, estas aún no están instaladas.

	Suministro e instalación de luminaria LED			
h	0,125	Alquiler diario de cesta elevadora	123,7	15,4625
h	1	Oficial 1ª electricista.	18,52	18,52
h	1	Ayudante electricista	17,17	17,17
ud	1	Luminarias	181	181
			Coste por unidad (€)	232,15
			Coste total (€)	7428,88

Tabla 58. Coste de la instalación LED. Fuente: propia.

En la Tabla 58 se define el coste de suministro e instalación de cada luminaria LED instalada. Se compone del alquiler de una cesta elevadora (15,4625 €), necesaria para la instalación en altura, la mano de obra de un oficial electricista de primera (18,52 €) y un ayudante electricista (17,17 €) y el coste de cada luminaria LED (181 €), resultando en un coste por unidad de 232,15 €. Teniendo en cuenta que hay un total de 32 luminarias, el precio total del suministro e instalación es de 7428,88 €.

Por otra parte, además de considerar el coste de implantación de la nueva instalación, se calcula también el coste de desmontaje de la instalación existente, concretamente el desmontaje de las columnas (Tabla 59) y luminarias de vapor de mercurio (Tabla 60).

	Desmontaje de las columnas			
h	0,15	Grúa elevadora	200	30,00
h	0,8	Oficial 1ª estructurista	18,8	15,04
h	0,8	Ayudante estructurista	17,96	14,37
h	0,15	Oficial 1ª electricista.	18,52	2,78
h	0,15	Ayudante electricista	15,46	2,32
			Coste por unidad (€)	64,51
			Coste total (€)	1935,15

Tabla 59. Coste del desmontaje de las columnas. Fuente: propia.

	Desmontaje de las bombillas de vapor de mercurio			
h	0,125	Alquiler diario de cesta elevadora	123,7	15,4625
h	0,5	Oficial 1ª electricista.	18,52	9,26
h	0,5	Ayudante electricista	17,17	8,585
			Coste por unidad (€)	33,31
			Coste total (€)	999,23

Tabla 60. Coste del desmontaje de las bombillas de vapor de mercurio. Fuente: propia.

Paralelamente, se calcula el número de reemplazos de luminarias de vapor de mercurio necesarios a lo largo de la vida útil de una luminaria LED. De este modo, se estima el coste total de mantenimiento y se obtiene un resultado más preciso en términos económicos.

	Vapor de mercurio	**LED**
Vida útil (h)	10000	100000
Horas al año	3650	3650
Años de duración	2,74	27,40
Años de duración aproximado	3	27
Número de cambio de luminarias de vapor de mercurio	9	

Tabla 61. Número de cambios de bombilla de vapor de mercurio. Fuente: propia.

En la Tabla 61 se muestra el número de reemplazos de las luminarias de vapor de mercurio a lo largo de la vida útil de las luminarias LED. Esto se calcula considerando una luminaria con características técnicas similares a la instalada, dado que se desconoce el modelo exacto. A partir de las horas de vida útil de cada opción y las horas de funcionamiento anuales, se determina inicialmente que la vida útil de la luminaria LED es de 27 años, mientras que la luminaria de vapor de mercurio tiene una vida útil aproximada de 3 años, lo que implica que se requieren nueve reemplazos de luminarias de vapor de mercurio por cada luminaria LED.

	Coste cambio de bombilla de vapor mercurio			
h	0,125	Alquiler diario de cesta elevadora	123,7	15,4625
h	1	Oficial 1ª electricista.	18,52	18,52
ud	1	Luminarias (sin IVA)	20,09	20,09
			Coste ud (€)	54,07
			Coste total (€)	3352,48

Tabla 62. Coste cambio de luminaria de vapor mercurio. Fuente: Propia.

En la Tabla 62 se define el coste del cambio suministro de cada luminaria de vapor de mercurio. Se compone del alquiler de una cesta elevadora (15,4625 €), la mano de obra de un oficial electricista (18,52 €) y el coste de cada luminaria (20,09 €), resultando en un coste por unidad de 54,07 €. Teniendo en cuenta que hay un total de 56 luminarias, el precio total del cambio en toda la instalación es de 3352,48 €. Para simplificar la inclusión

de este coste, se ha optado por repartirlo entre los diferentes cambios que habría que hacerse en los 27 años de vida útil de la instalación LED.

Finalmente, se resumen todos los costes relacionados en ambas instalaciones en la Tabla 63.

Años	Coste vapor de mercurio (€)	Coste LED (€)	Beneficio (€)	Beneficio acumulado (€)
0	0	10363,26	-10363,255	-10363,255
1	8755,117133	1892,16	6862,96	-3500,30
2	8755,117133	1892,16	6862,96	3362,66
3	8755,117133	1892,16	6862,96	10225,62
4	8755,117133	1892,16	6862,96	17088,57
5	8755,117133	1892,16	6862,96	23951,53
6	8755,117133	1892,16	6862,96	30814,49
7	8755,117133	1892,16	6862,96	37677,44
8	8755,117133	1892,16	6862,96	44540,40
9	8755,117133	1892,16	6862,96	51403,36
10	8755,117133	1892,16	6862,96	58266,32
11	8755,117133	1892,16	6862,96	65129,27
12	8755,117133	1892,16	6862,96	71992,23
13	8755,117133	1892,16	6862,96	78855,19
14	8755,117133	1892,16	6862,96	85718,14
15	8755,117133	1892,16	6862,96	92581,10
16	8755,117133	1892,16	6862,96	99444,06
17	8755,117133	1892,16	6862,96	106307,02
18	8755,117133	1892,16	6862,96	113169,97
19	8755,117133	1892,16	6862,96	120032,93
20	8755,117133	1892,16	6862,96	126895,89
21	8755,117133	1892,16	6862,96	133758,84
22	8755,117133	1892,16	6862,96	140621,80
23	8755,117133	1892,16	6862,96	147484,76
24	8755,117133	1892,16	6862,96	154347,72
25	8755,117133	1892,16	6862,96	161210,67
26	8755,117133	1892,16	6862,96	168073,63
27	8755,117133	1892,16	6862,96	174936,59
		Beneficio total (€)	174936,59	

Tabla 63. Coste cambio de bombilla de vapor mercurio. Fuente: Propia.

Como se puede observar en la Tabla 63, la inversión inicial necesaria para la tecnología LED es de 10363,26 €. A partir del primer año, se destaca que el costo anual del vapor de mercurio (8755,12 €), incluyendo el mantenimiento previamente detallado, es

considerablemente más alto que el del LED (1892,16 €). Esto genera un ahorro anual de 6862,96 € con la opción LED, y al cabo de 27 años, el beneficio acumulado alcanza los 174936,59 €.

En la Figura 5 se observa el crecimiento del beneficio acumulado a lo largo de los 27 años.

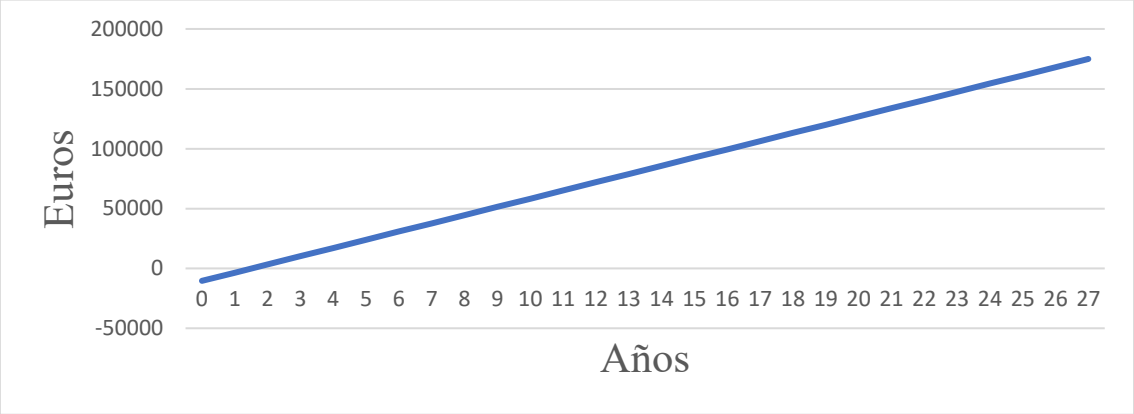


Figura 5. Evolución del beneficio neto acumulado. Fuente: Propia.

4. Conclusión

En conclusión, a pesar de que en un inicio se debe realizar un desembolso para poder instalar las nuevas luminarias LED, su bajo consumo, su alto rendimiento, su larga vida útil y posiblemente la reutilización de los báculos instalados (lo que reduce el coste inicial), justifican la inversión. La Tabla 63 muestra claramente cómo, a lo largo de 27 años, los beneficios acumulados superan con creces la inversión inicial, alcanzando un ahorro significativo de 174936,59 €.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

ANEXO VI:

ESTUDIO PARA LA ELECCIÓN DE LA LUMINARIA

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

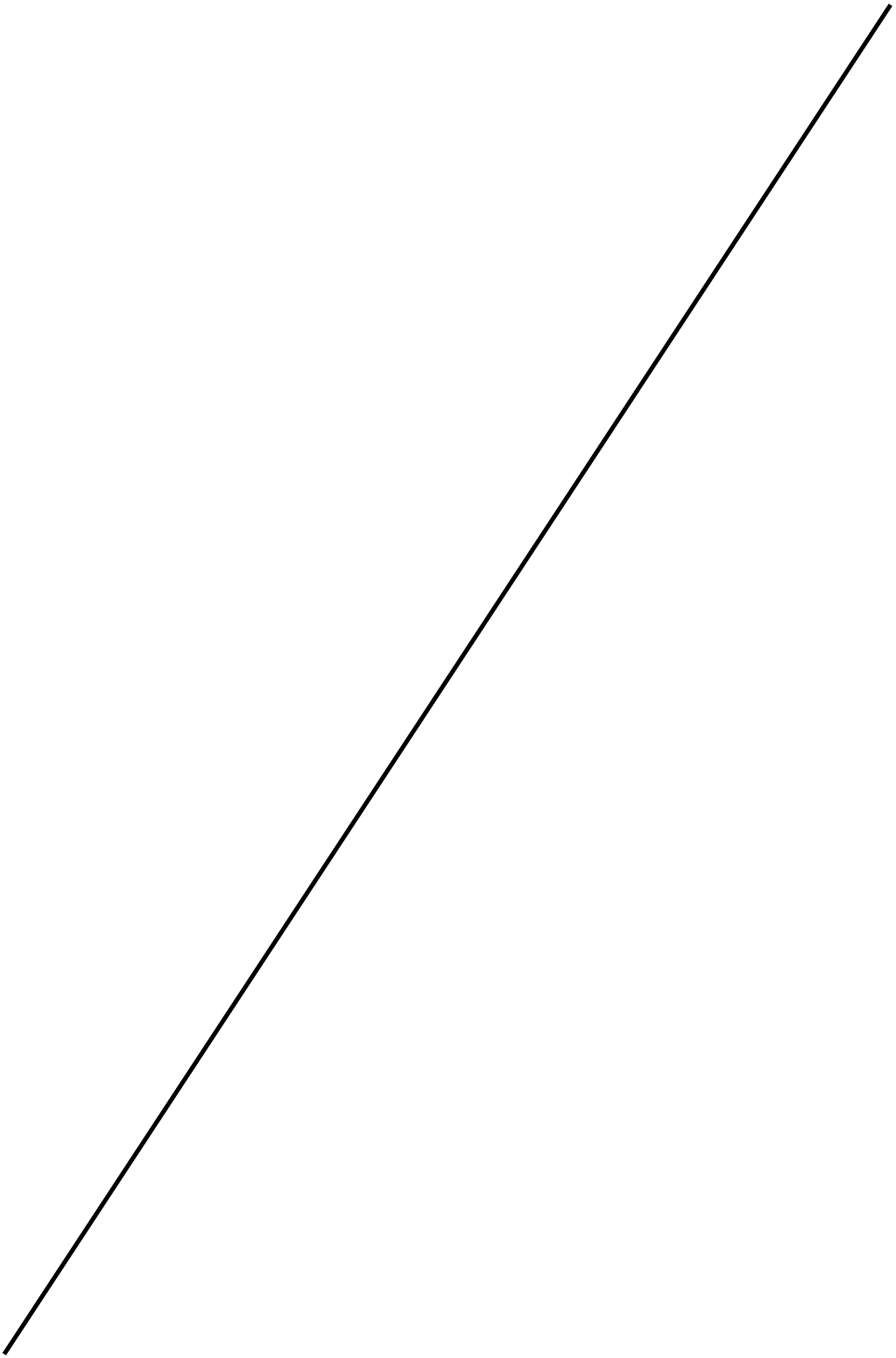
ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Situación inicial 1

3. Estudio para la elección de la luminaria 1

4. Conclusión 5



1. Objeto

El objeto de este Anexo es el análisis económico de las diferentes configuraciones viables para el desarrollo de la instalación de alumbrado vial en los tramos situados sobre el tablero, concretamente aquellas configuraciones que cumplan con la normativa, con el propósito de seleccionar aquella solución más rentable.

2. Situación inicial

Con el objetivo de identificar la solución que garantice un funcionamiento eficiente y conforme a la normativa vigente de los tramos con y sin apartadero, se han desarrollado en el software Dialux EVO distintas propuestas. Las simulaciones llevadas a cabo se definen por el empleo de luminarias modelo Vulcan XL, con potencias de 100 W, 120 W, 140 W y 180 W, situadas a distancias entre mástiles que oscilan entre 20 m y 40 m, en incrementos de 1 m, con brazos con longitudes comprendidas entre 0 m y 2,5 m y a alturas variables entre 9 m y 14 m, con pasos de 0,5 m. Asimismo, se ha contemplado una inclinación ajustable entre 0° y 15°, en pasos de 1°, y una distancia entre mástil y calzada de 0,2 m para los tramos con apartadero, y de 5,3 m para los tramos sin apartadero.

3. Estudio para la elección de la luminaria

Una vez se han realizado las simulaciones, estas se han llevado a cabo inicialmente en el tramo sin apartadero debido a que se considera el más restrictivo, se ha realizado un análisis económico de los costes que supondrían la implantación de las diferentes propuestas.

En primer lugar, se va a determinar el número de luminarias necesarias para iluminar los tramos objeto de este estudio, según cada propuesta. Para ello se va a realizar la división de la longitud del tablero entre la distancia entre mástiles, redondeando el resultado hacia la unidad superior para evitar los decimales.

Dist. total del puente (m)	Dist. por lum (m)	Nº luminarias fila	Nº luminarias fila redondeado hacia arriba	Nº lum total
552	20	27,6	28	56
552	21	26,3	27	54
552	22	25,1	26	52
552	23	24,0	24	48
552	24	23,0	23	46
552	25	22,1	23	46
552	26	21,2	22	44
552	27	20,4	21	42
552	28	19,7	20	40
552	29	19,0	20	40
552	30	18,4	19	38
552	31	17,8	18	36
552	32	17,3	18	36
552	33	16,7	17	34
552	34	16,2	17	34
552	35	15,8	16	32
552	36	15,3	16	32
552	37	14,9	15	30
552	38	14,5	15	30
552	39	14,2	15	30
552	40	13,8	14	28

Tabla 64. Número de luminarias necesarias. Fuente: Propia.

En la Tabla 64 se obtiene el número de luminarias totales que requeriría la instalación en función de la distancia entre mástiles. Este valor proviene de la división entre la distancia que conforman ambos tramos y la distancia entre los mástiles que soportan las luminarias, como se ha detallado anteriormente. El resultado se redondea al entero superior para evitar decimales y, posteriormente, se multiplica por un factor de dos, dado a que existen dos hileras de luminarias.

Una vez se determina el número de las luminarias necesarias en función de la propuesta, se calcula el coste requerido para su instalación. Para ello se va a tener en cuenta los siguientes costes:

- El coste de los báculos y de las columnas.
- El coste de los pernos de anclaje.
- El coste de la instalación de las columnas y báculos.
- El coste de la instalación de las luminarias.

El coste de los báculos y columnas se obtienen a partir del presupuesto enviado por el técnico comercial de la empresa Bacolsa S.A. En función de las características, es decir, las alturas y las longitudes de brazo se obtienen los siguientes precios:

Modelo	Altura (m)	Brazo (m)	Precio (€)
AM-10	9	0	285
	10		321
	12		462
	14		649
	9	1	313
	10		351
	12		501
	9	1,5	327
	10		366
	11		475
	12		521
	9	2	341
	10		381
	11		516
	12		541
	14		729
	14	2,5	764

Tabla 65. Coste de adquisición de cada columna o báculo. Fuente: Bacolsa S.A.

En la Tabla 65 se definen los precios unitarios de cada báculo o columna en función de la altura y de la longitud de brazo.

Estas columnas o báculos deben estar firmemente anclados al suelo del puente para garantizar tanto su correcto funcionamiento como la seguridad, evitando así cualquier riesgo de accidente. En consecuencia, el coste de la instalación se desglosa en los siguientes componentes:

	Instalación de los báculos o columnas			
h	0,15	Grúa elevadora	200	30,00
h	0,8	Oficial 1ª estructurista	18,8	15,04
h	0,8	Ayudante estructurista	17,96	14,37
h	0,15	Oficial 1ª electricista.	18,52	2,78
h	0,15	Ayudante electricista	15,46	2,32
m	1	Tubo curvable	2,56	2,56
ud	1	Caja de conexión y protección	25	25,00
			Coste ud.	92,07

Tabla 66. Coste de la instalación de cada columna o báculo. Fuente: propia.

En la Tabla 66 se muestra el coste por unidad de la instalación de los diferentes báculos y columnas. Este se desglosa en el alquiler de una grúa elevadora (30 €), necesaria para la instalación en altura, la mano de obra de un oficial electricista de primera (2,78 €), un ayudante electricista (2,32 €), un oficial estructurista de primera (15,04 €) y un ayudante estructurista (14,37 €), el coste de un tubo curvable (2,53) y la caja de conexión y protección (25 €), resultando en un coste por unidad de 92,07 €. A este coste, se le añade el precio de los pernos.

PERNOS DE ANCLAJE					
H	9	10	11	12	14
a	700	900	900	900	1000
omega	24	27	27	27	33
R	110	130	130	130	150
b	150	200	200	200	250
c	350	450	450	450	450
Unidades por cimentación	4	4	4	4	4
Coste perno (€)	3	3,5	3,5	3,5	4
Coste total (€)	12	14	14	14	16

Tabla 67. Coste de los pernos para la instalación de cada columna o báculo. Fuente: Orden circular 36/2015.

La Tabla 67 se presenta la estimación del coste total de los pernos necesarios para la fijación de las columnas o báculos. La cantidad y las dimensiones de estos pernos varían en función de la altura de las estructuras, y su selección se realiza conforme a las recomendaciones establecidas en la Orden Circular 36/2015, relativa a los criterios aplicables a la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles.

Paralelamente, se obtienen los precios de las luminarias y su instalación en las columnas. El desglose del coste de la instalación de cada luminaria:

	Instalación de luminaria LED			
h	0,125	Alquiler diario de cesta elevadora	123,7	15,46
h	0,5	Oficial 1ª electricista.	18,52	9,26
h	0,5	Ayudante electricista	17,17	8,59
			Coste ud.	33,31

Tabla 68. Coste de la instalación de la luminaria. Fuente: Propia.

En la Tabla 68 se muestra el coste por unidad de la instalación de las luminarias. Este se desglosa en el alquiler de la cesta elevadora (15,46 €), necesaria para la instalación en altura, la mano de obra de un oficial electricista de primera (9,26 €) y un ayudante electricista (8,59 €), resultando en un coste por unidad de 33,31 €.

Finalmente, se suman los costes de instalación de cada luminaria al coste de la propia luminaria:

Potencia luminaria (W)	Precio sin IVA (€)	Precio instalación sin IVA (€)
100	168	211,37
120	181	225,02
140	191	235,52
180	200	244,97

Tabla 69. Coste de las luminarias. Fuente: Solitec.

En la Tabla 69 se establece el coste, en función de la potencia, de la compra e instalación de las luminarias en los báculos o columnas.

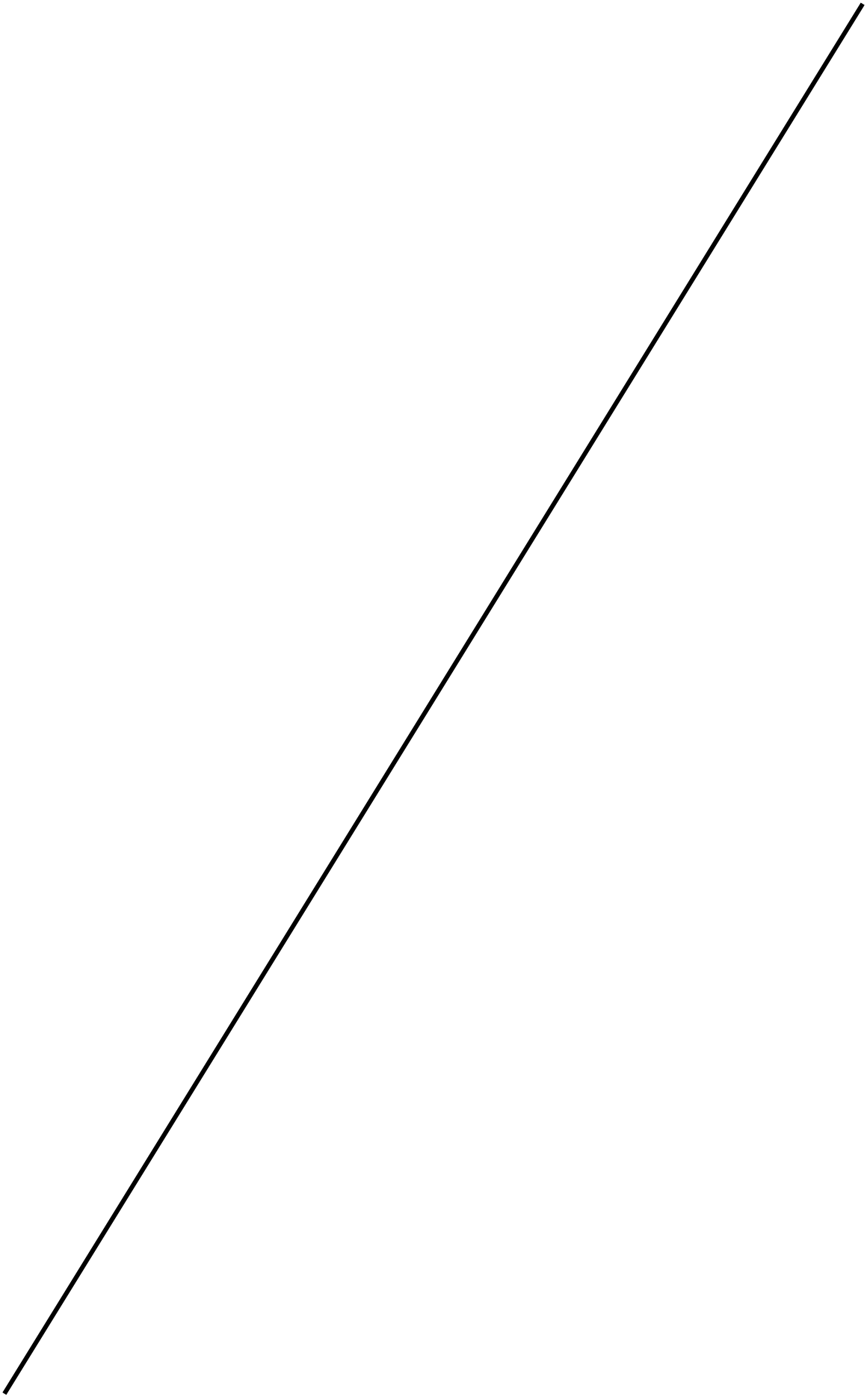
Tras realizar el análisis económico, se verifica que las configuraciones cumplen con los requisitos establecidos por la normativa en el tramo con apartadero, seleccionando la solución que, desde un punto de vista financiero, resulte más rentable.

4. Conclusión

Se llega a la conclusión de que una de las soluciones más rentables que cumplen con las verificaciones de ambos tramos es emplear una columna de 12 m de alto y con una distancia de separación de báculos de 30 m.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González



ANEXO VII:
FICHAS TÉCNICAS

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Luminarias viales exteriores Vulcan……...…s.n.

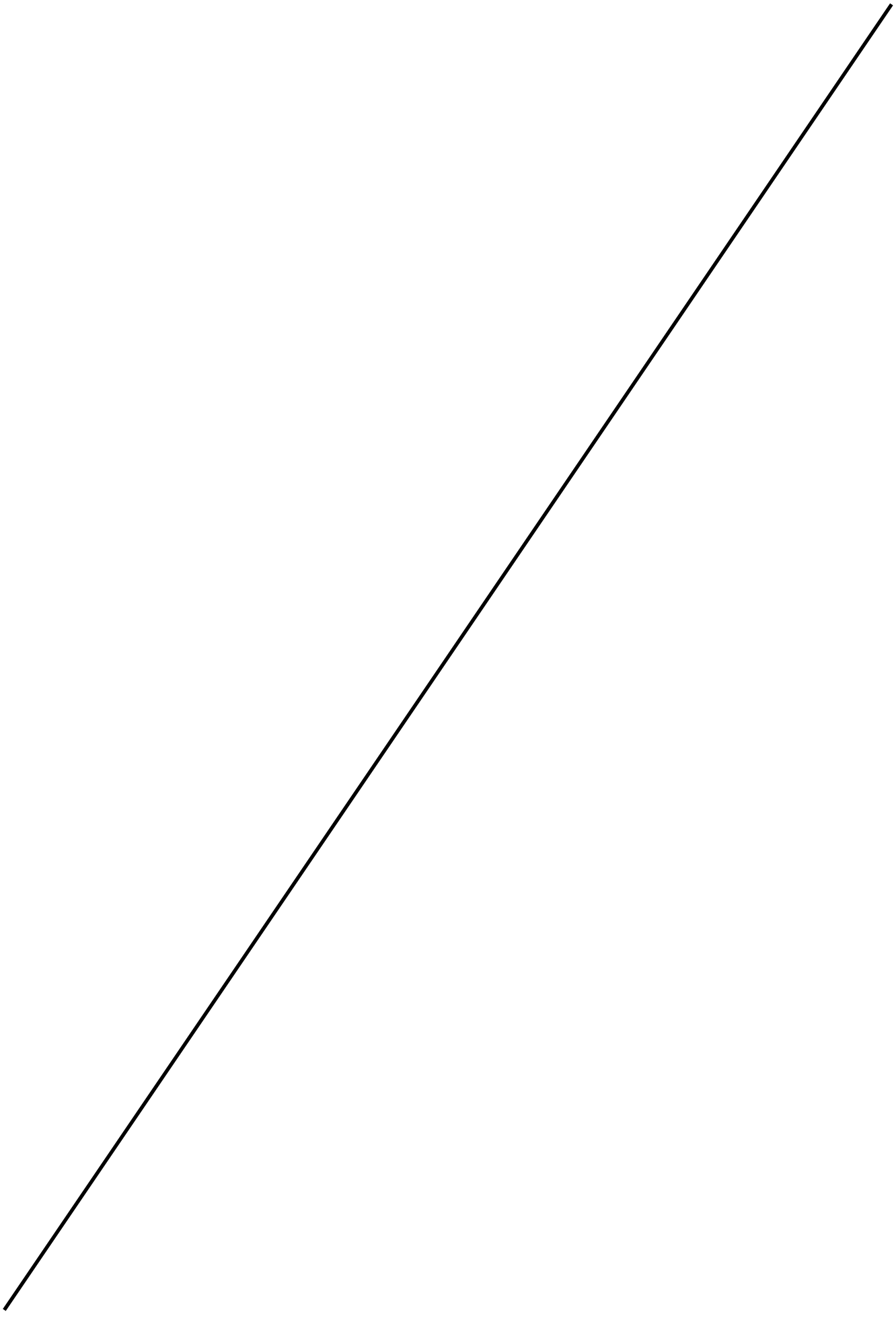
2. Proyectores PNAVIA……...…...s.n.

3. Columnas……..…….....s.n.

4. Centralita Mural Reforzada BTicino IP65 72 Módulos F107N72D……s.n.

5. Casambi Cloud Gateway……s.n.

6. CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA……..…….s.n.



Solitec

TECNOLOGÍA LED

CATÁLOGO TÉCNICO ILUMINACIÓN LED

LUMINARIAS VIALES EXTERIORES

VULCAN

25 - 01

RoHS Compliant

MADE IN EU

I+D+i

CE

Ecológico

Eficiencia

Rápida Amortización

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

Definiciones:

Luminarias de propósito general para viales, parques, plazas, jardines y todo tipo de vías.

Generalidades:

Las estructuras para la generación de luminarias LEDs para exteriores se han realizado en función de unas bases modulares escalables que permiten conseguir la cantidad de potencia necesaria para cada aplicación.

Las posibles opciones que se pueden seleccionar para configurar una luminaria a partir de dos bloques modulares diferentes montados cada uno de ellos con un número variable de diodos formado la matriz luminosa de la luminaria.

Por último, se presentan de manera detallada las características técnicas de algunas de las unidades de lámparas modulares para exteriores más comunes que se pueden desarrollar.

Escalabilidad:

El modo de funcionamiento de las luminarias led Solitec permite un control por ramas independiente de hasta 16 leds de la matriz de la lámpara. Esto permite que sobre un mismo modulo se pueda montar un número variable de diodos.

Se pueden generar multitud de lámparas con diferentes rangos de luminosidad y potencia combinando varios módulos y montando un número variable de ramas de entre 8 y 16 leds en cada uno de ellos.

Listado de lámparas que se pueden fabricar:

A.- PCB con matriz de leds de 180 x 250 mm (ancho x alto)

B.- PCB con matriz de leds de 95 x 180 mm (ancho x alto)

Módulos ópticos de 50 x 50 mm (ancho x alto)

Póngase en contacto con nuestro departamento técnico para conocer las características técnicas exactas para su instalación, proyecto o necesidades.

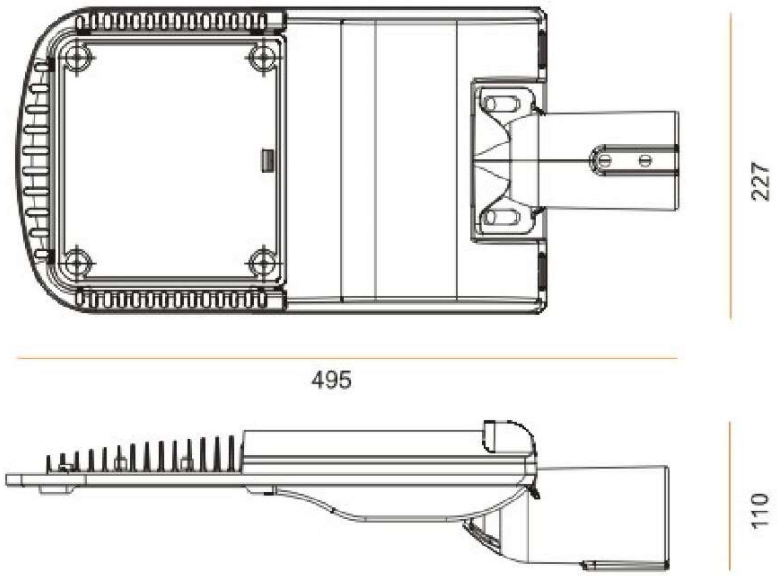
Grado de Protección Mecánica:

La luminaria cumple con un grado de protección IP66 y un IK09. Mientras que el cuerpo de aluminio que conforma la estructura de la luminaria cuenta con un IK10. La fuente de alimentación tiene un grado de protección propio de IP67.

Certificados:

UNE-EN 60598-1 (2022) / A11 (2023)
UNE-EN 62031 (2020) / A1 (2022)
UNE-EN 61547 (2023)
UNE-EN 60598-2-3 (2003) / A1(2011)
UNE-EN 55015 (2020)
UNE-EN 6100-3-2 (2019)/A2(2024)

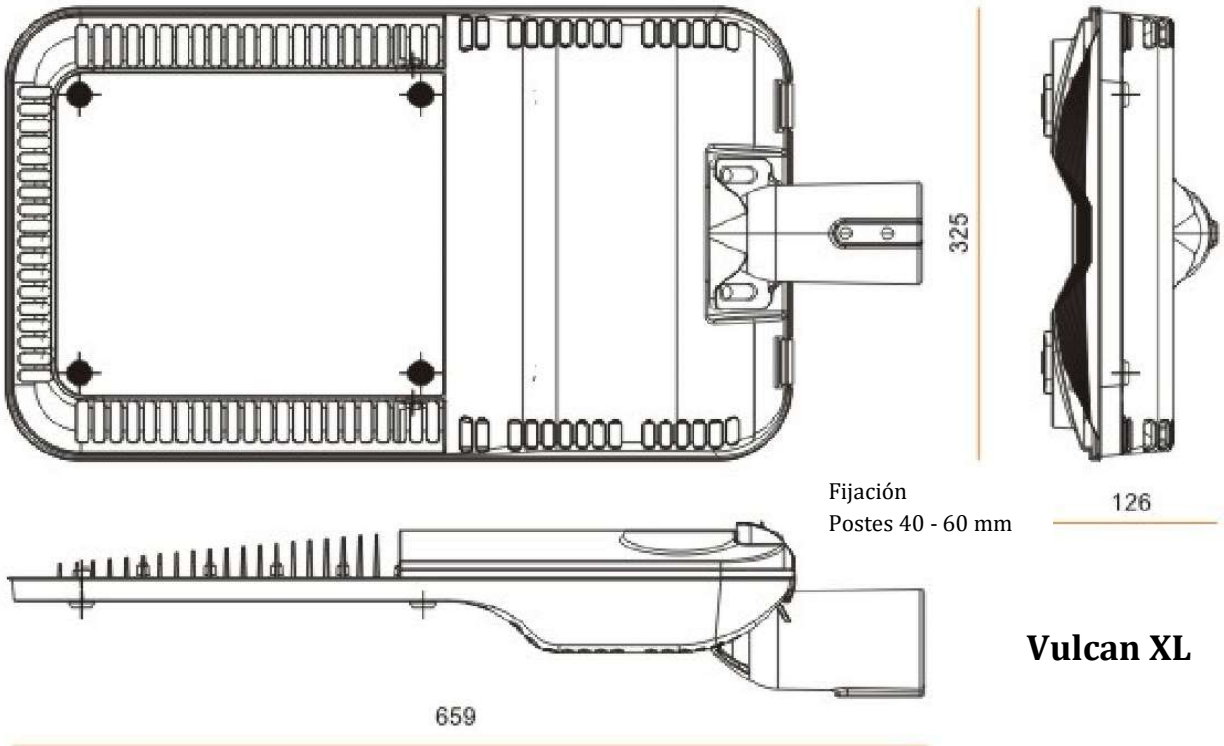
Luminaria LED Solitec. Modelo: Vulcan. Visión general y detalles.



Fijación
Postes 40 - 60 mm

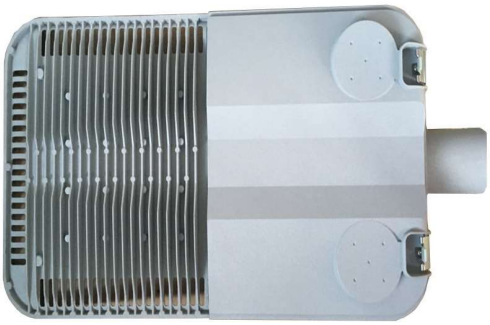
Vulcan

Adaptador opcional para tubos de hasta 73 mm de diámetro

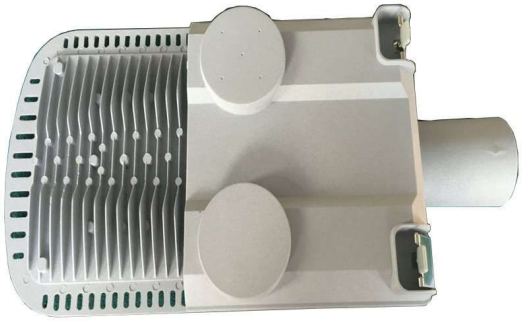


Fijación
Postes 40 - 60 mm

Vulcan XL



Vulcan XL



Vulcan

Especificaciones Técnicas Generales

LUMINARIA LED:

Cuerpo de fundición de aleación de aluminio con alta capacidad de disipación térmica.
Compartimentación de espacios independientes para bloque óptico y control eléctrico.
Sistemas de compensación de presión en el interior de la luminaria.
Distribución de luz con ventana de vidrio templado de alta resistencia o policarbonato.
Sistema de anclaje: Garra a tubo con rotación regulable en inclinación en pasos de 2,5º
Fijación columna y Post-Top
Cierre del habitáculo de conexión mediante Clips (cierre fácil)
Tornillería interior y de fijación a tubo inoxidable.

Clasificación energética:	A+
Grado de protección mecánica:	IP66 IK09
Temperaturas ambientes de trabajo:	Desde -40°C hasta 45°C
Clase de protección eléctrica:	Clase I // Opcional: Clase II
Color pintura de la luminaria:	Gris RAL 9006 // Opcional: Carta RAL

Luminaria reparable, divisible por segmentos funcionales independientes.

GARANTÍA BASE: 5 años. OPCIONAL: AMPLIABLE hasta los 10 años.

MATRIZ DE LEDs (BLOQUE ÓPTICO):

Diodos [Color Blanco]:

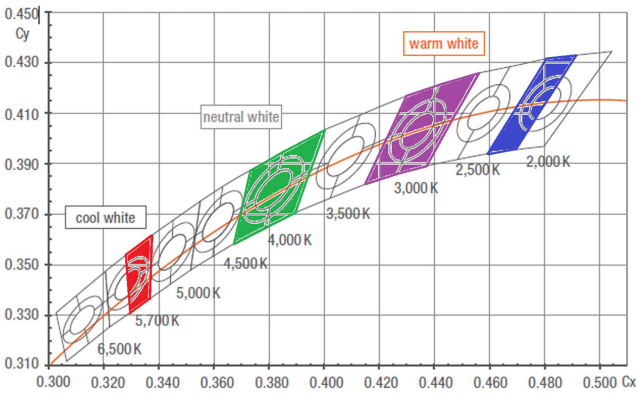
OSRAM OSCONIQ P3737®. Bines de alta luminosidad Resistencia térmica 2,8K/W
Potencia máxima: 5W/LED Bin Mínimo: N7 Máximo: P2
Eficiencia mínima: 174 lúmenes/W (@Tj 85°C)
195 lúmenes/W (@Tj 25°C)

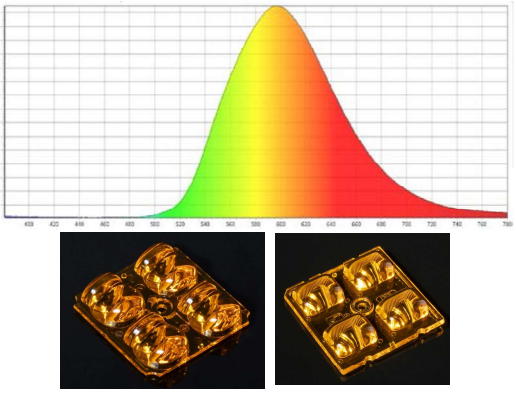
Ver Ficha Técnica en la web del fabricante, actualizada a la última versión.

Temperatura de color:

5 tonos de color diferentes:

- Luz Blanca: Amplia selección de Bines para tonos según necesidad.
  TCC Frio 5.500K; Neutro 4.000K; Cálido 3.000K; Cálido (2) 2.700K y Super Cálido 2.200K
- Ámbar [Criterio IAC]: Lentes con filtro que eliminan las emisiones de luz azul





Lentes:

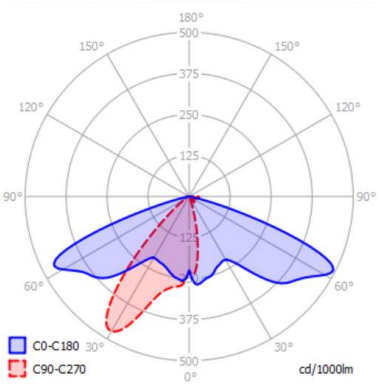
Módulos de PMMA Alta eficiencia de transmisión. Fabricantes: LEDIL© / KATHOD©

Más de 30 opciones de distribución del flujo de luz. Formatos:

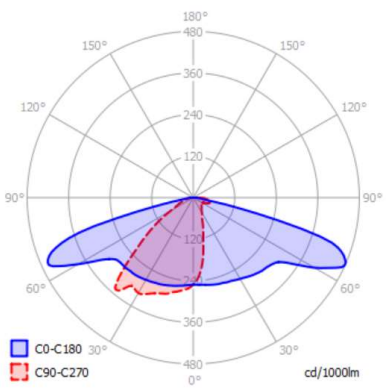
- ASIMÉTRICAS. Lentes de apertura extensiva lateral para viales y calles
- PROYECCIÓN. Lentes concentradoras de luz con diferentes grados.

Asimétricas:

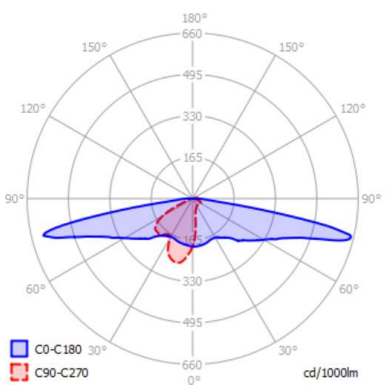
C12419



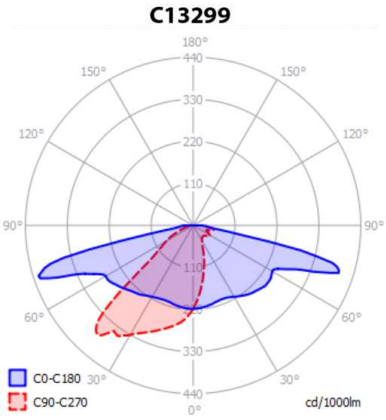
C14145



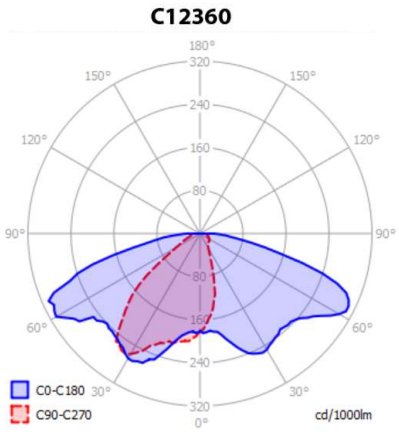
C15021



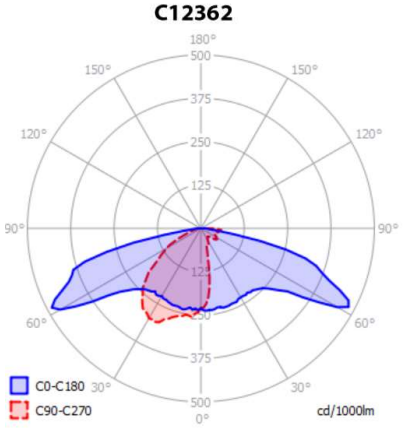
C13299



C12360

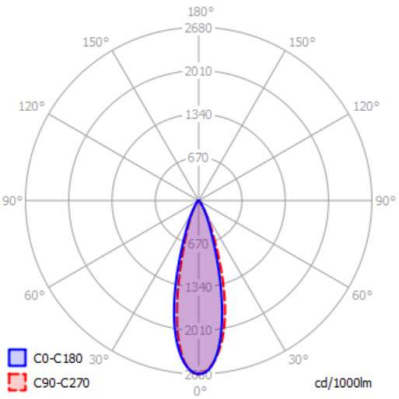


C12362



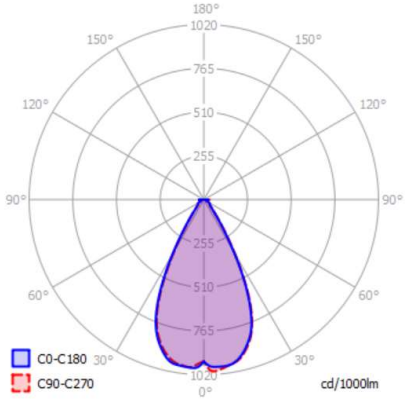
Proyector:

P25

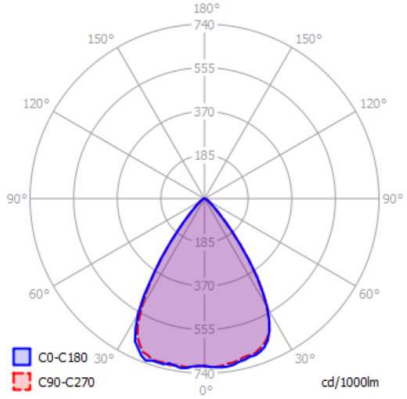


N:

P40



P60



FUENTE DE ALIMENTACIÓN:

Fabricante:

Meanwell ©

Modelos:

XLG-25©, XLG-50©, XLG-75©

Todos los modelos están especialmente homologados con la normativa europea para sistemas de iluminación LED (ENEC)

Temperaturas de trabajo:

Desde - 40°C hasta 70°C

Grado de protección mecánica:

IP67

Factor de potencia

Sistema de corrección automático en función de la carga (>= 0,96 hasta 50% carga)

Sistemas de protección integrados:

Protección contra sobretensiones, sobre temperatura, sobre cargas y cortocircuitos.
Módulo adicional de protección contra sobretensiones/sobrecorrientes transitorias de hasta 20 KV/10 KA. Norma: IEEE C62.41:2002

Rango de entrada (CA):

Rango: 100 – 305 V_{AC}.

Vida Util (MTBF)

> 200.000 horas [MIL-HDBK-217F]

Refrigeración:

Conducción y convección natural.

CONTROL ELECTRÓNICO DIGITAL (SELECCIONABLE):

Procesador:

Microcontrolador de ultra bajo consumo MSP430 de Texas Instruments©.
Señal de ancho de pulso variable de alta velocidad (2 kHz).
Programación para optimizar la eficiencia energética en cada temperatura ambiente.

Sensorización:

Sensor de temperatura digital integrado en PCB de leds de Texas Instruments©.

Sistema de regulación (Dimming):

Regulable por (a definir en pedido):

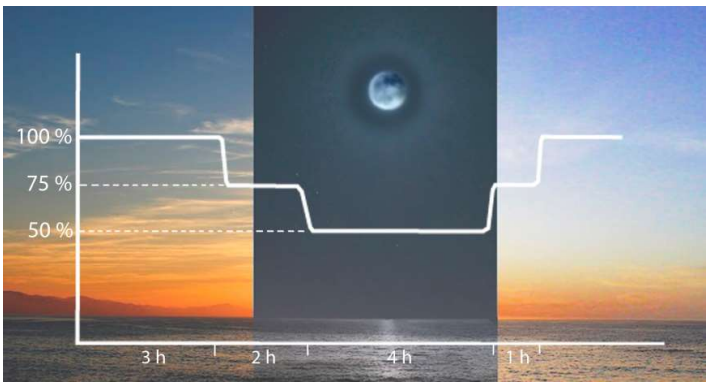
- Temporizador para iluminación por tramos de tiempo predefinidos.
- Comandos de un sistema de control: 0-10V; DALI(2); PWM; DMX; KNX o CASAMBI

- Elemento de conectividad estandarizados: Zhaga / Nema / Nodo RF

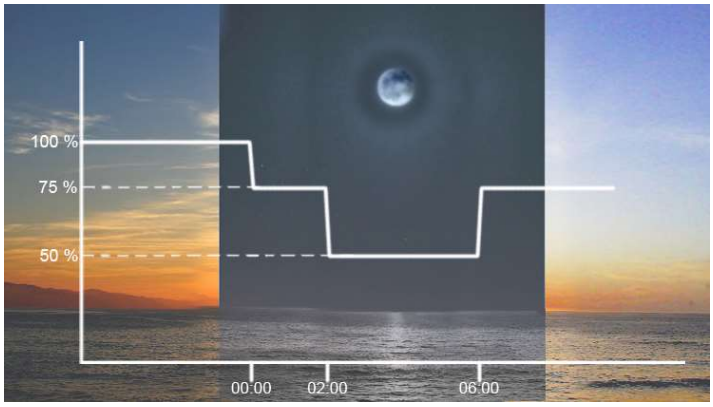
SISTEMA DE TEMPORIZACIÓN DE LOS NIVELES DE BRILLO: SIPIC

Las luminarias LED Solitec pueden incorporar en sus procesadores de gestión un algoritmo capaz de controlar el tiempo de encendido de la lámpara y estableciendo diferentes niveles de brillo de la misma en ciertos tramos de tiempo. Este sistema permite ajustar las emisiones a las necesidades de los viales maximizando la eficiencia energética.

La luminaria puede incluir una configuración de funcionamiento estableciendo hasta 10 tramos de tiempo con diferentes niveles de emisión y 5 programas modificables en campo sin elementos adicionales mediante ciclos de encendidos cortos temporizados.



Ejemplo FW V11 – A1:
Tramos de temporización fijos



Modelo FW V12 – A2:
Tramos de temporización horarios

OPCION DE CONTROL: Arquitectura de Gestión de Instalaciones LED (Sistema AGIL)

Se define como un sistema de telegestión para el control y la supervisión de luminarias electrónicas LED basado en comunicaciones PLC (a través de la línea eléctrica) o RF (Sistema inalámbrico de comunicaciones por radiofrecuencia en la banda de 866 MHz):

- Permiten distancias de comunicaciones punto a punto muy largas
- Muy robusto a interferencias y ruidos electromagnéticos
- Canal independiente de transmisión de datos
- Banda de transmisiones independiente de las comunicaciones Wifi o Bluetooth (2,4 GHz.)

Vulcan XL – 120 – F/N/C/C2/SC/A

Alumbrado público: proyecciones, paseos peatonales y circulación de vehículos de baja, media y alta densidad

Configuración de especificaciones generales de la luminaria

- *Dimming* (regulación de brillo) autónomo o protocolos 0-10V, DALI(2), CASAMBI o red MESH RF.
- *Sistemas de Conexionado Estandarizados:* NEMA o Zhaga.
- Protección de la luminaria a través de un doble sensor de temperatura.
- Sistema temporizado de regulación de la luminosidad en función del tiempo de encendido.
- SIPIC: Modificación de la programación a ejecutar mediante ciclos de encendido controlados.

Características funcionales

Tipo de luminaria: Exteriores
Altura (modo Poste): 126 mm
Largo: 659 mm **Ancho:** 325 mm
Longitud del brazo de agarre: 85 mm
Material del disipador: Inyección de aluminio
Acabado del disipador: Pintura ambientes corrosivos
Ventana óptica: Vidrio templado / Opcional: policarbonato

Dimensiones pantalla: 310 x 450 mm
Control Integrable: Microcontrolador TI ®
Sistema de seguridad: Control de temperatura
Tipo de alimentación: Meanwell® (MBTS) PFC >0,96
Potencia nominal (AC): 120 W
Vida operativa (T_{amb} 25°C): >100.000 horas (L80B10)

Admite reparaciones de sus módulos funcionales y estructurales de manera independiente

Características lumínicas

Tipo y número de emisores led: 48 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80

Temperatura del color y la luminosidad:

Valores promedio.
Pueden variar ligeramente en función de la óptica utilizada.
Medido a @Tj: 85ºC & Tamb: 25ºC
Funcionamiento nominal estabilizado

Frío	→	5.500 K	17.225 lúmenes
Neutro	→	4.000 K	16.675 lúmenes
Cálido	→	3.000 K	16.000 lúmenes
Cálido (2)		2.700 K	15.750 lúmenes
Súper Cálido	→	2.200 K	11.875 lúmenes
Amarillo	→	PC-Ámbar	8.650 lúmenes

Eficiencia de emisión ≥ 92 %
Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %

Vulcan XL – 180 – F/N/C/C2/SC/A

Alumbrado público: proyecciones, paseos peatonales y circulación de vehículos de baja, media y alta densidad

Configuración de especificaciones generales de la luminaria

- *Dimming* (regulación de brillo) autónomo o protocolos 0-10V, DALI(2), CASAMBI o red MESH RF.
- *Sistemas de Conexionado Estandarizados:* NEMA o Zhaga.
- Protección de la luminaria a través de un doble sensor de temperatura.
- Sistema temporizado de regulación de la luminosidad en función del tiempo de encendido.
- SIPIC: Modificación de la programación a ejecutar mediante ciclos de encendido controlados.

Características funcionales

Tipo de luminaria: Exteriores
Altura (modo Poste): 126 mm
Largo: 659 mm **Ancho:** 325 mm
Longitud del brazo de agarre: 85 mm
Material del disipador: Inyección de aluminio
Acabado del disipador: Pintura ambientes corrosivos
Ventana óptica: Vidrio templado / Opcional: policarbonato

Dimensiones pantalla: 310 x 450 mm
Control Integrable: Microcontrolador TI ®
Sistema de seguridad: Control de temperatura
Tipo de alimentación: Meanwell® (MBTS) PFC >0,96
Potencia nominal (AC): 180 W
Vida operativa (T_{amb} 25°C): >100.000 horas (L80B10)

Admite reparaciones de sus módulos funcionales y estructurales de manera independiente

Características lumínicas

Tipo y número de emisores led: 64 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80

Temperatura del color y la luminosidad:

Valores promedio.
Pueden variar ligeramente en función de la óptica utilizada.
Medido a @Tj: 85ºC & Tamb: 25ºC
Funcionamiento nominal estabilizado

Frío	→	5.500 K	25.650 lúmenes
Neutro	→	4.000 K	24.750 lúmenes
Cálido	→	3.000 K	22.900 lúmenes
Cálido (2)		2.700 K	22.400 lúmenes
Súper Cálido	→	2.200 K	17.575 lúmenes
Amarillo	→	PC-Ámbar	16.650 lúmenes

Eficiencia de emisión ≥ 92 %
Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %

REGULACIÓN DE LUMINOSIDAD POR TEMPORIZACIÓN:

Programables hasta en 10 tramos horarios.

SIPIC: Almacena hasta 5 programas diferentes seleccionables en tiempo real sin hardware añadido mediante ciclos de encendido de tiempos controlados

Ejemplo de modelo de programación temporizada (FW V11 – A2).

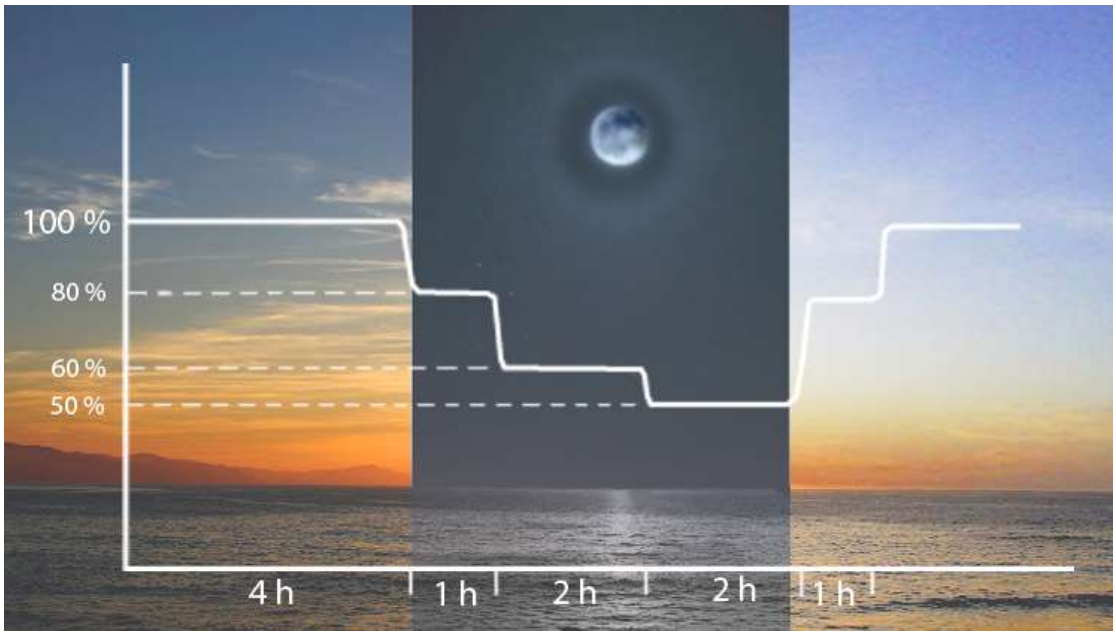
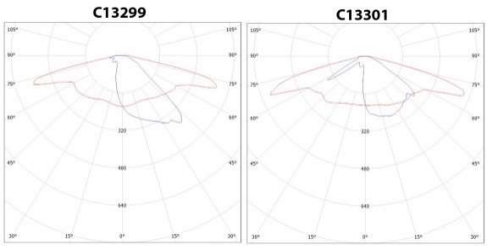
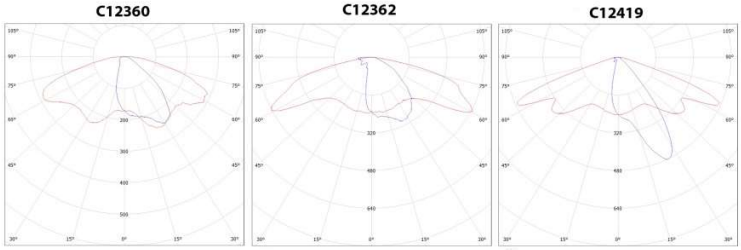


DIAGRAMA DE FLUJO DE EMISIÓN:

Diferentes opciones de diagramas fotométricos según la aplicación o el tipo de vial donde utilizar la luminaria.





Solitec

TECNOLOGÍA LED

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification

Nº RII_AEE: 6.426

Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

Solitec

Tlf: 952 33 01 51

C/Marea Baja Nº19.
Polígono industrial Alameda.

29006 Málaga

Málaga. España.

www.solitecled.com

Solitec

TECNOLOGÍA LED

CATÁLOGO TÉCNICO ILUMINACIÓN LED

PROYECTORES

PNAVIA

ALTA EFICIENCIA

23 – 01

RoHS Compliant

MADE IN EU

I+D+i

CE

Ecológico

Eficiencia

Rápida Amortización

ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

Definiciones:

Luminarias de propósito general para viales, parques, plazas, jardines, pistas deportivas y todo tipo de vías de circulación de vehículos.

Generalidades:

Las estructuras para la generación de luminarias leds para exteriores se han realizado en función de unas bases modulares escalables que permiten conseguir la cantidad de potencia necesaria para cada aplicación.

Las posibles opciones que se pueden seleccionar para configurar una luminaria a partir de dos bloques modulares diferentes montados cada uno de ellos con un número variable de diodos formando la matriz luminosa de la luminaria.

Por último, se presentan de manera detallada las características técnicas de algunas de las unidades de lámparas modulares para exteriores más comunes que se pueden desarrollar con estas estructuras.

Escalabilidad:

El modo de funcionamiento de las luminarias led Solitec permite un control por ramas independiente de hasta 16 leds de la matriz de la lámpara. Esto permite que sobre un mismo modulo se pueda montar un número variable de diodos.

Se pueden generar multitud de lámparas con diferentes rangos de luminosidad y potencia combinando varios módulos y montando un número variable de ramas de entre 8 y 16 leds en cada uno de ellos.

Listado de lámparas que se pueden fabricar:

A.- PCB con matriz de leds de 230 x 325 mm (ancho x alto)

B.- PCB con matriz de leds de 175 x 180 mm (ancho x alto)

Módulos ópticos de 50 x 50 mm (ancho x alto)

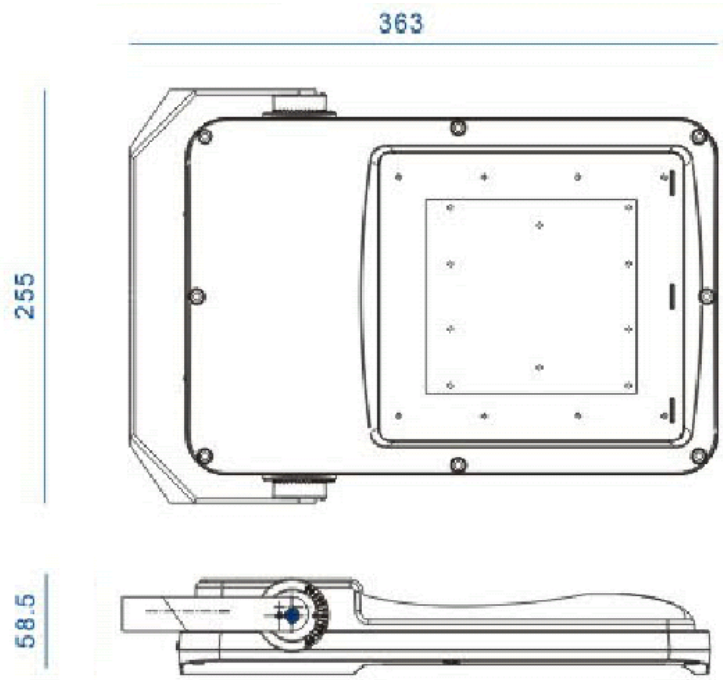
Póngase en contacto con nuestro departamento técnico para conocer las características técnicas exactas para su instalación, proyecto o necesidades.

Grado de Protección Mecánica:

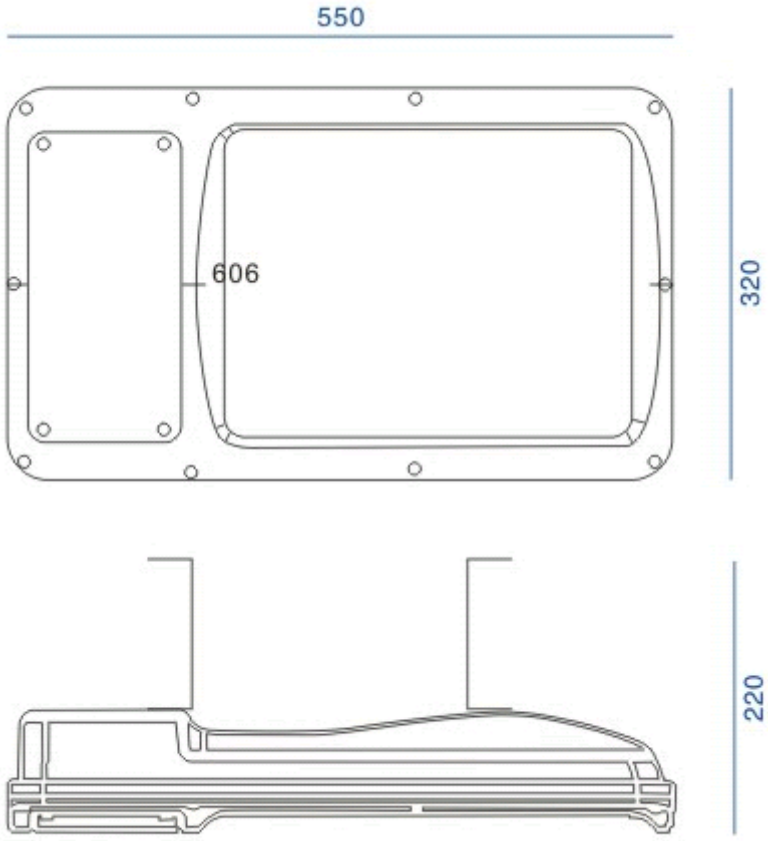
La luminaria cumple con un grado de protección IP66 y un IK09. Mientras que el cuerpo de aluminio que conforma la estructura de la luminaria cuenta con un IK10.

La fuente de alimentación tiene un grado de protección propio de IP67.

Luminaria led Solitec Familia: Navia Modelo: Proyector Visión general y detalles



PNaviaP



PNaviaG

Especificaciones Técnicas Generales

LUMINARIA LED:

Cuerpo de fundición de aleación de aluminio con alta capacidad de disipación térmica.
Bloques independientes de compartimentación del bloque óptico y el control eléctrico.
Válvulas compensación de presión entre los espacios de la luminaria.
Distribución de luz directa con ventana de vidrio templado de alta resistencia.
Sistema de anclaje: Pletinas de base con rotación regulable en inclinación: Pasos de 2,5º
Potencia ajustable a cada aplicación o necesidad.
Tornillería interior y de fijación a tubo inoxidable.
Color Estándar: GRIS RAL 9006. Opcional: Seleccionable por el cliente en catálogo RAL

Clasificación energética:	A+
Grado de protección mecánica:	IP66 IK09
Temperaturas ambientes de trabajo:	Desde -40°C hasta 45°C
Clase de protección eléctrica:	Clase I
	Opcional: Clase II (Especificar en pedido)
Color base pintura luminaria:	Gris RAL 9006
	Opcional: Carta RAL (Especificar en pedido)

Luminaria reparable, divisible por segmentos independientes.

GARANTÍA BASE: 5 años. OPCIONAL: AMPLIABLE hasta los 10 años.

MATRIZ DE LEDs (BLOQUE ÓPTICO):

Diodos [Color Blanco]:

OSRAM OSCONIQ P3737®. Bines de alta luminosidad — Resistencia térmica 2,8K/W
Potencia máxima: 5W/LED — Bin Mínimo: N7 Máximo: P2
Eficiencia mínima: 168 lúmenes/W (@Tj 85°C)
189 lúmenes/W (@Tj 25°C)
Ver Ficha Técnica en la web del fabricante, actualizada a la última versión.

Acoplamiento:

Película térmica de altas prestaciones.

Tensión de alimentación de trabajo:

≤ 48 V_{DC}. (MBTS)

Protección anticorrosión de los componentes electrónicos:

Resina barniz tropicalizadora sellante de alta densidad.

Control integrado en PCB en función de requisitos de funcionalidad:

Microcontrolador + Sensor de temperatura + Entradas digitales
Temporizador
Conexiones con interfaz de comunicaciones: Conector universal NEMA

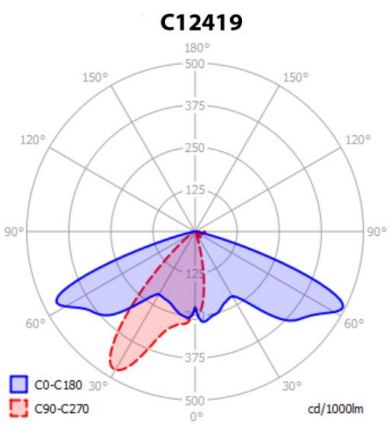
Lentes:

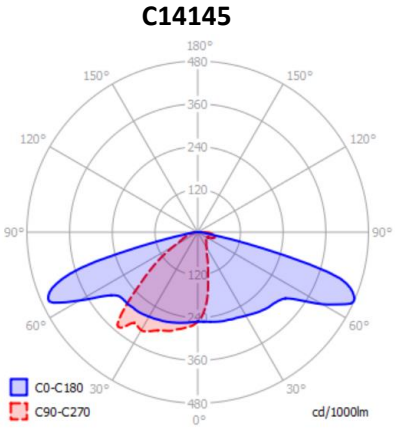
Módulos de PMMA Alta eficiencia de transmisión. Fabricantes: LEDIL© / KATHOD©

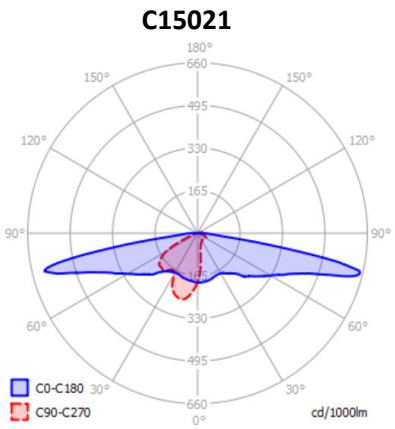
Más de 30 opciones de distribución del flujo de luz. Formatos:

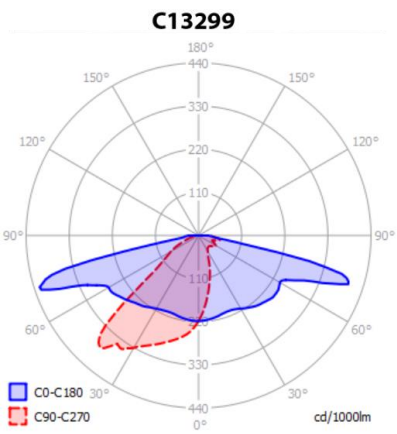
- ASIMÉTRICAS. Lentes de apertura extensiva lateral para viales y calles
- PROYECCIÓN. Lentes concentradoras de luz con diferentes grados.

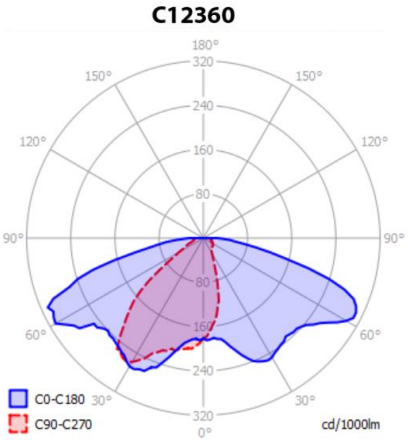
Distribuciones horizontales asimétricas:

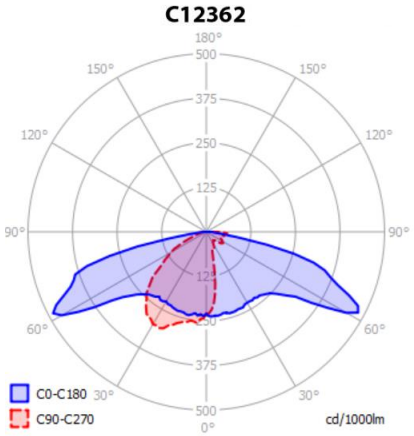






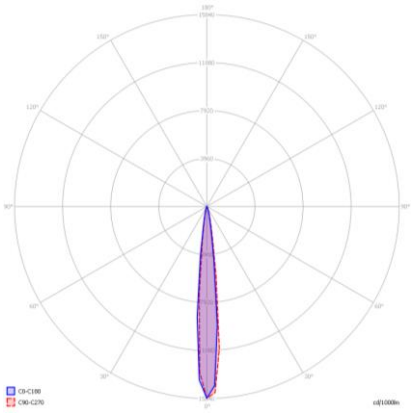


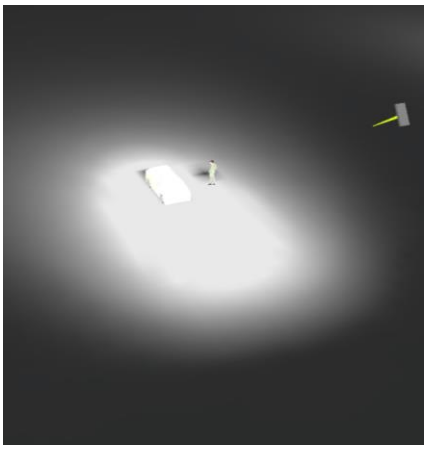


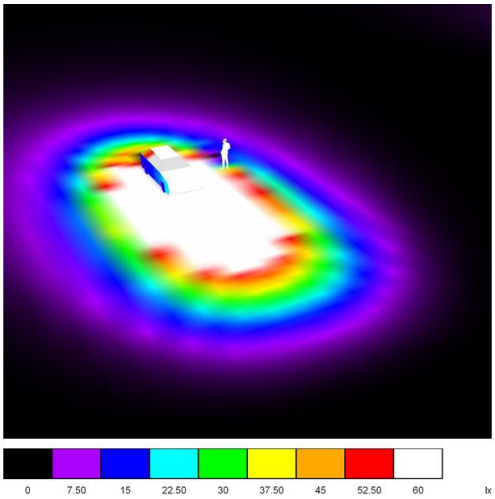


Distribuciones concentradas:

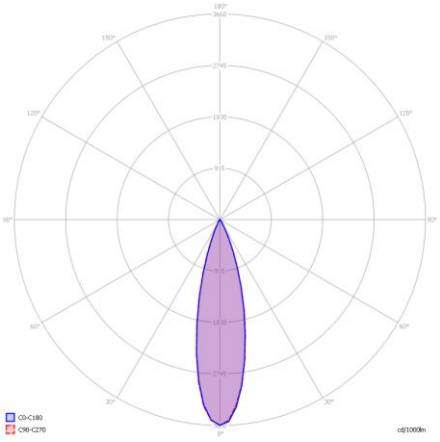
P12

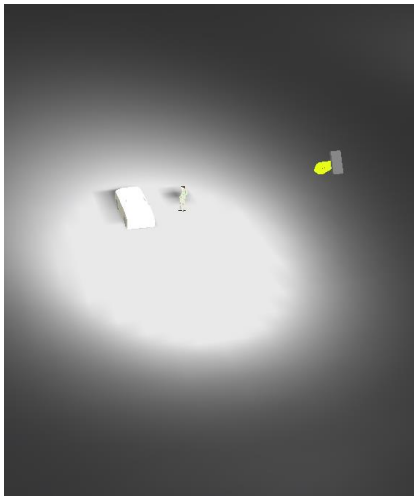


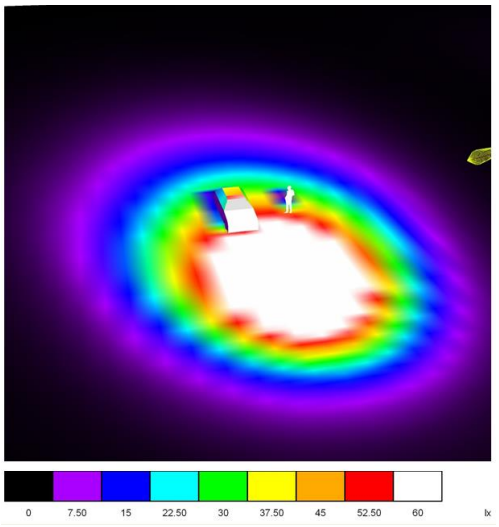




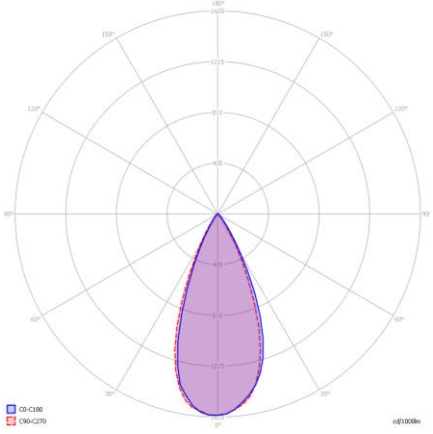
P25

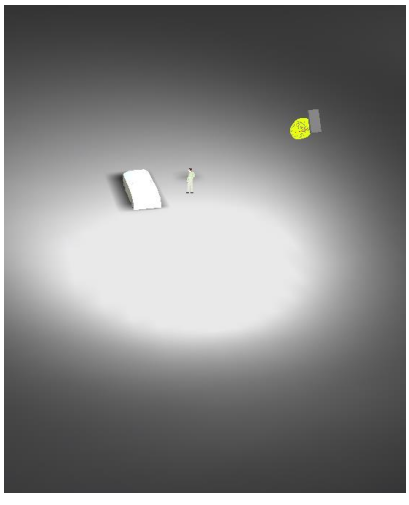


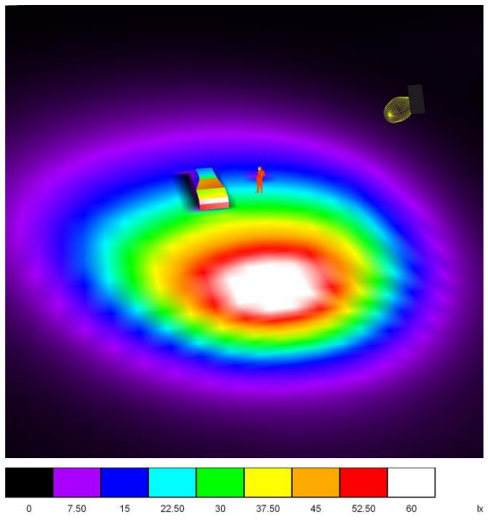




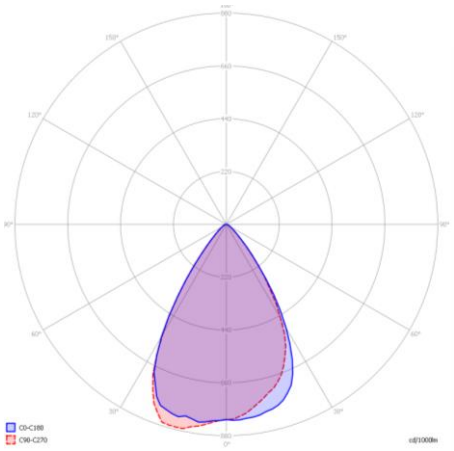
P40

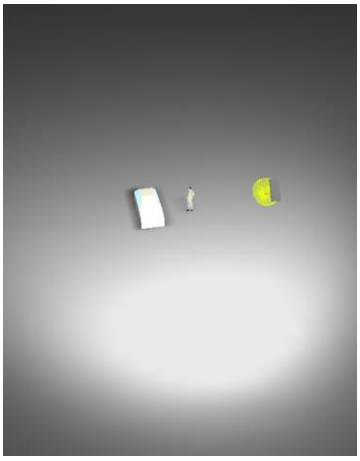


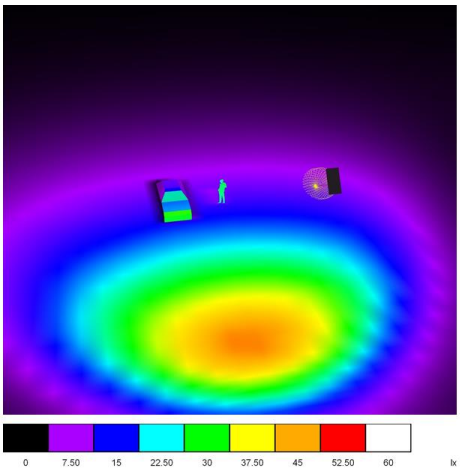




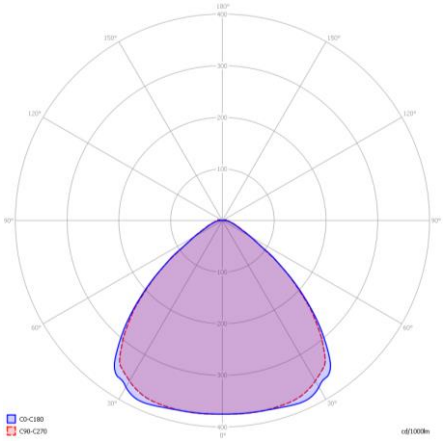
P60

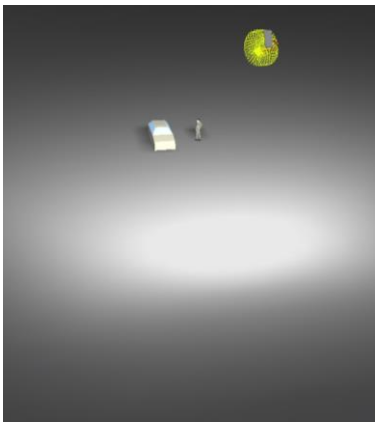


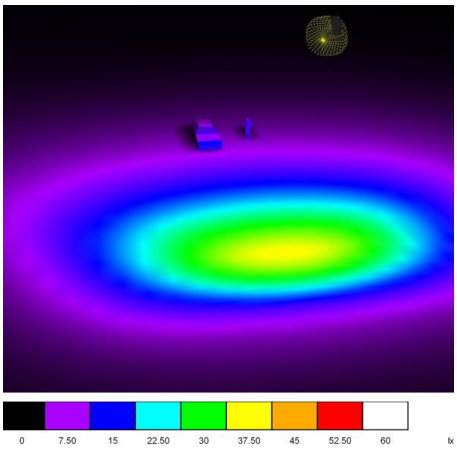


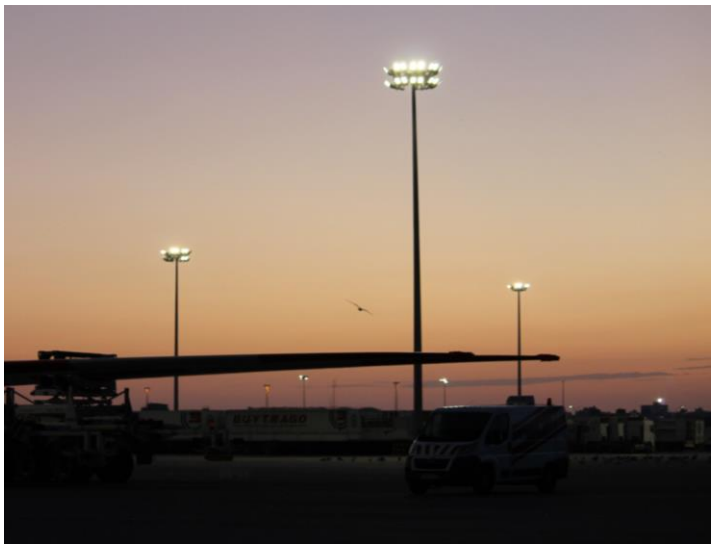

0
7.50
15
22.50
30
37.50
45
52.50
60
lx

P90






0
7.50
15
22.50
30
37.50
45
52.50
60
lx



FUENTE DE ALIMENTACIÓN:

Fabricante:

Meanwell©

Modelos:

XLG-25©, XLG-50©, XLG-75©, XLG-100©, XLG-150©, XLG-200© y XLG-240©

Todos los modelos están especialmente homologados con la normativa europea para sistemas de iluminación LED (ENEC)

Temperaturas de trabajo:

Desde -40°C hasta 70°C

Grado de protección mecánica:

IP67

Factor de potencia

Sistema de corrección automático en función de la carga (>= 0,96 hasta 50% carga)

Sistemas de protección integrados:

Protección contra sobretensiones, sobre temperatura, sobre cargas y cortocircuitos.

Módulo adicional de protección contra sobretensiones/sobrecorrientes transitorias de hasta 20 KV/10 KA. Norma: IEEE C62.41:2002

Rango de entrada (CA):

Rango: 100 – 305 V_{AC}.

Vida Util (MTBF)

> 200.000 horas [MIL-HDBK-217F]

Refrigeración:

Conducción y convección natural.

CONTROL ELECTRÓNICO DIGITAL (SELECCIONABLE):

Procesador:

Microcontrolador de ultra bajo consumo MSP430 de Texas Instruments©.

Programación para optimizar la eficiencia energética en cada temperatura ambiente de trabajo.

Sensorización:

Sensor de temperatura digital integrado en PCB de leds de Texas Instruments©.

Sistema de regulación (Dimming):

Señal de ancho de pulso variable de alta velocidad (2 kHz).

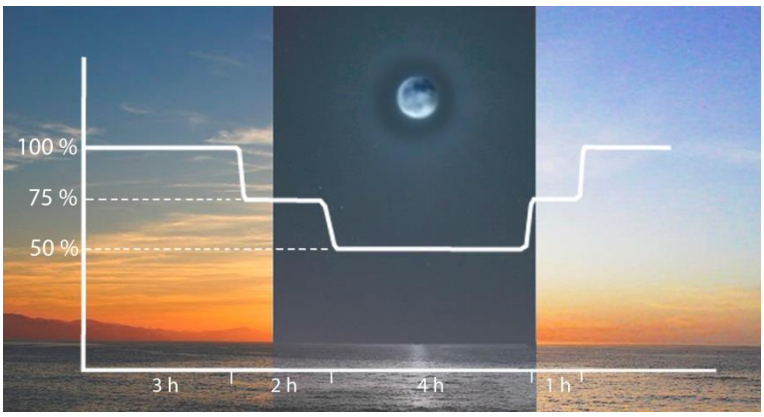
Regulable por (a definir en pedido):

- Alarma térmica.
- Temporizador para iluminación por tramos de tiempo predefinidos.
- Comandos de control de un sistema de control externo.

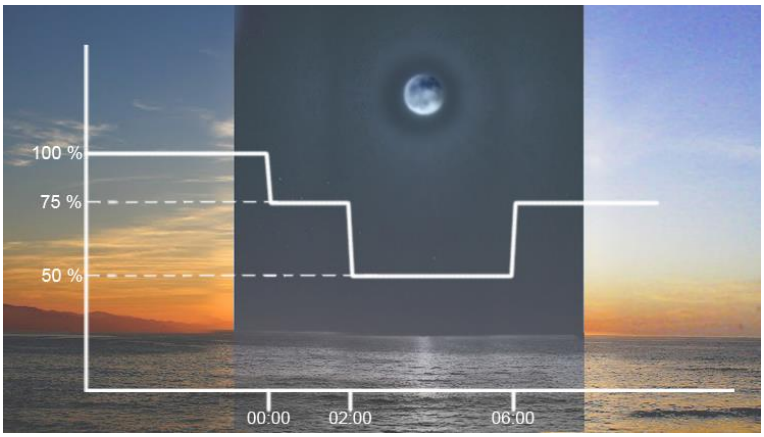
SISTEMA DE TEMPORIZACIÓN DE LOS NIVELES DE BRILLO: SIPIC

Las luminarias LED Solitec pueden incorporar en sus procesadores de gestión un algoritmo capaz de controlar el tiempo de encendido de la lámpara y estableciendo diferentes niveles de brillo de la misma en ciertos tramos de tiempo. Este sistema permite ajustar las emisiones a las necesidades de los viales maximizando la eficiencia energética.

La luminaria puede incluir una configuración de funcionamiento estableciendo hasta 10 tramos de tiempo con diferentes niveles de emisión y 5 programas modificables en campo sin elementos adicionales mediante ciclos de encendidos cortos temporizados



Ejemplo FW V11 – A1:
5 tramos de temporización



Modelo FW V12 – A2:
Tramos de temporización horarios

OPCIONAL: Arquitectura de Gestión de Instalaciones LED (Sistema AGIL)

Se define como un sistema de telegestión para el control y la supervisión de luminarias electrónicas LED basado en comunicaciones PLC (a través de la línea eléctrica) o RF (Sistema inalámbrico de comunicaciones por radiofrecuencia en la banda de 866 MHz):

- Permiten distancias de comunicaciones punto a punto muy largas
- Muy robusto a interferencias y ruidos electromagnéticos
- Canal independiente de transmisión de datos
- Banda de transmisiones independiente de las comunicaciones Wifi o Bluetooth (2,4 GHz.)

PNaviaP – XX– F/N/C/SC/PC/A

XX: Valor de Potencia de la luminaria

Alumbrado público, grandes superficies, centros deportivos.

Configuración de especificaciones generales de la luminaria

- *Dimming* (regulación de brillo) por microprocesador. (Protocolos 0-10V, Dali, red MESH RF 868 MHz)
- Protección de la luminaria a través de un sensor de temperatura
- Sistema temporizado de regulación de la luminosidad en función del tiempo de encendido.
- SIPIC: Mecanismo de modificación de la programación a ejecutar mediante ciclos de encendido de tiempo controlado

Características funcionales

Tipo de luminaria: Exteriores / Interiores
Largo: 415 mm
Ancho: 255 mm
Profundidad: 52 mm
Material del disipador: Aluminio alta densidad
Dimensiones pantalla: 177 x 185 mm
Control Integrable: Microcontrolador TI ®
Sistema de seguridad: Control de temperatura
Tipo de alimentación: Meanwell® (MBTS) PFC > 0,96
Vida operativa (T_{amb} 25°C): >100.000 h (L90B10)
Ventana óptica: Vidrio templado/policarbonato (Opc.)
Acabado del disipador: Pintura resistente ambientes corrosivos
Color pintura luminaria: Gris RAL 9006 (Opcional: Carta RAL [Especificar en pedido])

Admite reparaciones de sus módulos funcionales y estructurales de manera independiente

Características lumínicas

Tipo de emisores led: OSRAM OSCONIQ P3737®
Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %
Eficiencia de emisión ≥ 92 %

Temperatura del color y la luminosidad de cada valor de potencia seleccionable:

Valores promedio. Los lúmenes efectivos pueden variar ligeramente en función de la óptica seleccionada. Medido a @Tj: 85ºC & Tamb: 25ºC. Funcionamiento nominal estabilizado

TEMPERATURA DE COLOR Y LUMINOSIDAD							
POTENCIA	Nº LEDS	TEMPERATURA DE COLOR					
		Frío 5.500 K	Neutro 4.000 K	Cálido 3.000 K	Súper Cálido 2.200 K	Amarillo PC-Ámbar	Ámbar 590 nm
15	8	2130	2055	1980	1500	1350	1200
20	10	2840	2740	2640	2000	1800	1600
25	12	3550	3425	3300	2500	2250	2000
30	14	4260	4110	3960	3000	2700	2400
35	16	4970	4795	4620	3500	3150	2800
40	18	5680	5480	5280	4000	3600	3200
45	22	6390	6165	5940	4500	4050	3600
50	24	7100	6850	6600	5000	4500	4000
55	26	7810	7535	7260	5500	4950	4400
60	28	8520	8220	7920	6000	5400	4800
65	30	9230	8905	8580	6500	5850	5200

PNaviaG – XX– F/N/C/SC/PC/A

XX: Valor de Potencia de la luminaria

Alumbrado público, grandes superficies, centros deportivos.

Configuración de especificaciones generales de la luminaria

- *Dimming* (regulación de brillo) por microprocesador. (Protocolos 0-10V, Dali, red MESH RF 868 MHz)
- Protección de la luminaria a través de un sensor de temperatura
- Sistema temporizado de regulación de la luminosidad en función del tiempo de encendido.
- SIPIC: Mecanismo de modificación de la programación a ejecutar mediante ciclos de encendido de tiempo controlado

Características funcionales

Tipo de luminaria: Exteriores
Largo: 550 mm
Ancho: 320 mm
Profundidad: 220 mm
Material del disipador: Aluminio alta densidad
Dimensiones pantalla: 260 x 315 mm
Control Integrable: Microcontrolador TI ®
Sistema de seguridad: Control de temperatura
Tipo de alimentación: Meanwell® (MBTS) PFC > 0,96
Vida operativa (T_{amb} 25°C): >100.000 h (L90B10)
Ventana óptica: Vidrio templado/policarbonato (Opc.)
Acabado del disipador: Pintura resistente ambientes corrosivos
Color pintura luminaria: Gris RAL 9006 (Opcional: Carta RAL [Especificar en pedido])

Admite reparaciones de sus módulos funcionales y estructurales de manera independiente

Características lumínicas

Tipo de emisores led: OSRAM OSCONIQ P3737®
Color / Reproducción cromática: Blanco CRI > 70. Opcional CRI > 80
Eficiencia de emisión ≥ 92 %
Flujo hacia hemisferio superior (FHS) ≤ 0,1 %

Temperatura del color y la luminosidad de cada valor de potencia seleccionable:

Valores promedio. Los lúmenes efectivos pueden variar ligeramente en función de la óptica seleccionada. Medido a @Tj: 85ºC & Tamb: 25ºC. Funcionamiento nominal estabilizado

TEMPERATURA DE COLOR Y LUMINOSIDAD							
POTENCIA	Nº LEDS	TEMPERATURA DE COLOR					
		Frío 5.500 K	Neutro 4.000 K	Cálido 3.000 K	Súper Cálido 2.200 K	Amarillo PC-Ámbar	Ámbar 590 nm
65	30	9230	8905	8580	6500	5850	5200
70	32	9940	9590	9240	7000	6300	5600
75	34	10650	10275	9900	7500	6750	6000
80	36	11360	10960	10560	8000	7200	6400
85	40	12070	11645	11220	8500	7650	6800
90	42	12780	12330	11880	9000	8100	7200
95	44	13490	13015	12540	9500	8550	7600
100	46	14200	13700	13200	10000	9000	8000
110	50	15620	15070	14520	11000	9900	8800
120	54	17040	16440	15840	12000	10800	9600
130	60	18460	17810	17160	13000	11700	10400
140	64	19880	19180	18480	14000	12600	11200
150	68	21300	20550	19800	15000	13500	12000
160	72	22720	21920	21120	16000	14400	12800
170	78	24140	23290	22440	17000	15300	13600
180	82	25560	24660	23760	18000	16200	14400
190	86	26980	26030	25080	19000	17100	15200
200	90	28400	27400	26400	20000	18000	16000
210	96	29820	28770	27720	21000	18900	16800
220	100	31240	30140	29040	22000	19800	17600
230	104	32660	31510	30360	23000	20700	18400
240	108	34080	32880	31680	24000	21600	19200
250	114	35500	34250	33000	25000	22500	20000
260	118	36920	35620	34320	26000	23400	20800

REGULACIÓN DE LUMINOSIDAD POR TEMPORIZACIÓN:

Programables hasta en 10 tramos horarios.

SIPIC: Almacena hasta 5 programas diferentes seleccionables en tiempo real sin hardware añadido mediante ciclos de encendido de tiempos controlados

Ejemplo de modelo de programación temporizada (FW V11 – A2).

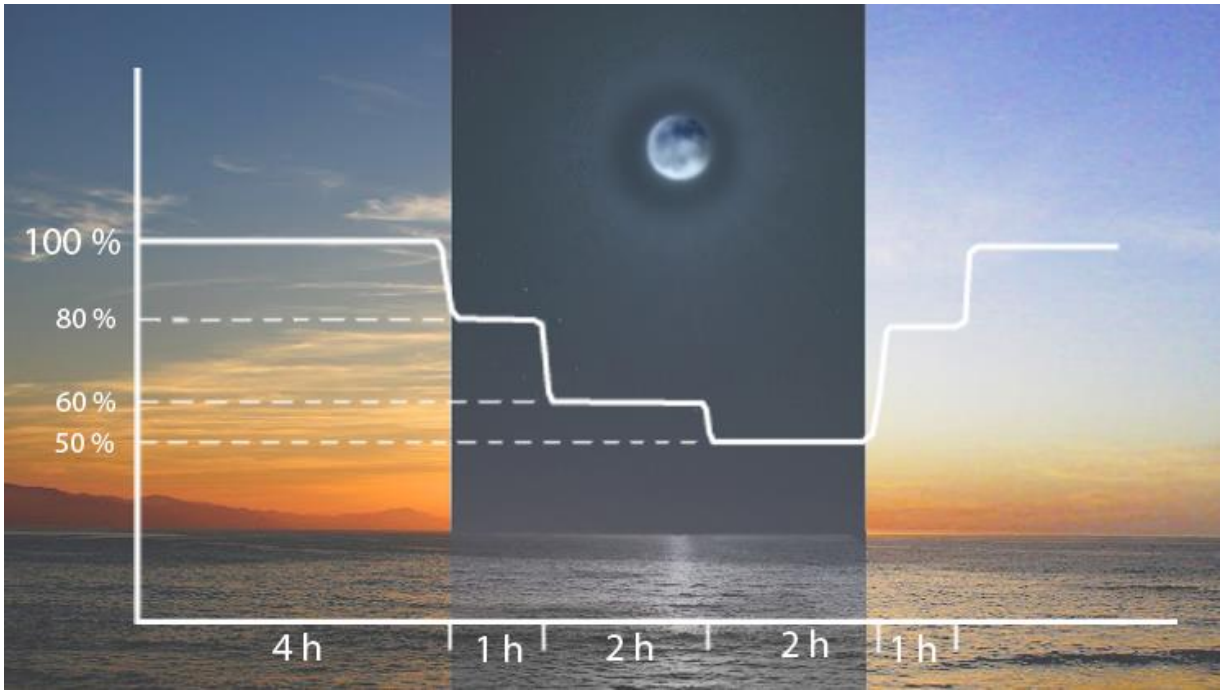
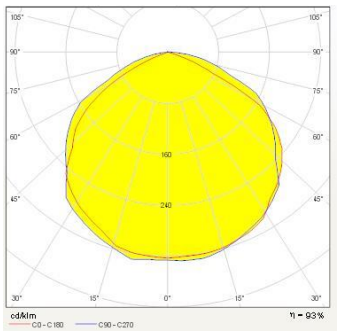
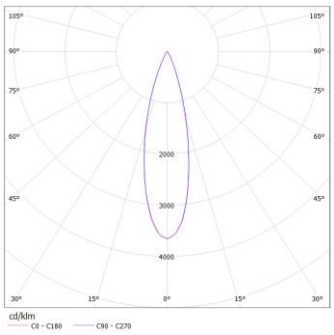
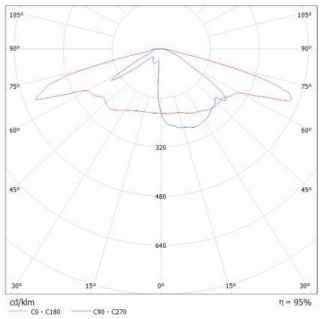
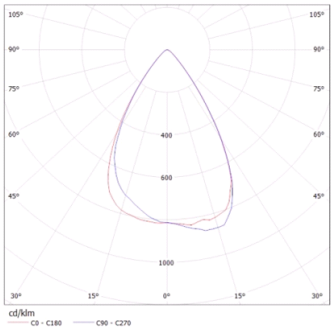
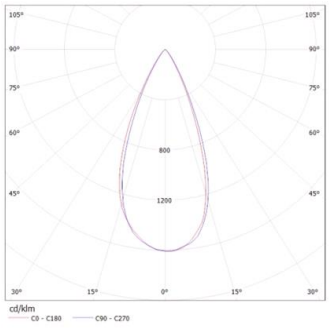
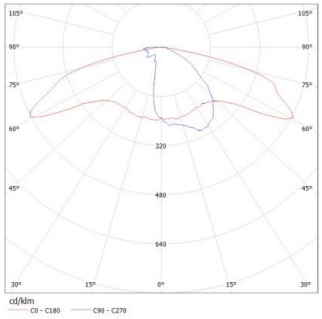


DIAGRAMA DE FLUJO DE EMISIÓN:

Diferentes opciones de diagramas fotométricos según la aplicación donde utilizar la luminaria.

Columnas
Poles
Mât droit cylindro-conique

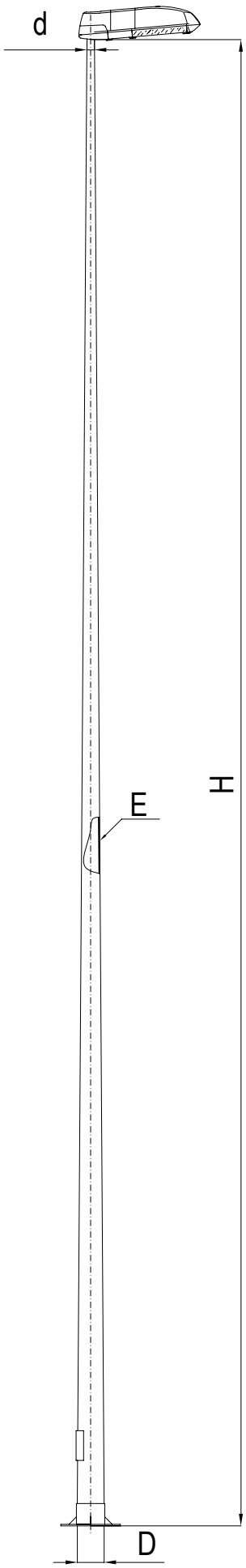
Fabricadas en acero al carbono según la norma EN 40-5:2002 y galvanizadas por inmersión en caliente. Los fustes son troncocónicos de sección circular de una sola pieza (hasta longitud 14 metros), con placa base y acabado en función del modelo que se necesite. Todas las soldaduras son de características mecánicas superiores a las del material base. La unión entre la placa de base y la cimentación se realiza mediante pernos de acero, tuercas y arandelas, todo ello zincado. Para evitar la corrosión las columnas se galvanizan en caliente, cumpliendo con las especificaciones técnicas de recubrimientos galvanizados de la norma ISO 1461:2010. El cálculo de las columnas cumple lo dispuesto en las normas EN 40-3-1 y EN 40-3-3.

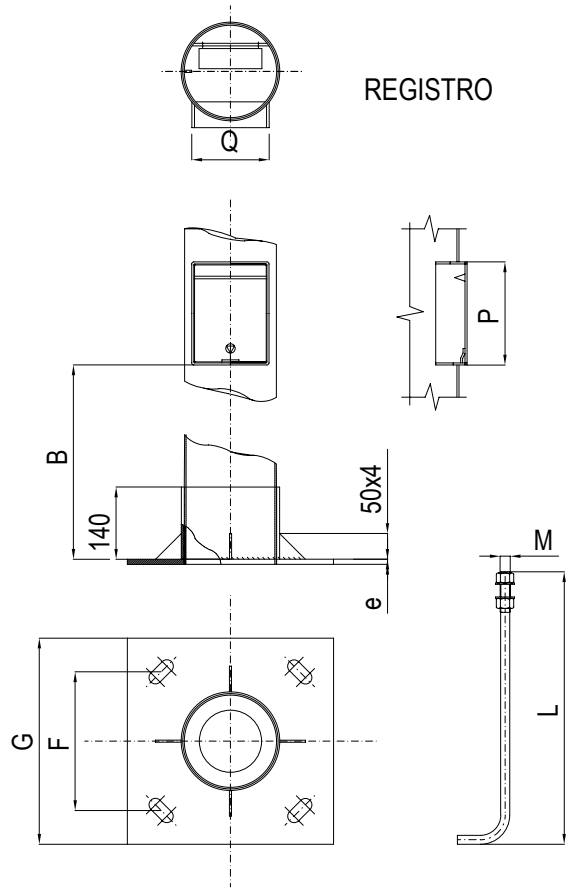
Manufactured in steel according to EN 40-5:2002 and hot dip galvanized.The poles are manufactured in decreasing conical circular section in one piece (up to 14 meters), with base plate and finishing depending on the model that you need. All welded joints are higher mechanics characteristics than the steel of the pole. The fixing between the base plate and the foundation will be done by means of anchor bolts, nuts and washers. To avoid the corrosion, the poles are hot dip galvanized according to ISO 1461:2010. The calculation of the poles complies with standards EN 40-3-1 and EN 40-3-3.

Candélabre droit fabriqué en acier au carbone selon la norme EN 40-5:2002 et galvanisé à chaud. Les poteaux ont une section cylindro-conique avec longueur jusqu'à 14 mètres d'une seule pièce. Les candélabres ont une semelle d'acier pour la fixation, avec épaississeur et dimensions selon le modèle dont vous avez besoin. Toutes les soudages, la longitudinale et la annulaire de la semelle (intérieure et extérieure) ont des caractéristiques mécaniques plus élevés que le matériel principal (acier).La jonction entre la semelle de base et le massif est réalisée par des tiges d' encrage en acier, des écrous et des rondelles, tous zinqué. Pour éviter la corrosion, les candélabres ont galvanisés à chaud par immersion, répondant aux spécifications techniques des revêtements galvanisés ISO 1461:2010 standard. Le calcul mécaniques des candélabres monobloc sont conforme aux normes EN 40-3-1 et EN 40-3-3.*

**Pour le transport terrestre avec camion, la maximun longueur est 13,5 m, et pour un container maritime open-top 40'' est 11,8 m.*

Ayuntamiento Madrid - AM-10



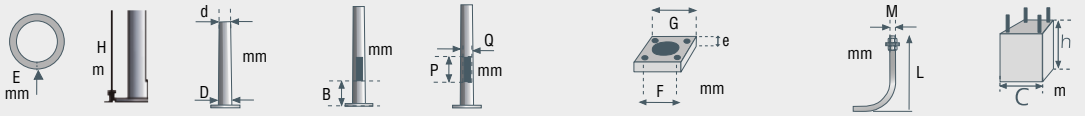


Columnas AM-10 / CPE

REFERENCIA	E	H	d	D	B	P x Q	G	e	F	M x L	C x h
* 403076	3	4	76	124	410	170x110	300	6	215	16x400	0,4X0,6
* 503060	3	5	60	120	410	170x110	300	6	215	16x400	0,4X0,6
* 603060	3	6	60	132	410	170x110	300	6	215	16x400	0,5x0,8
* 703060	3	7	60	144	440	170x110	400	8	285	18x500	0,5x0,8
* 703076	3	7	76	160	440	170x110	400	8	285	18x500	0,5x0,8
* 803060	3	8	60	156	440	200x150	400	8	285	18x500	0,5x1,0
* 803076	3	8	76	172	440	200x150	400	8	285	18x500	0,5x1,0
* 903060	3	9	60	168	440	200x150	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 903076	3	9	76	184	440	200x150	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 904060	4	9	60	168	440	200x150	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 904076	4	9	76	184	440	200x150	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 103060	3	10	60	180	440	200x150	400	10	285	20x600	0,6x1,2
* 103076	3	10	76	196	440	200x150	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 104060	4	10	60	180	440	200x150	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 104076	4	10	76	196	440	200x150	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 124060	4	12	60	204	440	200x150	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 124076	4	12	76	220	440	200x150	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 144060	4	14	60	228	440	200x150	400	12	285	22x700	0,8x1,5
* 144076	4	14	76	244	440	200x150	400	12	285	22x700	0,8x1,5

Para indicar la columna, sustituir el * por CM, para Columna Ayto. Madrid y CPE, para Columna CPE
EJEMPLO: CM903060 es la columna Ayto. Madrid y CPE903060 es la Columna CPE
NOTA: Las columnas 144060 y 144076 solo están disponibles para Columna Ayto. Madrid (CM).

Columnas CE / CMX



REFERENCIA	E	H	d	D	B	P x Q	G	e	F	M x L	C x h
* 303060	3	3	60	96	500	300x65	300	6	215	16x400	0,4x0,6
* 353060	3	3,5	60	102	500	300x70	300	6	215	16x400	0,4x0,6
* 403060	3	4	60	108	500	300x75	300	6	215	16x400	0,4x0,6
* 403076	3	4	76	124	500	300x75	300	6	215	16x400	0,4x0,6
* 503060	3	5	60	120	500	300x75	300	6	215	16x400	0,4x0,6
* 603060	3	6	60	132	500	300x80	300	6	215	16x400	0,5x0,8
* 703060	3	7	60	144	500	300x90	400	8	285	18x500	0,5x0,8
* 703076	3	7	76	160	500	300x100	400	8	285	18x500	0,5x0,8
* 803060	3	8	60	156	500	300x105	400	8	285	18x500	0,5x1,0
* 803076	3	8	76	172	500	300x110	400	8	285	18x500	0,5x1,0
* 903060	3	9	60	168	500	300x110	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 903076	3	9	76	184	500	300x115	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 904060	4	9	60	168	500	300x110	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 904076	4	9	76	184	500	300x115	400	8	285	20x600	0,5x1,0
* 103060	3	10	60	180	500	300x115	400	10	285	20x600	0,6x1,2
* 103076	3	10	76	196	500	300x120	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 104060	4	10	60	180	500	300x115	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 104076	4	10	76	196	500	300x120	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 124060	4	12	60	204	500	300x125	400	10	285	22x700	0,6x1,2
* 124076	4	12	76	220	500	300x130	400	10	285	22x700	0,6x1,2

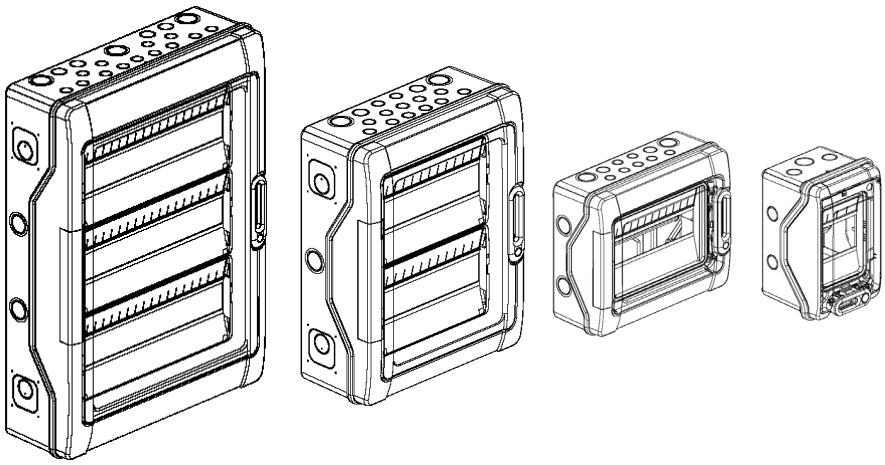
Para indicar la columna, sustituir el * por CE para Columna Europea y CMX para Columna Mixta
EJEMPLO: CE903060 es la Columna Europea y CMX903060 es la Columna Mixta

Los datos de cimentación son orientativos. Bacolsa declina toda responsabilidad ya que no conoce la resistencia del terreno donde se va a instalar.

Viale Borri 231
21100 Varese - Italia

Centralini a tenuta stagna IDROBOARD

N. cat.:
F107N4D - F107N6D - F107N8D
F107N12D - F107N24D - F107N36D3
F107N18D - F107N36D2 - F107N54D - F107N72D



Indice Pagine

1. Descrizione - Uso 2
2. Gamma.....2
3. Dati dimensionali 2
4. Caratteristiche generali 3
5. Messa in opera - Collegamento.....4
6. Conformità e certificaziono 4
7. Apparecchiature ed accessori 4

IInformativa di Prodotto : IDP000060IT_01 Modificata il : 10/02/2016 Prima stesura: 28/09/2015

Centralini a tenuta stagna IDROBOARD

N. cat.:
F107N4D - F107N6D - F107N8D
F107N12D - F107N24D - F107N36D3
F107N18D - F107N36D2 - F107N54D - F107N72D

1. DESCRIZIONE - USO

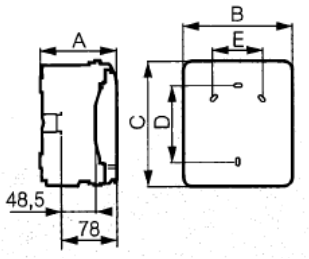
Centralini a tenuta stagna IP65 IDROBOARD da 2 a 4x18 moduli.
. Materiale in polistirene rinforzato resistente agli urti
. Telaio e frontale amovibile a partire dalla versione a 2 file
. Guida a due posizioni per prodotti modulari e interruttori scatolati
. Distanza tra le guide: 150 mm
. Installabilità di piastre preforate e pannelli pieni per il montaggio di prodotti non modulari
. Fissaggio diretto della presa di corrente sul lato del centralino a partire dalle versioni a 2 file
. Maniglia accessoriabile con serratura, coperchio e piastra frontale piombabili
. Portello e centralino completamente reversibili
. Passacavi ad entrata diretta in dotazione

2. GAMMA, TABELLA EQUIVALENZE

Nuovo n. cat.	Numero di file	Numero di moduli
F107N4D	1	4
F107N6D	1	6
F107N8D	1	8
F107N12D	1	12
F107N24D	2	24
F107N36D3	3	36
F107N18D	1	18
F107N36D2	2	36
F107N54D	3	54
F107N72D	4	72

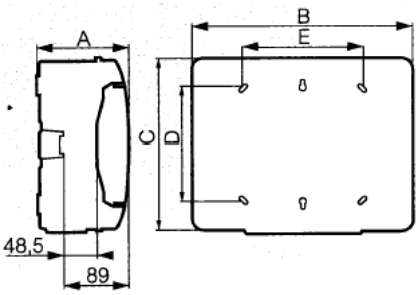
3. DATI DIMENSIONALI

Centralini da quattro a otto moduli



	Dimensioni (mm)				
N. cat.	A	B	C	D	E
F107N4D	115,6	128	200	120	-
F107N6D	115,6	164	200	120	70
F107N8D	115,6	200	200	120	106

Centralini da dodici a diciotto moduli



	Dimensioni (mm)				
N. cat.	A	B	C	D	E
F107N12D	141	340	282	180	180
F107N24D	161	340	432	330	180
F107N36D3	161	340	622	480	180
F107N18D	141	448	282	180	290
F107N36D2	161	448	432	330	290
F107N54D	161	448	622	480	290
F107N72D	161	448	822	680	290

Centralini a tenuta stagna IDROBOARD

N. cat.:
F107N4D - F107N6D - F107N8D
F107N12D - F107N24D - F107N36D3
F107N18D - F107N36D2 - F107N54D - F107N72D

4. CARATTERISTICHE GENERALI

Caratteristiche tecniche:
. Colore scatola: grigio chiaro L750A
. Colore coperchio: grigio scuro RAL 7035
. Colore finestra: blu trasparente
. Grado di protezione: IP65 – IK09
. Autoestinguente : 750°C
. Doppio isolamento classe II
. Tensione nominale di esercizio: 400 V AC – 50/60 Hz
. Tensione nominale di isolamento: 400 V AC – 50/60 Hz
. Corrente di cortocircuito: 10 kA
. Temperatura di stoccaggio e installazione:
Centralini da quattro a otto moduli: da -15°C a +55°C (+70°C/24 H)
Centralini da dodici a diciotto moduli: da -25°C a +55°C (+70°C/24 H)
. Temperatura di esercizio: da -25°C a 40°C
. Corrente max. ammessa:
F107N24D/F107N4D/F107N6D : 32 A
F107N72D/F107N8D : 40 A
F107N12D/F107N18D : 63 A
F107N24D/F107N36D3/F107N36D2 : 90 A
F107N54D/F107N72D : 125 A
. Carichi tollerabili: 40 N per fila

Materiali:
. Scatola, coperchio, staffe della guida, staffe dei morsetti, coperchio incernierato e piastra frontale: polistirene rinforzato antiurto
. Portello: policarbonato trasparente
. Indicatore luminoso per identificazione maniglia e portello: policarbonato
. Maniglia: policarbonato rinforzato con fibra di vetro
. Passacavi: polipropylene + SEBS
. Viti e molle di coperchio/scatola: acciaio inossidabile
. Altre viti: acciaio zincato
. Guide: acciaio galvanizzato

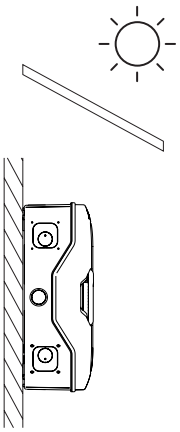
Centralini senza morsetti:

Numero di prefratture
Il centralino presenta lo stesso numero di prefratture nella parte superiore e inferiore.

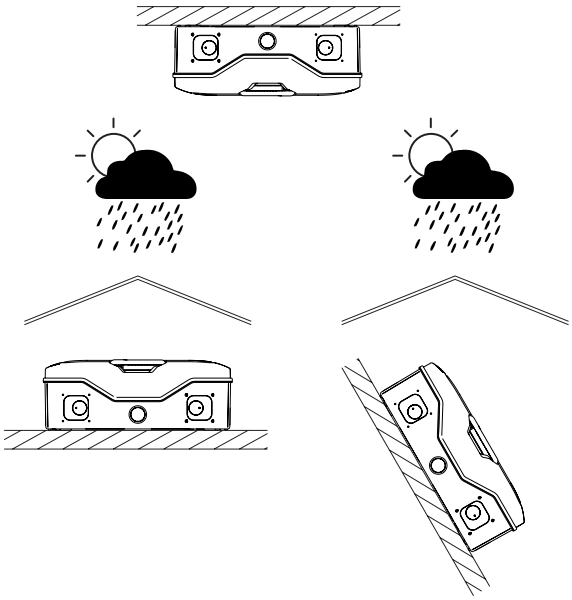
	Numero di prefratture su ciascuno			Numero di passacavi in dotazione		
	Ø 20 mm	Ø 25 mm	Ø 32 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm	Ø 32 mm
F107N4D	2	1	-	-	-	-
F107N6D	4	1	-	-	-	-
F107N8D	6	1	-	-	-	-
F107N12D	7	2	2	-	-	-
F107N24D	13	2	2	-		-
F107N36D3	13	2	2	-	-	-
F107N18D	12	2	3	-	-	-
F107N36D2	13	4	3	-	-	-
F107N54D						
F107N72D						

5. MESSA IN OPERA - COLLEGAMENTO

Posizionamento verticale



Posizionamento orizzontale/inclinato



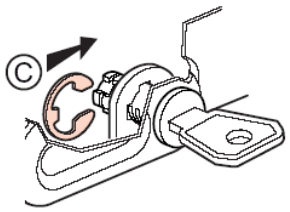
6. CONFORMITA' E CERTIFICAZIONI

IEC 61 439-3
IEC 60 695-2-11
IEC 62 262
IEC 62 208
RoHS
WEEE
REACH

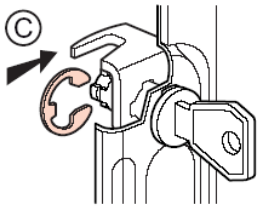
7. APPARECCHIATURE E ACCESSORI

Serratura a chiave n. cat. F107NC1
Serratura a chiave n. 850

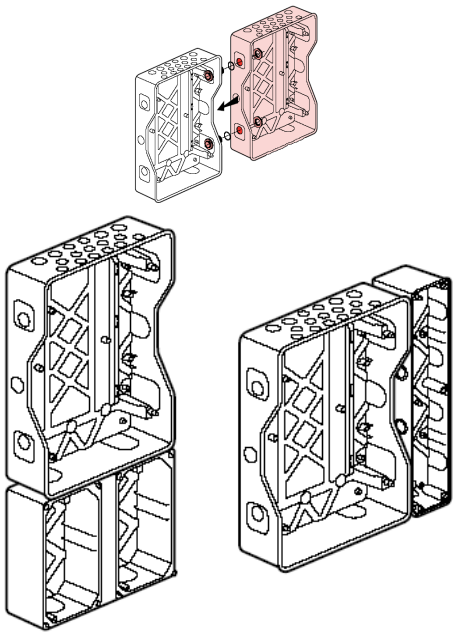
Centralini da 2 a 8 moduli



Centralini da 12 a 18 moduli



Kit di giunzione n. cat. F107NK
Garantisce il passaggio dei cavi tra due centralini o bussole multifunzione orizzontali o verticali, mantenendo il grado di protezione IP65

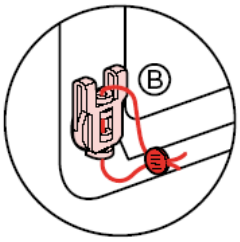


7. APPARECCHIATURE E ACCESSORI (segue)

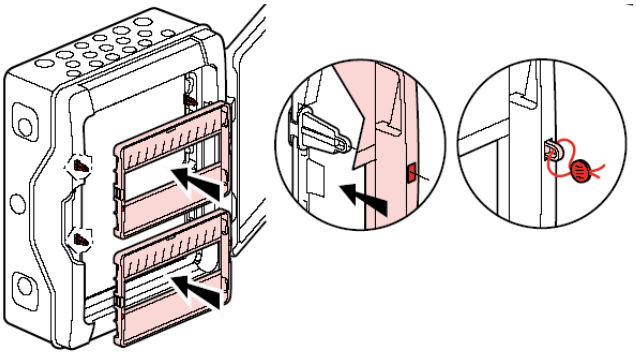
Kit di piombatura n. cat. F107NPB

Set composto da due coprimorsetti sigillabili per coperchi e otto staffe sigillabili per piastre frontali.

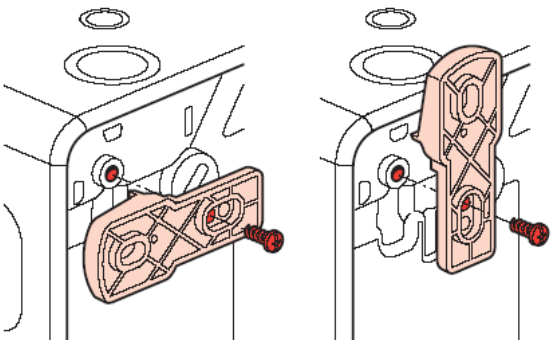
Coprimorsetti sigillabili per coperchi



Staffe sigillabili per piastre frontali



Set composto da quattro capicorda per montaggio a parete n. cat. F107NS



Otturatori n. cat. F107FP5

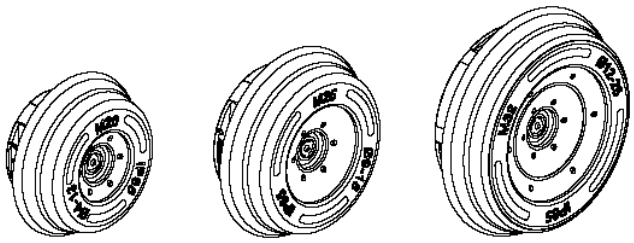
Set composto da cinque otturatori, separabili in moduli o semimoduli, grigio scuro RAL 7046.

Centralini a tenuta stagna IDROBOARD

N. cat.:
F107N4D - F107N6D - F107N8D
F107N12D - F107N24D - F107N36D3
F107N18D - F107N36D2 - F107N54D - F107N72D

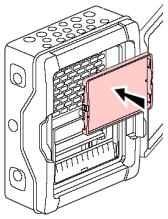
Passacavi ad entrata diretta n. cat. F107RDT

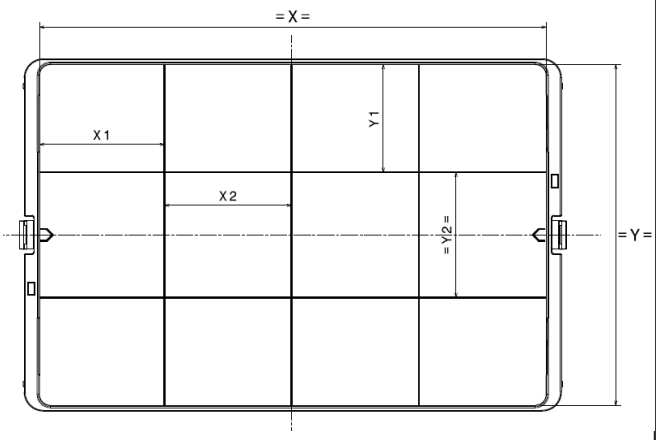
Pacchetto comprendente 2 passacavi ISO Ø 32 mm, 5 passacavi ISO Ø 25 mm e 10 passacavi ISO Ø 20 mm.
Questi passacavi mantengono i livelli di protezione IP65 e IK09 del centralino.



Pannelli pieni

per centralini da 12 moduli n. cat. F107PA12
per centralini da 18 moduli n. cat. F107PA18



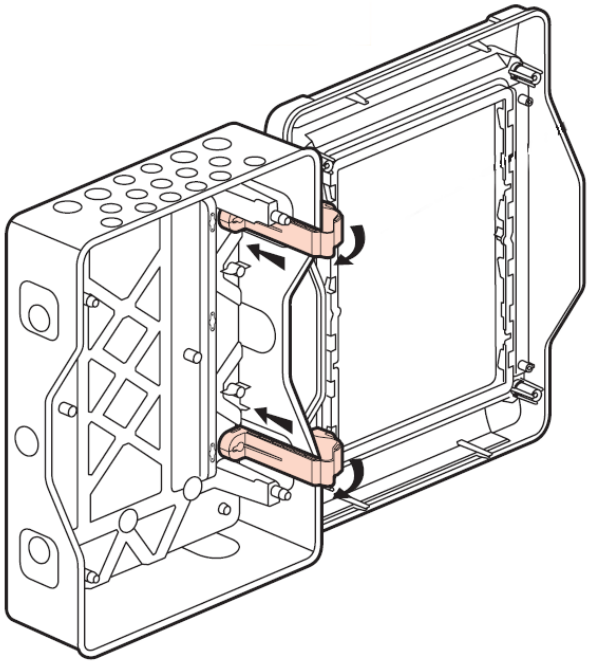


N. cat.	X	X1	X2	Y	Y1	Y2
0 019 64	215	53	54	145	45	53
0 019 65	324	53	54	145	45	53

7. APPARECCHIATURE E ACCESSORI (segue)

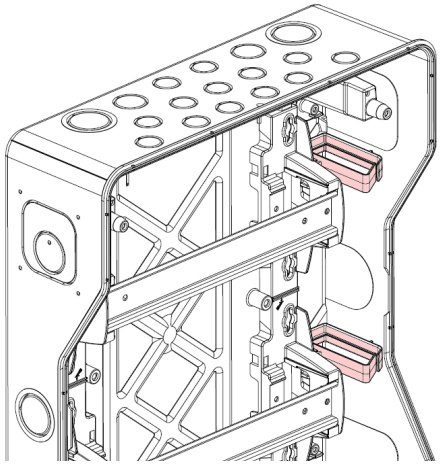
Cerniere n. cat. F107NCH

Set composto da 2 cerniere che uniscono la parte posteriore del centralino al coperchio.



Bracciale guidacavi
Bracciale guidacavi fornito con il kit:

N. cat.	Numero di bracciali
F107N24D	2
F107N36D3	3
F107N36D2	2
F107N54D	3
F107N72D	4

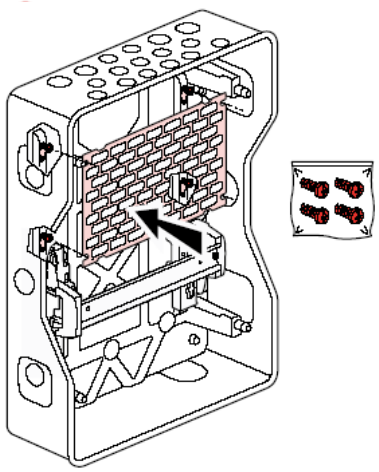


Centralini a tenuta stagna IDROBOARD

N. cat.:
F107N4D - F107N6D - F107N8D
F107N12D - F107N24D - F107N36D3
F107N18D - F107N36D2 - F107N54D - F107N72D

Piastre forate dotate di quattro viti di fissaggio
Utilizzabile in sostituzione della guida DIN con una piastra per l'installazione di apparecchi non-modulari

Per centralino da 12 moduli, altezza 150 mm, n. cat. F107PS12
Per centralino da 18 moduli, altezza 150 mm, n. cat. F107PS18



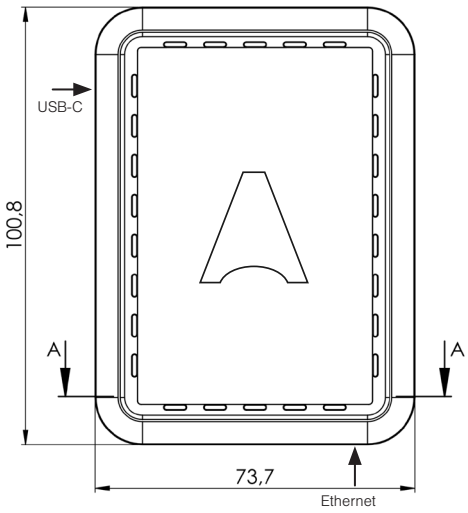
Morsetti IP2X

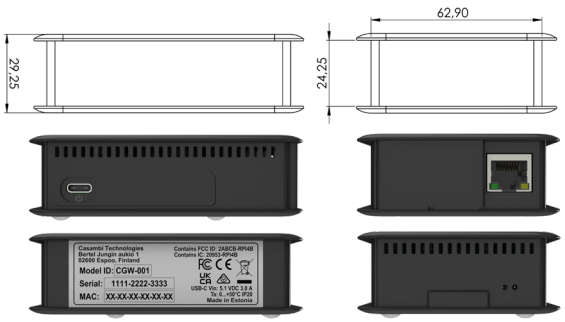
	Morsetti IP2X		
	Terra		Neutro
F107N4D	0 048 30		0 048 40
F107N6D	0 048 30		0 048 40
	0 048 32		0 048 42
F107N8D	0 048 32		0 048 42
F107N12D	0 048 34 + 0 048 19		0 048 44 + 0 048 19
F107N24D	0 048 36 + 0 048 19		0 048 46 + 0 048 19
F107N36D3	2x 0 048 36	**O**	2x 0 048 46
F107N18D	0 048 35		0 048 45
F107N36D2	2x 0 048 36 4x 0 048 36	**E** **O**	2x 0 048 46 4x 0 048 46
F107N54D			
F107N72D			

Casambi Cloud Gateway

CGW-001-PSU
CGW-001-POE

Receive data from your Casambi network and remotely control it over the internet with a Casambi Cloud Gateway. Two product variants are available; PSU (CGW-001-PSU) and PoE-enabled (CGW-001-POE). The Power Supply Unit (PSU) version comes with a power adapter that's suitable for the EU, UK, US, AU and PRC regions. The Power over Ethernet (PoE) version comes with a splitter to separate the power from the data and feed it into a separate input.





Certifications

Contains FCC ID: 2ABCB-RPI4B
Contains IC: 20953-RPI4B

PSU cable

PoE cable

Installation guide here:

www.casambi.com

© Copyright Casambi Technologies Oy 2023

User interface and Functionality

The Casambi Cloud Gateway affords much of the same end-user functionality as the Casambi App, the latter being the user interface for this gateway.

Lighting control options

- Dim or turn on/off singular or groups of luminaires.
- Dim or turn on/off a whole network.
- Turn on/off scenes and animations.
- Control color temperature, hue and saturation utilizing the control slider in the app.
- Create and edit timers.

Security

- Instructions for the required network settings are provided in the installation guide.
- The Casambi Cloud Gateway initiates all network traffic – there are no incoming network connections.
- All internet connections are encrypted (HTTPS).
- We advise installers to follow industry best practices such as adding the gateway to a network that is separate from business-critical devices and storing the gateway in a secure location.

Further considerations

- For indoor use only.
- Use one Casambi Cloud Gateway per Casambi network.
- Works with Casambi's Evolution firmware.
- For remote control and monitoring of a Casambi network in real-time.
- Remote commissioning, configuration and updating of new nodes are not possible via the gateway.

Technical specification

The Casambi Cloud Gateway comes with Ethernet and Wi-Fi connections for internet access and flash memory on a hardware-dedicated SD card. It is based on the Raspberry Pi 4, which has 47 certifications spanning CE, FCC, IC, UK CA, KCC, and features the following specifications:

- Broadcom BCM2711, Quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- 4GB LPDDR4-3200 SDRAM
- 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- USB-C and Ethernet ports
- 5V DC via USB-C connector (minimum 3A)
- Power over Ethernet (PoE) enabled
- Operating temperature: 32 – 122 degrees F ambient (0 – 50 degrees C ambient).

© Copyright Casambi Technologies Oy 2023

CASAMBI INSIDE

Descripción

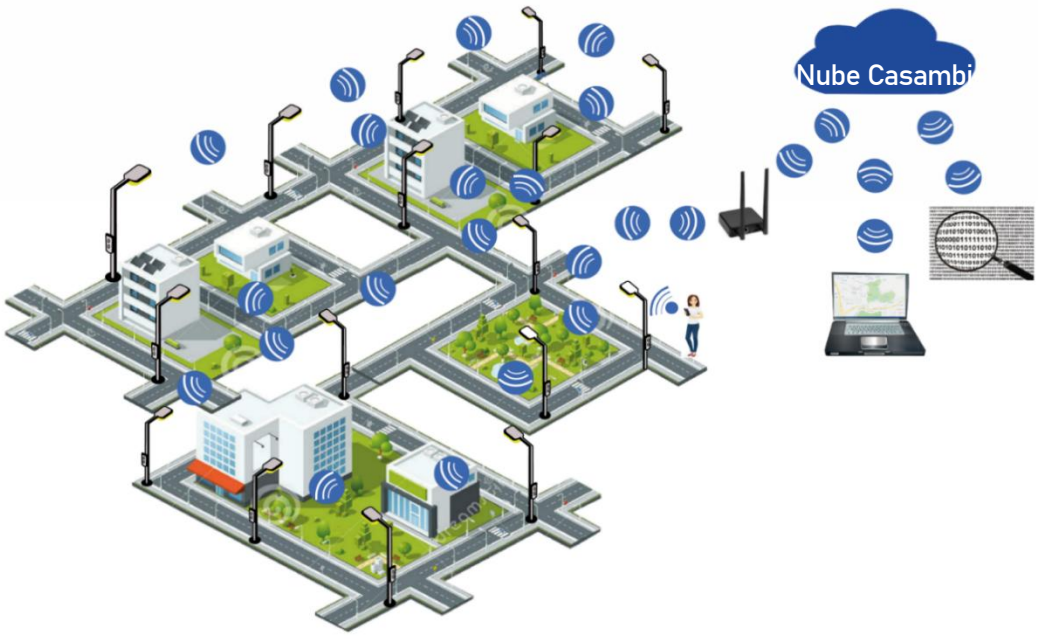
Los nodos de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA permiten el control autónomo y la regulación de dispositivos DALI (drivers LED, balastos electrónicos, etc.) de forma fácil. No es necesario utilizar concentradores, dispositivos maestros ni programas informáticos complejos.

La comunicación se realiza mediante una red mallada Bluetooth. Cada nodo de control almacena la información de su propia configuración y también la del resto de nodos instalados en la misma red. Esto dota al sistema de un alto nivel de robustez y también simplifica el eventual reemplazo de algún nodo de control, ya que se incorporaría a la red sin tener que programarlo.

La configuración y el control se pueden realizar desde un teléfono móvil o tablet utilizando la aplicación gratuita CASAMBI (disponible para iOS y Android). Una vez configuradas, las redes funcionan de forma autónoma. El control remoto de la instalación es posible a través de la nube Casambi mediante un dispositivo con la App Casambi que tenga conexión a Internet habilitado como gateway.

Su utilidad principal es el control de instalaciones de iluminación exterior. Están provistos de una carcasa IP66 resistente a impactos y a los rayos UV. Incorpora membrana de ventilación hidrofóbica para evitar la condensación.

La conexión eléctrica y la fijación mecánica se realizan a través de un zócalo estandarizado ZHAGA book 18 sin necesidad de usar herramientas, mediante inserción y giro.



▪ Funcionamiento

Mediante la App CASAMBI APP es posible agrupar las luminarias por calles, establecer niveles de regulación basados en la hora o relativos al amanecer/anochecer, programar eventos de calendario para fechas específicas, etc.

Se pueden seleccionar diferentes tipos de red (con diferentes velocidades de comunicación y rangos de alcance). El rango de alcance entre los nodos de control en exteriores sin obstáculos es de hasta 70m en redes Equilibradas BLE4.0 y puede exceder los 200m en redes BLE5.0 Largo alcance. La incorporación de los nodos a la red debe hacerse individualmente con un teléfono móvil o tablet dentro del rango de alcance de cada unidad. Para realizar la posterior configuración y puesta en marcha de todos los nodos de la instalación, basta con estar dentro del rango de alcance de uno de ellos. Al tratarse de una red mallada, los nodos se comunican entre sí hasta que la información llega al nodo para el que estuviera destinada, aunque esté situado lejos.

La comunicación está dotada de seguridad mediante mensajes encriptados. Es posible establecer diferentes niveles de acceso y permisos (usuario, gestor, administrador). La información de la configuración de la red se puede almacenar opcionalmente en la nube CASAMBI y recuperarla si fuera necesario. Pueden crearse múltiples puntos de restauración. Cuando un nodo de control recibe una actualización de firmware, esta se retransmitirá e instalará automáticamente en los demás nodos de la red.

Cada red puede admitir hasta 250 nodos de control (u otros equipos Casambi). Dependiendo de la velocidad de transmisión de la red y del tráfico de datos previsto, el número máximo de equipos puede verse reducido para asegurar un comportamiento fluido. Una instalación puede tener un número ilimitado de redes que se pueden agrupar en un site. A través de los sites se pueden controlar diferentes redes simultáneamente, para ello, cada red debe tener acceso a Internet a través de un dispositivo con la aplicación Casambi instalada y con la función gateway activada.

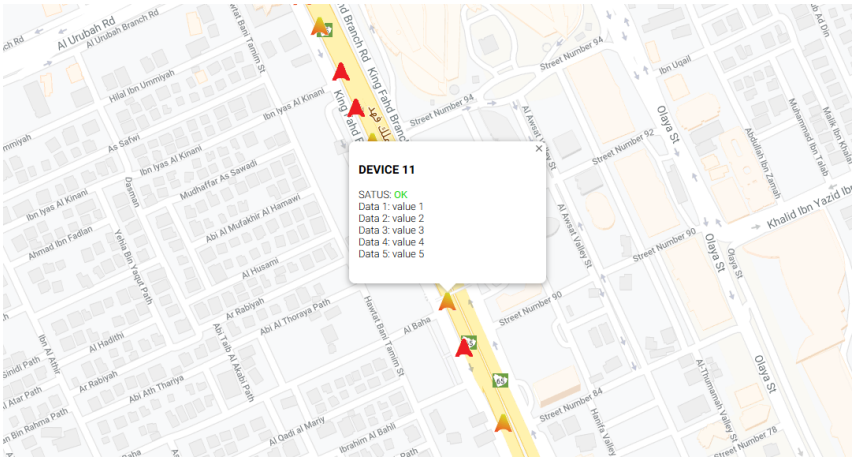
Puede controlarse cada nodo individual o por grupos (encendido/apagado, regulación 0-100%, control circadiano, blanco tuneable, RGB, RGBW, etc.).

Existen diferentes perfiles DALI disponibles para poder elegir el que mejor se adapte a los requisitos de la luminaria (consulte la tabla de perfiles).

Es compatible con dispositivos de otros fabricantes que también incorporen el chip CASAMBI y con productos CASAMBI Ready como: luminarias, sensores de presencia, relés, actuadores, pulsadores, etc.

Algunos perfiles permiten utilizar un sensor de movimiento y/o luminosidad DALI2 externo conectado en el mismo bus DALI. Se mostrará como un sensor de movimiento y/o lumínico en la App de Casambi. La temperatura interna de cada nodo de control se puede monitorizar desde la aplicación Casambi.

CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA está preparado para IoT. Puede recibir información de drivers DALI2 D4i (consumo, horas de funcionamiento, consumo acumulado, temperatura, etc.) y enviar la información a la nube de Casambi mediante un dispositivo conectado a internet y con la App Casambi habilitada como Gateway. El acceso a los datos es posible a través de la API Casambi y el protocolo estandarizado JSON.



▪ Especificaciones técnicas

CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA	
Tensión nominal de entrada	24Vcc SELV
Rango de tensión de entrada	18-30Vcc SELV
Corriente de entrada en standby	25mA + Corriente de salida DALI
Corriente de entrada pulsada (*)	75mA@24Vcc
Consumo en reposo (standby)	<0,6W @24Vcc (con un dispositivo DALI conectado)
Consumo pulsado de potencia (*)	<1,8W @24Vcc
Señal de control	DALI/DALI2
Tensión de fuente DALI integrada	16Vcc
Corriente DALI garantizada	45mA
Corriente de salida DALI máxima (**)	60mA
Rango de regulación	0-100%
Interfaz de comunicación RF	Bluetooth 4.0 o 5.0 Low energy (BLE)
Protocolo de comunicación RF	Casambi
Espectro RF	2402–2483 MHz
Red RF	Red mallada de alta disponibilidad con espectro de dispersión basado en saltos continuos de frecuencia
Máxima potencia de transmisión	+7 dBm
Clase inalámbrica	Clase 2
Seguridad de datos	Encriptación AES 128 bit + criptografía de curva elíptica
Actualización de firmware	Inalámbrica OTA (Over the air)
Actualización de hora/fecha	Contador interno automático. Actualizable por App, o Casambi gateway, o mediante dispositivo timer Casambi, en caso de fallo de tensión de alimentación en toda la red.
Protecciones	Exceso de temperatura
Monitorización de temperatura	Temperatura interna visible en la App Casambi
Temperatura de funcionamiento	-40ºC a +70ºC
Dimensiones	Diámetro 48mm. Altura 44mm
Peso	100gr
Caja individual	6,8 x 6,8 x 5cm / 0,045Kg
Embalaje (Packing)	84 Uds por embalaje. 34 x 31,5 x 23cm / 4,15kg
Material de la envolvente	PC con tratamiento anti-UV
Aislamiento de envolvente	Aislamiento reforzado ⧈
IP	66
IK	09
Conector	ZHAGA Book 18
Normativas	EN 61347-1:2016, EN 61347-2-11:2003, EN 55015:2013, EN 61547:2011, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 301489-1, EN 301489-17
Normativa DALI	IEC 62386 parte 101, 103, 351
Directivas	(LVD) 2014/35/UE, (EMC) 2014/30/UE, (RED) 2014/53/UE, (RoHS) 2011/65/UE, (REACH) 1907/2006.

(*) La comunicación por el bus DALI origina un consumo y corriente de entrada pulsados. Datos facilitados para el dimensionamiento de la fuente de 24VDC.

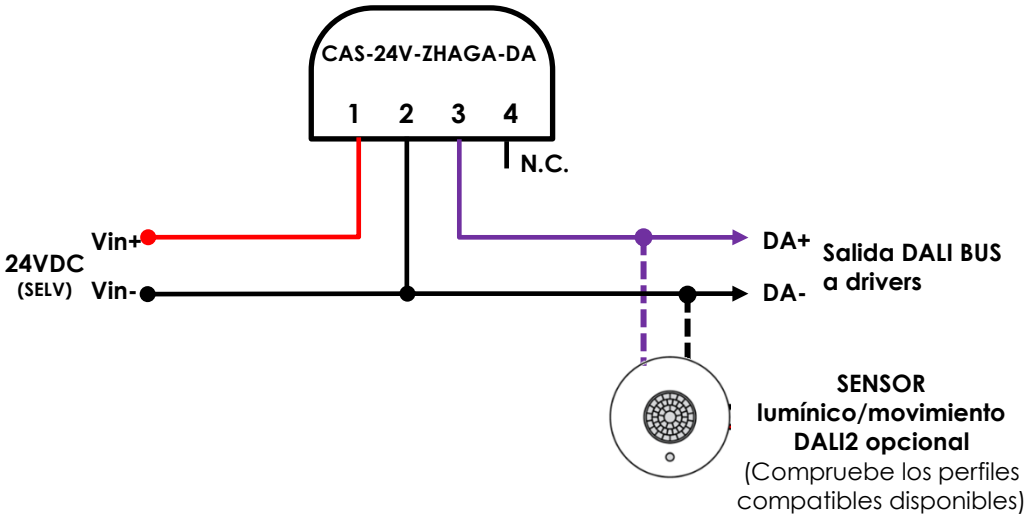
(**) Cuando la fuente DALI integrada de 60mA max está activada, la corriente máxima suministrada por otros componentes en el bus DALI no podrá exceder de 190mA.

▪ Perfiles (fixtures) estándar

PERFIL	DESCRIPCIÓN
DALI Lin* Broadcast	**DALI Broadcast.** Curva lineal de regulación. Perfil de fábrica por defecto.
DALI Log Broadcast	**DALI Broadcast.** Curva logarítmica de regulación.
DALI Lin* BC +Ext. Sensors	**DALI Broadcast.** Curva lineal de regulación. **Sensor externo DALI2 de presencia y luminosidad** aparece en App.
DALI Lin* BC +Ext. Presence	**DALI Broadcast.** Curva lineal de regulación**. Sensor externo DALI2 de presencia** aparece en App.
DALI Lin* (4xGroup)	**DALI 4xGroup**. Curva lineal de regulación. Controla grupos DALI G0-G3.
DALI Log (4xGroup)	**DALI 4xGroup**. Curva logarítmica de regulación. Controla grupos DALI G0-G3.
DALI Lin* DT6 TW Warm-Cool SA	**DALI Blanco Tuneable. DT6** Curva lineal de regulación. Control de tono "**Warm-Cool**" (no indica valores de CCT). Usa direcciones A0, A1. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 TW 3-5K SA	**DALI DT6 Blanco dinámico 3000K-5000K.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0, A1. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 RGB SA	**DALI DT6 RGB.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A2. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 RGB/W SA	**DALI DT6 RGB/W.** Curva lineal. Control de balance Blanco/Color. Usa direcciones A0-A3. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 RGB/W+W SA	**DALI DT6 RGB/W+W.** RGBW + canal adicional Blanco2. Curva lineal. Control de balance Blanco1/Color. Control individual para el canal adicional Blanco2. Usa direcciones A0-A4. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 RGB/W+Wi SA	**DALI DT6 RGB/W+Wi.** RGBW + canal adicional Blanco2 (independente del dimmer general). Curva lineal de regulación. Control de balance Blanco1/Color. Control individual para el canal adicional Blanco2. Usa direcciones A0-A4. Direccionamiento DALI automático.
DALI Lin* DT6 2xDIM SA	**DALI DT6 2xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0, A1. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 3xDIM SA	**DALI DT6 3xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A2. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 4xDIM SA	**DALI DT6 4xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A3. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 5xDIM SA	**DALI DT6 5xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A4. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 6xDIM SA	**DALI DT6 6xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A5. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 7xDIM SA	**DALI DT6 7xDimmers**. Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A6. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Lin* DT6 8xDIM SA	**DALI DT6 8xDimmers.** Curva lineal de regulación. Usa direcciones A0-A7. Direccionamiento DALI automático. Cuando se regula desde el icono en la App, todos los controles individuales se sobrescriben con el nuevo valor ajustado.
DALI Log DT8 TW 1.5-7.9K BC	**DALI DT8 Blanco dinámico 1500-7900K.** Broadcast. Curva logarítmica de regulación.
DALI lin* DT8 TW 2.7-6K BC	**DALI DT8 Blanco dinámico 2700-6000K.** Broadcast. Curva lineal de regulación.
DALI Lin* DT8 TW 3-5K BC	**DALI DT8 Blanco dinámico 3000-5000K.** Broadcast. Curva lineal de regulación.
DALI Lin* DT8 XY/W BC	**DALI2 DT8 XY/W** Broadcast. Control del color mediante coordenadas X, Y.
DALI Lin* DT8 RGB/W BC	**DALI DT8 RGB/W**. Broadcast. Curva lineal de regulación. Control de balance Blanco/Color

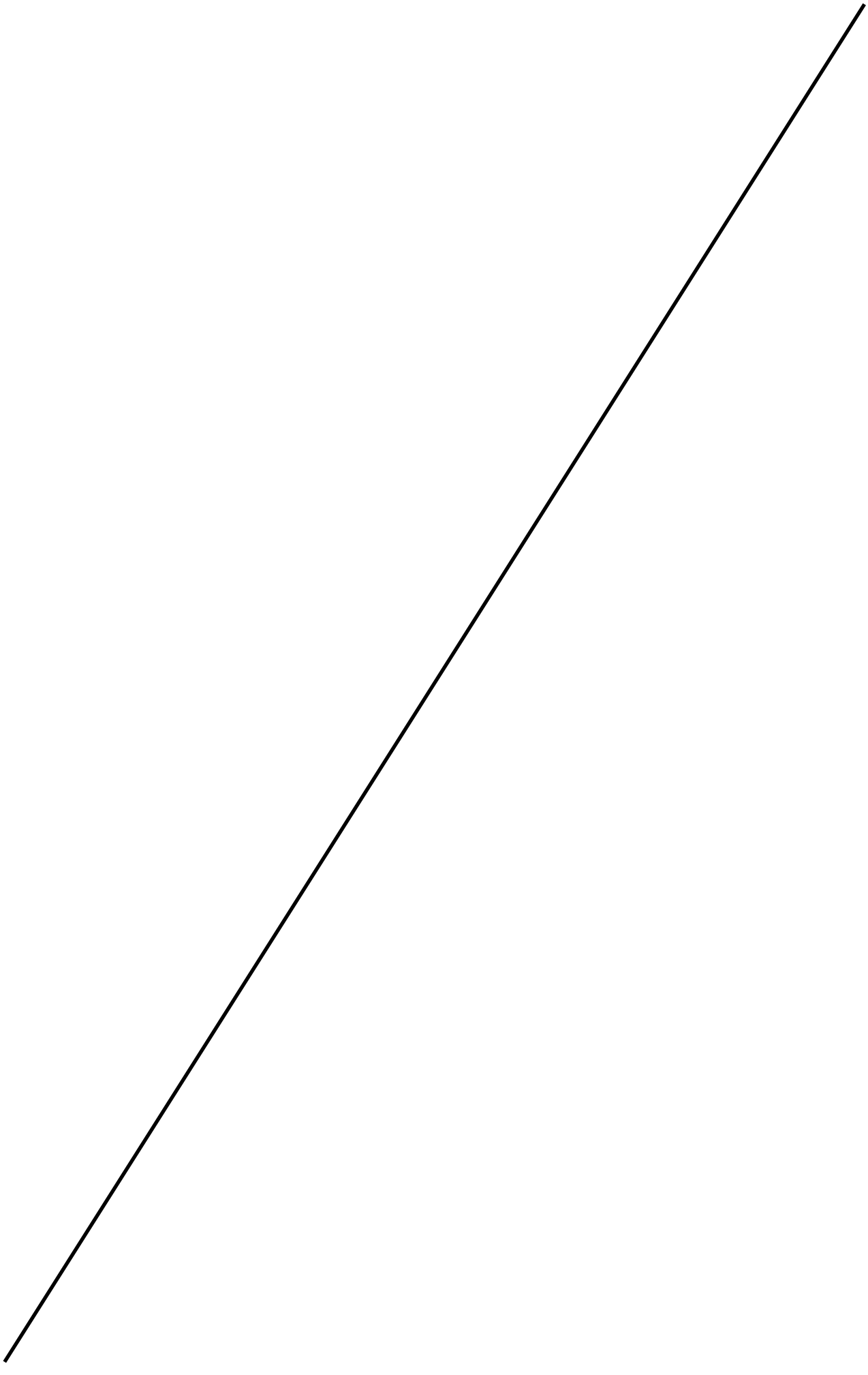
Otros perfiles disponibles bajo petición.

▪ Esquema de conexionado



Vista inferior

OLFER y CASAMBI son marcas comerciales registradas. Nos reservamos el derecho a realizar cualquier cambio sin previo aviso en este documento, no siendo responsables de los daños y perjuicios que esto pudiera ocasionar. Esta información refleja la funcionalidad de los equipos fabricados actualmente. Debido a las mejoras continuas en el firmware, software o hardware es posible que los equipos fabricados anteriormente no dispongan de todas las funcionalidades indicadas en esta ficha técnica.



ANEXO VIII:

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Normativa aplicable 1

3. Datos de la obra y antecedentes 3

3.1 Emplazamiento 3

3.2 Presupuesto de la instalación 3

3.3 Plazo de ejecución 3

3.4 Número de trabajadores 3

3.5 Edificios colindantes 4

3.6 Accesos 4

3.7 Centro asistencial más próximos 4

4. Descripción de la obra 5

5. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo de las instalaciones 5

5.1 Descripción de los trabajos 5

5.2 Riesgos más frecuentes 6

5.3 Protecciones personales 6

5.4 Protecciones colectivas 7

5.5 Normas básicas de seguridad 7

6. Maquinaria-herramientas 8

6.1 Descripción de la maquinaria 8

6.1.1 Grúas autopropulsadas 8

6.1.2 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) 8

6.1.3 Manipuladores telescópicos 8

6.1.4 Grupos electrógenos 9

6.1.5 Herramientas eléctricas portátiles 9

6.1.6 Vehículos auxiliares de obra 9

6.2 Riesgos más frecuentes 9
6.3 Protecciones personales 11
6.4 Protecciones colectivas 12
6.5 Normas básicas de seguridad 13
7. Medios auxiliares 13
7.1 Descripción de los medios auxiliares 13
7.1.1 Andamios de borriqueta (caballetes) 13
7.1.2 Escaleras de mano 14
7.1.3 Otros medios auxiliares 14
7.2 Riesgos más frecuentes asociados a los medios auxiliares 14
7.2.1 Andamios de borriqueta 14
7.2.2 Escaleras de mano 15
7.3 Protecciones personales 15
7.4 Protecciones colectivas 15
7.5 Normas básicas de seguridad 16
7.5.1 Andamios de borriqueta 16
7.5.2 Escaleras de mano 16
8. Señalización 17
9. Obligaciones de las partes 18
9.1 Obligaciones del empresario en materia formativa 18
9.2 Obligaciones del promotor 19
9.3 Coordinador en materia de seguridad y salud 19
9.4 Obligaciones de contratistas y subcontratistas 20
9.5 Obligaciones de los trabajadores autónomos 21
10. Libro de incidencias 22
11. Paralización de trabajos 23

1. Objeto

El objeto de este Anexo es el de realizar un estudio básico de seguridad y salud en el presente proyecto, con la finalidad de identificar, evaluar y prevenir los riesgos laborales que puedan surgir durante la ejecución de las obras, así como proponer medidas preventivas y de protección adecuadas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores conforme a la normativa vigente.

Cabe destacar que, conforme al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, resultaría procedente la elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud, dado que en el presente proyecto se incumple alguna de las condiciones que eximirían de su realización. No obstante, debe señalarse que el alcance del presente documento se centra en la descripción de la instalación, por lo que la inclusión de dicho Estudio no se contempla como uno de los objetivos principales de este trabajo. Además, de que esta misma norma establece que el Contratista o Constructor principal son las entidades obligadas a elaborarlo, pudiendo utilizar el presente documento como base.

2. Normativa aplicable

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 269, 10 de noviembre de 1995. https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en aplicación de la Directiva 92/57/CEE. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 256, 25 de octubre de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/10/24/1627
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 188, 7 de agosto de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/07/18/1215
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de

protección individual. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 140, 12 de junio de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/30/773

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 124, 24 de mayo de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/12/665
- Real Decreto 644/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 124, 24 de mayo de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/12/644
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 97, 23 de abril de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/487
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 97, 23 de abril de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 97, 23 de abril de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/485
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 27, 31 de enero de 1997. https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/01/17/39
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 289, 2 de diciembre de 1992. https://www.boe.es/eli/es/rd/1992/11/27/1435
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el

trabajo. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 263, 2 de noviembre de 1989; núm. 293, 9 de diciembre de 1989.

- Orden de 28 de junio de 1988, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torre desmontables en obra. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 162, 7 de julio de 1988.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), núm. 298, 11 de diciembre de 1985.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de marzo de 1971). *Boletín Oficial del Estado* (BOE), 16 de marzo de 1971.
- Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970). *Boletín Oficial del Estado* (BOE), 8 de septiembre de 1970.

3. Datos de la obra y antecedentes

3.1 Emplazamiento

La ubicación de la obra del presente proyecto es en el Puente V Centenario de la ciudad de Sevilla, situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la Autovía de Circunvalación de Sevilla SE-30, y salva el río Guadalquivir al sur de la ciudad.

3.2 Presupuesto de la instalación

Se adjunta presupuesto de ejecución de la obra en la documentación del proyecto con el mismo nombre.

3.3 Plazo de ejecución

El tiempo de ejecución estimado es de un 50,5 día laboral, concretamente, desde el 5 de septiembre hasta el 14 de noviembre de 2025.

3.4 Número de trabajadores

En base a la experiencia en proyectos de este alcance, se estima un máximo de 14 técnicos trabajando de forma simultánea. Es importante destacar que esta estimación

considera exclusivamente a los trabajadores que ejecutarán las tareas descritas en el presente proyecto.

3.5 Edificios colindantes

No hay edificios colindantes.

3.6 Accesos

El Puente del V Centenario cuenta con diferentes accesos, los cuales permiten su conexión con diferentes zonas importantes de Sevilla. Se pueden destacar la autovía SE-30, se puede acceder al puente tanto en dirección Cádiz como en dirección Huelva, y desde la zona de la dársena del Centenario. Además, existen accesos desde la zona portuaria y desde la Carretera de la Esclusa.

3.7 Centro asistencial más próximos

Los centros de salud más cercanos al Puente del V Centenario de Sevilla son:

- El Hospital Universitario Virgen del Rocío es uno de los centros asistenciales más importantes y se encuentra aproximadamente a 5 km al este del Puente del V Centenario. Cuenta con atención general, urgencias y una amplia variedad de especialidades médicas.
- A unos 3 km al norte del puente está el Centro de Salud El Tardón, que proporciona servicios de atención primaria, incluyendo consultas médicas, pediatría y enfermería.
- El Centro de Salud Torreblanca, ubicado a unos 4 km al sureste del puente, también ofrece atención primaria y urgencias básicas.
- Por otro lado, el Centro de Salud Los Carteros, situado aproximadamente a 4,5 km al noreste del Puente del V Centenario, brinda servicios de atención primaria.
- Finalmente, a unos 6 km al este del puente, se encuentra la Clínica Santa Isabel. Se trata de una clínica privada que ofrece atención médica general y especializada.

4. Descripción de la obra

En la memoria y en el presupuesto del proyecto que nos ocupa se describen los trabajos necesarios para la instalación de alumbrado vial y ornamental, así como su red eléctrica en baja tensión correspondiente.

5. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo de las instalaciones

5.1 Descripción de los trabajos

Los trabajos contemplados en este proyecto consisten en la ejecución de la instalación eléctrica en baja tensión, destinada al suministro y control de todos los puntos de iluminación vial y ornamental en el Puente del V Centenario.

Las principales actividades son:

- Tendido y fijación de canalizaciones eléctricas (tubos, bandejas) en los huecos estructurales y sobre el propio tablero del puente.
- Montaje de cuadros de mando y protección en salas técnicas, incluyendo instalación de interruptores automáticos, dispositivos de corte y protecciones diferenciales.
- Instalación y conexión de conductores y cables de baja tensión hasta los puntos de luz, siguiendo las especificaciones del REBT y la normativa UNE-HD 60364-5-52.
- Colocación, montaje y conexión de luminarias viales y ornamentales, en estructuras existentes y en soportes especialmente diseñados para la obra.
- Pruebas eléctricas, mediciones y verificaciones de continuidad, aislamiento, protecciones y funcionamiento de la instalación.
- Trabajo en altura y manipulación de cargas mediante grúas, plataformas elevadoras y herramientas eléctricas especializadas.
- Coordinación con otros oficios y seguimiento de las interferencias con instalaciones preexistentes en los huecos técnicos del puente.

5.2 Riesgos más frecuentes

Los riesgos más frecuentes a los que los trabajadores están expuestos son:

- Riesgo eléctrico: contacto directo o indirecto con partes activas durante montaje, conexión o pruebas.
- Caídas desde altura: durante el montaje de luminarias, tendido de canalizaciones o trabajos en torres/plataformas.
- Caídas al mismo nivel: debido a material en el suelo, superficies deslizantes o presencia de cables y herramientas.
- Golpes y atrapamientos: por uso de grúas, plataformas elevadoras, manipulación de bandejas y luminarias.
- Cortes y punciones: durante el pelado, conexión de conductores o manipulación de material metálico.
- Sobreesfuerzos y lesiones musculares: por traslado de cableado, manipulación de cuadros o soportes.
- Exposición a condiciones ambientales adversas: humedad, calor, viento, lugar elevado sobre el río.
- Caída de objetos: herramientas y materiales desde plataformas o estructuras elevadas.

5.3 Protecciones personales

Todos los trabajadores dispondrán obligatoriamente de EPIs ajustados a las tareas designadas, en perfecto estado, revisados periódicamente y homologados según la normativa:

- Casco de protección dieléctrico para prevenir impactos y riesgos eléctricos.
- Guantes de protección: dieléctricos para trabajos en cuadro y maniobra, mecánicos para manipulación de materiales.
- Arnés anticaída con línea de vida en trabajos en altura o sobre plataformas elevadoras.
- Calzado de seguridad con suela aislante y puntera reforzada.
- Prendas de alta visibilidad para facilitar la localización en áreas de tráfico o entorno portuario.

- Protección ocular frente a proyecciones al manipular cables, cajas y cuadros.
- Protección auditiva en operaciones con maquinaria ruidosa.
- Otros EPIs según necesidades específicas: guantes anticorte, mascarillas FFP2 para polvo, ropa ignífuga para trabajos de soldadura/conexiones si procede.

5.4 Protecciones colectivas

Para la prevención y minimización de riesgos colectivos se emplearán sistemáticamente las siguientes medidas:

- Barandillas, redes y sistemas anticaídas en zonas de trabajo en altura o accesos peligrosos.
- Balizamiento, señalización de áreas de trabajo, rutas de circulación y zonas de acopio de materiales.
- Cuadros eléctricos y conexiones provisionales con protecciones diferenciales y de sobrecorriente claramente identificados y con dispositivos de corte de emergencia accesibles.
- Protección física de canalizaciones y cuadros eléctricos para evitar accesos accidentales.
- Estructuras de soporte y anclaje para elevada resistencia en trabajos sobre el río y zonas de difícil acceso.
- Plan de evacuación y primeros auxilios: botiquines accesibles, rutas señalizadas y personal formado en atención de emergencias eléctricas.
- Supervisión y revisión periódica de todas las medidas de seguridad colectivas y coordinación permanente con el responsable de seguridad.

5.5 Normas básicas de seguridad

- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.

6. Maquinaria-herramientas

6.1 Descripción de la maquinaria

En este proyecto se utilizan diferentes tipos de maquinaria y equipos auxiliares adaptados a las condiciones estructurales y a la envergadura de la obra.

6.1.1 Grúas autopropulsadas

- Tipo: telescópicas o articuladas, con capacidad de izada variable entre 20 y 100 t.
- Uso principal: elevación, posicionamiento y montaje de luminarias, columnas, báculos de grandes dimensiones y componentes estructurales en puntos de difícil acceso, tanto sobre el tablero del puente como en las pilas y tirantes.
- Elementos de seguridad: giro 360º, limitadores de carga, estabilizadores hidráulicos, sistemas de señalización acústica y visual, y controles de bloqueo en caso de sobrecarga.

6.1.2 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

- Tipo: plataformas articuladas de brazo telescópico y plataformas tipo tijera (autopropulsadas eléctricas o diésel), con alturas de trabajo entre 10 y 50 m.
- Uso principal: acceso a zonas elevadas, fijación de luminarias y canalizaciones en pilas, tirantes, laterales y bóveda inferior del puente.
- Elementos de seguridad: barandillas integradas, interruptores de paro de emergencia, sensores de inclinación y sistemas de descendido manual de emergencia, tomas de anclaje para línea de vida, y paneles anticaídas.

6.1.3 Manipuladores telescópicos

- Capacidad: entre 2,5 y 5 t.
- Uso: desplazamiento y acopio de materiales voluminosos (columnas, báculos, vigas) por vial de acceso y plataforma del puente. Incorporan horquillas, ganchos o cestas portaoperarios específicas según tarea.

- Seguridad: cabina protegida con estructuras ROPS/FOPS, cámaras de maniobra y luces de trabajo.

6.1.4 Grupos electrógenos

- Potencia: entre 10 y 50 kVA, insonorizados, alimentación tanto de equipos eléctricos auxiliares de obra como herramientas portátiles en zonas sin suministro estable.
- Protección: diferenciales, tomas IP67, sistemas de ventilación activa y cubiertas ignífugas.

6.1.5 Herramientas eléctricas portátiles

- Incluye: taladros, martillos perforadores, amoladoras, sierras, atornilladores, pelacables y compresores portátiles.
- Normativa: de doble aislamiento, conexiones a toma de tierra, cables de alimentación reforzados y protección térmica y diferencial.
- Accesorios de seguridad: empuñaduras antideslizantes, carcasas protectoras, sistemas de bloqueo/rearme.

6.1.6 Vehículos auxiliares de obra

- Furgonetas y camiones ligeros para transporte de personal, herramientas y material; carretillas de mano para distribución interna en el tablero y zonas peatonales.

6.2 Riesgos más frecuentes

La utilización de maquinaria pesada y herramientas especializadas durante el desarrollo de las distintas instalaciones propuestas en el presente proyecto implica una serie de riesgos adicionales y específicos que requieren especial atención. Los riesgos más significativos relacionados con la maquinaria y herramientas empleados son:

- Caídas de altura: derivadas del uso de plataformas elevadoras, grúas y barquillas para el acceso e instalación de luminarias, especialmente relevantes durante el acoplamiento de elementos voluminosos o pesados en zonas elevadas.

- Golpes, atrapamientos y aplastamientos: causados por la manipulación o desplazamiento de maquinaria pesada (grúas móviles, plataformas de tijera, manipuladores telescópicos), así como durante el izado y ajuste de equipos con herramientas de fijación.
- Caídas de objetos y herramientas: desde zonas de trabajo elevadas, tales como llaves, destornilladores, piezas estructurales o elementos de fijación, que pueden alcanzar a trabajadores en niveles inferiores.
- Contactos eléctricos accidentales: durante el empleo de herramientas portátiles eléctricas o en la puesta en marcha de luminarias y cuadros, especialmente por cables en mal estado, enchufes defectuosos o falta de aislamiento adecuado.
- Cortes, punciones y laceraciones: provocadas por el uso incorrecto de herramientas manuales (sierras, cuchillas, pelacables, taladros, remachadoras).
- Sobreesfuerzo y lesiones musculares: por posturas forzadas en el manejo de maquinaria o en la utilización de herramientas pesadas o de difícil acceso.
- Choques con vehículos: en las áreas de operaciones de maquinaria autopropulsada o durante el movimiento de herramientas y materiales en las plataformas de trabajo.
- Fallo de equipos o herramientas: accidente por mal estado de conservación, fallos mecánicos, eléctricos o uso inadecuado de maquinaria o herramientas no reglamentarias.
- Exposición a ruidos y vibraciones: especialmente en la utilización de grupos electrógenos, taladros, martillos eléctricos o maquinaria de corte.
- Condiciones ambientales adversas: que pueden modificar la seguridad del empleo de maquinaria y herramientas (lluvia, viento, humedad, calor extremo), aumentando el riesgo de accidente.

6.3 Protecciones personales

El uso seguro de maquinaria y herramientas exige dotar a los trabajadores de los siguientes equipos de protección individual (EPI) específicos y adecuados a la tarea:

- Casco de seguridad: imprescindible para trabajos en proximidad o bajo maniobras de maquinaria pesada y en zonas de riesgo por caída de objetos y herramientas.
- Arnés de seguridad anticaídas: obligatorio en empleos de plataformas elevadas y grúas, con sistemas de conexión seguros a puntos de anclaje certificados.
- Guantes de protección: especializados según la tarea; guantes dieléctricos para operaciones eléctricas, anticorte para métodos de corte o manipulación de objetos punzantes, y antideslizantes para manejo de herramientas manuales.
- Calzado de seguridad con suela antiperforación y puntera reforzada: especialmente resistente a impactos, cortes y adecuado para superficies resbaladizas o metálicas.
- Ropa de alta visibilidad: vital para la visualización de operarios por los operadores de maquinaria móvil y vehículos.
- Protección ocular: gafas de policarbonato o pantallas integrales para tareas de corte, molienda, perforación o trabajos donde existan riesgos de proyección de partículas.
- Protección auditiva: tapones o cascos para operaciones con maquinaria ruidosa, cortadoras eléctricas, martillos o generadores.
- Protección respiratoria: mascarillas contra polvo y vapores en uso intensivo de herramientas de corte o manipulación de ciertos materiales.
- Otros EPI según tarea específica: manguitos, rodilleras, cinturones de soporte lumbar, protección solar, etc.

6.4 Protecciones colectivas

Para minimizar el riesgo colectivo derivado del empleo de maquinaria y herramientas, se implementarán las siguientes protecciones:

- Barandillas y redes de seguridad temporales: en todo perímetro de zonas elevadas y plataformas de trabajo, evitando caídas durante la operación de maquinaria y traslado de herramientas.
- Sistemas de balizamiento, señalización y cerramientos físicos: delimitando las áreas de maniobra de grúas, movimiento de plataformas elevadoras y zonas prohibidas al tránsito no autorizado.
- Puntos de anclaje y líneas de vida: certificados en todas las zonas de uso de maquinaria elevadora para los trabajos en altura.
- Tableros de herramientas organizados y almacenamiento seguro: tanto en zonas elevadas como a nivel suelo, evitando el riesgo de caída accidental o pérdida de control de herramientas.
- Mantenimiento, inspección y control periódico de maquinaria y herramientas: garantizando el correcto funcionamiento, eliminación de herramientas defectuosas y revisión de sistemas de seguridad, frenos, interruptores y dispositivos de corte de energía.
- Planificación de rutas y puntos de carga/descarga: delimitados, señalizados y coordinados para evitar conflictos y atropellos entre personas y vehículos/máquinas.
- Botiquines y puntos de primeros auxilios: ubicados estratégica y debidamente señalizados, además de personal formado en atención básica de emergencias.
- Inmovilización y señalización de maquinaria en reparación o fuera de servicio.
- Sistemas de corte de energía a distancia y desconexión de enchufes en cuadros provisionales: para evitar arranques accidentales de maquinaria durante operaciones de mantenimiento o en caso de emergencia.

- Reuniones diarias de coordinación preventiva: enfocadas especialmente en la evolución de riesgos asociados a maquinaria, repaso de protocolos y actualización de medidas colectivas.

6.5 Normas básicas de seguridad

- Todas las herramientas eléctricas deberán contar con doble aislamiento de seguridad.
- El operario que las utilice deberá estar familiarizado con sus instrucciones de uso.
- Se realizarán revisiones periódicas para asegurar que se mantienen según las recomendaciones del fabricante.
- Las herramientas se guardarán en el almacén de obra al finalizar la jornada, situando las de mayor peso en las estanterías inferiores.
- La desconexión se efectuará sin tirones bruscos.
- No se emplearán herramientas sin enchufe; en caso de usar alargadores, estos se conectarán desde la herramienta hacia la toma de corriente, no al revés.
- Todos los trabajos se realizarán con las herramientas en una posición estable.

7. Medios auxiliares

7.1 Descripción de los medios auxiliares

En este proyecto se utilizan diversos medios auxiliares para el correcto y seguro desarrollo de los trabajos. Los principales medios auxiliares previstos son:

7.1.1 Andamios de borriqueta (caballetes)

- Estructuras auxiliares formadas por dos pies en “V” invertida y un tablero de tres tablones, empleados para trabajos a baja o media altura, especialmente tareas de tendido de cable, conexión de luminarias en apoyos de media altura o trabajos sobre canalizaciones superficiales.

- Permiten su montaje, desmontaje y desplazamiento rápido en zonas donde no es posible el uso de medios mecánicos más voluminosos.

7.1.2 Escaleras de mano

- Se contemplan tanto escaleras metálicas como de madera, adecuadas para accesos puntuales y trabajos de corta duración: conexión de luminarias, fijación de canaletas, empalmes o instalación de soportes eléctricos sobre paredes, columnas y otras estructuras accesibles.
- Son portátiles y adaptables, usadas solo donde no se requiere el empleo continuado en altura.

7.1.3 Otros medios auxiliares

- Barandillas provisionales y rodapiés: para crear protecciones temporales en zonas de paso elevadas cuando sea necesario.
- Sistemas de sujeción temporal de cableado, carretillas manuales para el transporte de materiales ligeros, y pequeños apeos para soporte de bandejas o luminarias durante su instalación.

7.2 Riesgos más frecuentes asociados a los medios auxiliares

El empleo de andamios de borriqueta y escaleras de mano conlleva riesgos que se deben prevenir escrupulosamente:

7.2.1 Andamios de borriqueta

- Vuelco por falta de estabilidad o apoyos inadecuados.
- Caídas de personal por uso incorrecto (menos de tres tablones, sin rodapié o barandilla en alturas sobre 2 [m]).
- Desplome parcial por sobrecarga u ocupación simultánea de varios operarios.
- Uso en superficies desiguales, húmedas o inestables, especialmente sobre el tablero metálico o zonas abiertas del puente.

7.2.2 Escaleras de mano

- Caídas a distinto nivel: por mala colocación, inclinación inadecuada, suelo resbaladizo o peldaños en mal estado.
- Golpes con la escalera al transportarla sin atención al entorno.
- Deslizamiento, vuelcos o cierre accidental en el caso de escaleras dobles sin las medidas de bloqueo adecuadas.
- Uso excesivo de peso o manipulación de elementos voluminosos sobre la escalera.

7.3 Protecciones personales

El empleo de medios auxiliares requerirá siempre el uso de equipos de protección individual (EPI) adecuados:

- Mono o ropa de trabajo resistente.
- Casco de seguridad homologado, frente a impactos o caídas de objetos.
- Calzado de seguridad antideslizante, adecuado tanto para superficies metálicas como de obra civil.
- Guantes de protección y, según situación, arneses anticaídas para trabajo en andamios en altura o sobre superficies próximas al borde.

7.4 Protecciones colectivas

Se adoptarán, adicionalmente, medidas colectivas de seguridad para proteger a todos los trabajadores y a terceros:

- Delimitación y señalización de zonas de trabajo con andamios y escaleras, prohibiendo el paso peatonal bajo ellas.
- Balizamiento del área de influencia durante el montaje y desmontaje de andamios.

- Uso de rodapiés y barandillas cuando sea necesario, para evitar la caída de materiales o herramientas.
- Prohibición del acopio de materiales bajo zonas ocupadas por andamios o escaleras, evitando riesgos de caída de objetos.
- Señalización adicional en ambientes de escasa visibilidad o riesgo de interferencia con maquinaria móvil.

7.5 Normas básicas de seguridad

Se establecen una serie de normas y procedimientos de obligado cumplimiento para todos los usuarios de medios auxiliares:

7.5.1 Andamios de borriqueta

- Emplear siempre tres caballetes para tableros de más de 3 m de longitud.
- Colocar barandilla y rodapié cuando se trabaje por encima de 2 m de altura.
- No apoyar la plataforma de trabajo en elementos distintos a las propias borriquetas.
- Prohibido exceder la carga máxima recomendada por el fabricante.
- Prohibida la permanencia de más de un trabajador por vano o más de dos en plataformas estrechas.

7.5.2 Escaleras de mano

- Colocar fuera de zonas de paso o circulación de maquinaria.
- Apoyo solo sobre superficies horizontales, firmes y limpias; el pie debe llevar elementos antideslizantes.
- Utilizar solo escaleras sin daños estructurales, con peldaños fijos, y largueros de una sola pieza.

- Prohibido transportar/manejar objetos pesados (>25 [kg]) mientras se está en la escalera.
- Subidas/bajadas siempre de frente, usando ambas manos para el apoyo.
- No trabajar nunca con ambas manos ocupadas estando sobre la escalera.
- Las escaleras de tijera deberán tener cadenas o cables de seguridad para limitar su apertura.

8. Señalización

Se va a emplear señalización como medida preventiva básica para la gestión de la seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos planificados en el presente proyecto. La función principal es la de advertir y comunicar de forma eficaz la presencia de riesgos potenciales y delimitar áreas donde deben extremarse la precaución.

Ahora bien, es importante recordar que la señalización, por sí sola, no elimina los peligros ni sustituye las demás medidas preventivas y de protección, tanto colectivas como individuales, establecidas en el estudio y en el plan de seguridad.

Todas las señales utilizadas cumplen con la normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral, en especial el Real Decreto 485/1997, que regula las disposiciones mínimas sobre señalización en el trabajo. Además, se han diseñado y colocado en función de los riesgos específicos detectados en la obra:

- Señales de prohibición: como *"Prohibido el paso"*, *"Prohibido fumar"* o *"Prohibido manipular equipos sin autorización"*, instaladas en accesos restringidos, áreas eléctricas y zonas de maquinaria.
- Señales de advertencia: *"Peligro eléctrico"*, *"Riesgo de caída"* o *"Máquinas en movimiento"*, visibles en cuadros eléctricos, trabajos en altura o zonas de tránsito de maquinaria.
- Señales de obligación: como *"Uso obligatorio de casco"*, *"arnés"* o *"otros EPI"*, colocadas en todas las áreas de trabajo y especialmente en accesos a zonas elevadas, plataformas y grúas.

- Señales de salvamento y socorro: que indican rutas de evacuación, la ubicación de extintores, botiquines y los puntos de reunión en caso de emergencia.
- Señales informativas: orientadas a mostrar itinerarios seguros, identificar equipos y cuadros eléctricos, responsables de seguridad y vías de comunicación rápida.

Todas las señales se colocarán en lugares visibles y estarán fabricadas con materiales duraderos, respetando los colores y símbolos definidos por la normativa. Además, se revisarán y actualizarán conforme avance la obra y cambien las condiciones de riesgo.

El uso adecuado de la señalización será obligatorio para todas las empresas, contratistas y subcontratistas que intervengan en la obra, y su correcta implantación será supervisada de forma continua por el coordinador de seguridad y salud.

9. Obligaciones de las partes

9.1 Obligaciones del empresario en materia formativa

Según lo dispuesto en el artículo 19 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en cumplimiento del deber de protección, el empresario responsable de la instalación eléctrica y alumbrado del Puente del V Centenario debe garantizar que todos los trabajadores reciban formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva, tanto en el momento de su incorporación a la obra como cuando se produzcan cambios en los equipos, tecnologías o funciones asignadas. Dicha formación será específica para el puesto y deberá adaptarse tanto a la evolución de los riesgos como a la aparición de nuevos peligros durante los trabajos de tendido de líneas, montaje de cuadros, trabajos en altura o maniobras con maquinaria.

La formación debe impartirse, en la medida de lo posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto fuera de la misma pero con el correspondiente descuento en horas de trabajo, y sin que en ningún caso el coste recaiga sobre los trabajadores. La empresa podrá impartir la formación con medios propios o concertados. En el caso de personas designadas para funciones preventivas (coordinadores,

responsables de seguridad), la formación cumplirá lo establecido en el R.D. 39/1997 sobre los niveles básico, intermedio o superior.

Además, las contratas y subcontratas deberán garantizar que sus trabajadores reciben información comprensible y adecuada respecto a todas las medidas de seguridad y salud aplicables a la obra. Se facilitará además una copia del plan de seguridad y salud vigente, así como sus posibles actualizaciones/modificaciones, a los representantes de los trabajadores para su conocimiento y seguimiento.

9.2 Obligaciones del promotor

Previo al inicio de los trabajos de instalación, el promotor de la obra designará un coordinador en materia de seguridad y salud, en caso de intervenir más de una empresa o trabajador autónomo. La designación del coordinador no exime al promotor de sus obligaciones en materia preventiva.

Adicionalmente, corresponderá al promotor comunicar a la autoridad laboral competente el inicio de obra, conforme a lo establecido en el Anexo III del R.D. 1627/1997, asegurando que el aviso se exhiba de forma visible en obra y se mantenga actualizado en caso de cambios significativos.

9.3 Coordinador en materia de seguridad y salud

El coordinador de seguridad y salud, designado por el promotor, podrá asumir sus funciones tanto en la fase de redacción del proyecto como durante la ejecución de la obra. Durante el desarrollo de la instalación eléctrica del puente, sus funciones serán:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad: garantizando que contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos aplican coherentemente dichos principios según lo recogido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el R.D. 1627/1997, especialmente en operaciones críticas (trabajos eléctricos, altura, con maquinaria o en zonas de tráfico abierto).

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y sus posibles actualizaciones.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales: favoreciendo la colaboración, información y control entre empresas y autónomos concurrentes en la obra.
- Supervisar y controlar la correcta aplicación de los métodos de trabajo y los procedimientos de seguridad propuestos.
- Adoptar las medidas necesarias para restringir el acceso a la obra sólo a personas autorizadas y formadas.

Cuando no sea precisa la designación de coordinador, estas funciones serán asumidas por la dirección facultativa de la obra.

9.4 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

Durante la instalación eléctrica en baja tensión para el alumbrado funcional y ornamental, los contratistas y subcontratistas deberán:

1. Aplicar los principios de acción preventiva (artículo 15, Ley de Prevención de Riesgos Laborales) en todas las fases y aspectos de la obra, incluyendo:

- Orden y limpieza constante en la obra.
- Planificación de puestos y áreas de trabajo, considerando accesos, zonas de tránsito y manipulación de materiales y medios auxiliares.
- Supervisión y mantenimiento periódico de infraestructuras, equipos, herramientas y dispositivos de seguridad.
- Delimitación correcta de zonas de acopio y almacenamiento, especialmente en caso de materiales peligrosos o voluminosos.
- Control y correcta gestión de residuos y escombros, conforme normativa ambiental y de seguridad.
- Actualización y adaptación de los plazos y fases de trabajo en función de la evolución real de la obra.

- Cooperación y comunicación efectiva entre empresas, subcontratas y autónomos concurrentes, minimizando interferencias y riesgos por actividades simultáneas.

2. Cumplir y hacer cumplir al personal propio las normas establecidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado, así como la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales y coordinación de actividades empresariales (artículo 24, Ley PRL).

3. Informar y formar a los trabajadores autónomos y otros intervinientes sobre las medidas de prevención y protección aplicables a las tareas que se ejecuten en la obra.

4. Atender las instrucciones del coordinador y/o dirección facultativa en lo relativo a la aplicación de las medidas preventivas recogidas en el plan.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables solidarios de la correcta ejecución y cumplimiento de todas las medidas preventivas en sus ámbitos de actuación, sin que ello libere de responsabilidad a los coordinadores, promotores ni dirección facultativa.

9.5 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos que intervengan en la instalación eléctrica de alumbrado del puente estarán obligados a:

1. Aplicar los principios preventivos conforme al artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en orden, limpieza, manipulación de materiales, uso de medios auxiliares, recogida y gestión de residuos, y adaptación de plazos/fases en función de las necesidades reales de la obra.

2. Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud (anexo IV R.D. 1627/1997).

3. Asumir las obligaciones que la Ley de Prevención prescribe a los trabajadores, colaborando en todas las medidas de actuación coordinada y manteniéndose informado sobre procedimientos de seguridad y coordinación previstos.

4. Utilizar equipos de trabajo homologados (R.D. 1215/1997) y equipos de protección individual conforme a los criterios del R.D. 773/1997.

5. Respetar y acatar las indicaciones del coordinador o dirección facultativa en materia de seguridad y salud.

6. Cumplir fielmente el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

10. Libro de incidencias

En el centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de incidencias que será facilitado por el Colegio Profesional correspondiente al técnico competente que haya aprobado el plan, con hojas numeradas por duplicado. Este libro se mantendrá permanentemente en la obra, bajo custodia del coordinador en materia de seguridad y salud.

Tendrán acceso a dicho libro de incidencias:

- La Dirección Facultativa
- Contratistas y subcontratistas
- Trabajadores autónomos
- Responsables en materia de prevención de las empresas intervinientes
- Representantes de los trabajadores
- Técnicos especializados de la Administración pública competente en prevención de riesgos

Todas estas personas estarán facultadas para realizar anotaciones en el libro siempre que sea relevante para la seguridad y salud de la obra.

Cuando se efectúe alguna anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir, en el plazo máximo de veinticuatro horas, una copia de la anotación a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia donde se realiza la obra. Igualmente, notificará dichas anotaciones al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores implicados.

11. Paralización de trabajos

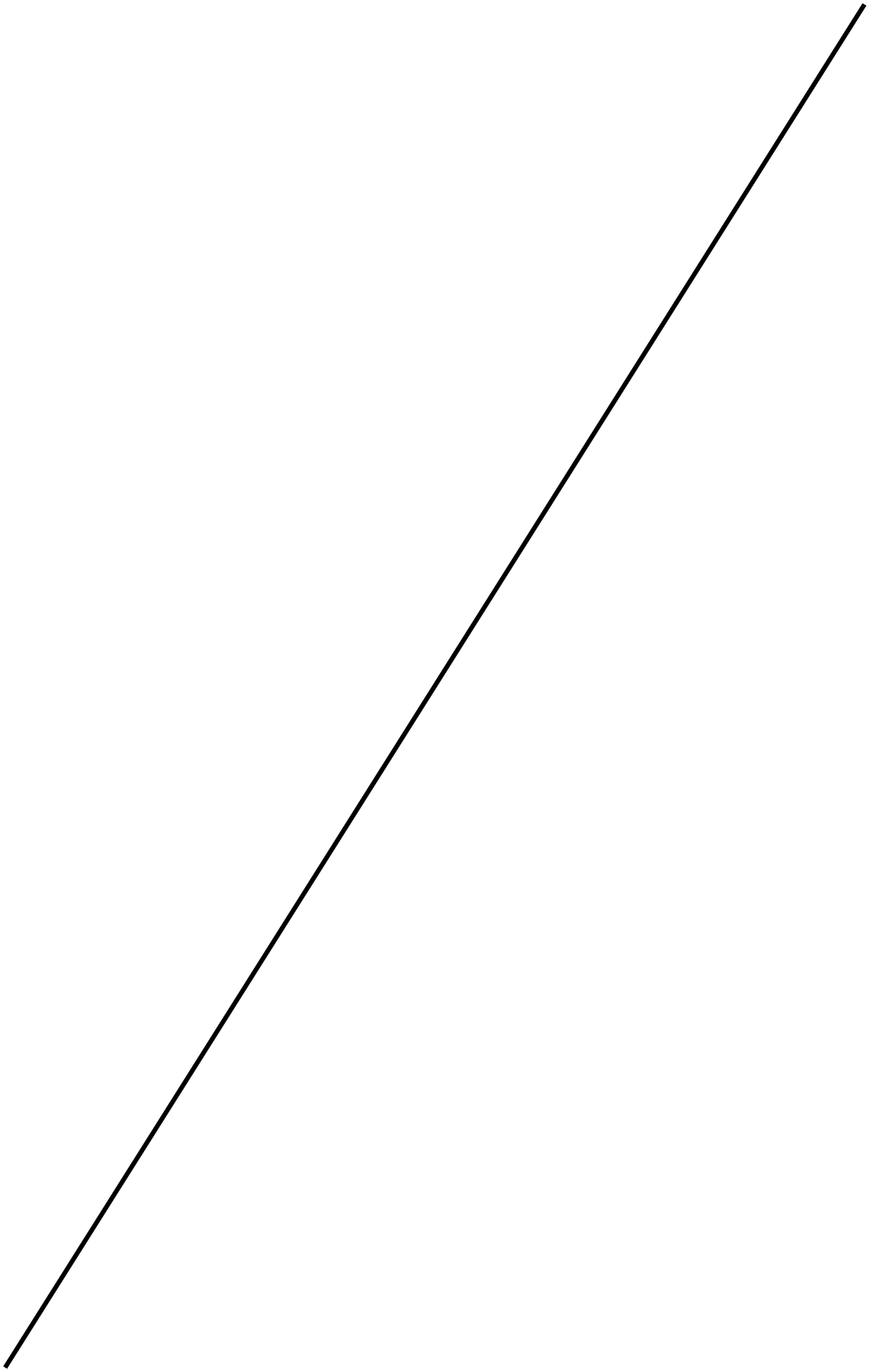
En el supuesto de que durante la ejecución de la obra el coordinador en materia de seguridad y salud, o quien asuma esta función, observe incumplimientos en la aplicación de las medidas de seguridad y salud establecidas en el Plan de Seguridad y Salud, lo pondrá en conocimiento del contratista mediante advertencia escrita en el libro de incidencias, dejando constancia formal del hecho.

Asimismo, el coordinador estará facultado para disponer la paralización inmediata de los trabajos o del tajo afectado, e incluso de la totalidad de la obra, en caso de considerar que existe riesgo grave e inminente para la integridad o salud de los trabajadores.
De este hecho se dará cuenta, también por escrito y de manera inmediata, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, así como a los contratistas, subcontratistas y representantes de los trabajadores implicados.

La paralización se mantendrá hasta que se verifique la efectiva corrección de las deficiencias o incumplimientos señalados y así lo haga constar el propio coordinador en el libro de incidencias.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González.



ANEXO IX:

GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1
2. Agentes intervinientes 1
2.1 El productor 1
2.1.1 Obligaciones del productor 2
2.2 El poseedor 3
2.2.1 Obligaciones del poseedor 3
2.3 El gestor 5
2.3.1 Obligaciones del gestor 5
3. Normativa aplicable 7
4. Identificación y clasificación de los residuos previstos 8
5. Medidas para la prevención de residuos 9
6. Operaciones de reutilización, valoración y eliminación 12
6.1 Reutilización 12
6.2 Valoración 13
6.3 Eliminación 14
6.4 Verificación y trazabilidad 15
7. Separación y almacenamiento en obra 15
7.1 Organización de la zona de gestión de residuos 16
7.2 Separación en obra por fracciones 16
7.3 Condiciones de almacenamiento 17
7.4 Control logístico y documentación 18
7.5 Alternativas en caso de imposibilidad de separación in situ 18
8. Valoración económica de la gestión de RCD 19
9. Documentación y control 20
9.1. Documentación mínima a conservar 20

9.2. Control técnico en obra 21

9.3. Informe final 21

1. Objeto

El objetivo del presente Estudio de Gestión de Residuos es establecer un marco técnico y normativo que garantice la correcta gestión y tratamiento de los residuos generados durante la ejecución de las obras, tanto de construcción como de demolición, así como de aquellos derivados del uso de aparatos eléctricos y electrónicos. Con ello, se pretende asegurar que todas las fases de la obra se desarrollen en cumplimiento de la legislación vigente, en especial lo regulado por el Real Decreto 105/2008, que define las directrices sobre producción y gestión de residuos en el sector de la construcción, haciendo obligatoria la inclusión de este estudio en el proyecto de ejecución.

Asimismo, se toman como referencia las disposiciones del Real Decreto 110/2015, relativo a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el propósito de implantar medidas que prevengan y minimicen los posibles efectos adversos de este tipo de residuos sobre la salud y el entorno. El estudio establece los procedimientos a seguir para la recogida, clasificación, transporte, tratamiento, valorización y eliminación de los residuos, así como para el correcto control documental y la trazabilidad de estos.

2. Agentes intervinientes

2.1 El productor

Se considera productor de los residuos de construcción y demolición a la persona física o jurídica que ostenta la titularidad del inmueble y toma la decisión final sobre la ejecución de las obras asociadas. Siguiendo la definición del Real Decreto 105/2008, el productor puede ser:

- La persona o entidad titular de la licencia urbanística de la obra o, en su defecto, la propietaria del inmueble objeto de la actuación, cuando no fuese necesaria la citada licencia.
- Aquella persona o empresa que realice operaciones de transformación o tratamiento que modifiquen la naturaleza o composición de los residuos generados durante la ejecución de la obra.

- El importador o adquirente, dentro de la Unión Europea, de residuos de construcción y demolición relacionados con el proyecto.

2.1.1 Obligaciones del productor

El productor de residuos en este proyecto debe atender las siguientes obligaciones:

1. **Incorporar en el proyecto un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición:**

Este debe incluir, al menos:

- Una previsión cuantitativa (en toneladas y metros cúbicos) de los residuos que se espera generar, con su codificación según la lista europea de residuos vigente (Orden MAM/304/2002 o equivalente actual).
- Las estrategias adoptadas para prevenir la generación de residuos durante la ejecución de los trabajos.
- Las acciones previstas para la reutilización, valorización o eliminación de los residuos que se produzcan.
- Los procedimientos establecidos para asegurar la separación selectiva en obra de las distintas fracciones de residuos, en cumplimiento de la normativa específica para el poseedor de los residuos.
- Los planos y esquemas de ubicación de las zonas habilitadas en obra para almacenamiento temporal, manejo y separación de los residuos.
- Indicación de que estos planos podrán ser adaptados durante la obra, si así lo requiere la dirección facultativa.
- Prescripciones técnicas particulares relativas al manejo, separación, almacenamiento y cualquier otra operación de gestión de residuos recabadas en el pliego del proyecto.
- Una valoración económica estimativa de la gestión de los residuos, que se reflejará de forma separada en el presupuesto general del proyecto.

2. **Gestión documental:**

- El productor debe garantizar la existencia de documentación que acredite la adecuada gestión de los residuos generados, tanto si se realiza en la propia

obra como si se entregan a un gestor autorizado para su tratamiento, tal como señala el Real Decreto 105/2008 y las modificaciones posteriores del estudio.

- Esta documentación debe conservarse durante un periodo mínimo de cinco años a partir del cierre de cada ejercicio.

3. **Residuos peligrosos y otros casos particulares:**

- En proyectos que impliquen actuaciones de demolición, rehabilitación, reforma o reparación, como es el caso de este, es necesario elaborar un inventario detallado de los residuos peligrosos que pudieran originarse, incorporándolo al Estudio de Gestión de Residuos y contemplando su retirada diferenciada y selectiva.
- Se garantizará la separación de estos residuos y su remisión exclusiva a gestores autorizados para residuos peligrosos, evitando su mezcla con otras fracciones.

4. **Fianzas y garantías:**

- En los casos en que el proyecto esté sujeto a licencia urbanística, como es este caso, el productor deberá constituir una garantía financiera o fianza equivalente, conforme a la regulación de la comunidad autónoma, para asegurar el cumplimiento de las obligaciones relativas a la gestión de los residuos originados.

2.2 El poseedor

En el desarrollo de este proyecto, el poseedor de residuos es la persona física o jurídica responsable directa de la ejecución de las obras, que tiene bajo su control todos los residuos generados en el proceso de construcción o montaje, sin ostentar la condición de gestor de residuos.

2.2.1 Obligaciones del poseedor

El poseedor de los residuos, además de cumplir lo establecido en la normativa vigente y en este Estudio de Gestión, deberá:

1. **Presentar a la propiedad un Plan de Gestión de Residuos:**

- Detallar las actuaciones previstas para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y del propio estudio.
- Dicho plan, tras su aprobación por la dirección facultativa, se incorporará a la documentación contractual de la obra.

2. **Gestión y entrega de residuos:**

- Si el poseedor no realiza personalmente la gestión, deberá trasladar los residuos a un gestor autorizado o integrarse en un convenio de colaboración para su tratamiento adecuado.
- La gestión priorizará el reciclaje, reutilización u otras formas de valorización sobre la simple eliminación.

3. **Acreditación documental:**

- Cada entrega de residuos a un gestor debe estar respaldada por un justificante escrito que identifique al poseedor y productor, localización de la obra, número de licencia (si procede), tipo y cantidad de residuos (en toneladas y/o metros cúbicos), código LER y datos del gestor final. Si durante la recogida el gestor solo ejecuta almacenamiento o traslado, también se debe identificar el gestor final de valorización o eliminación.

4. **Condiciones y separación en obra:**

- Mantener los residuos en condiciones seguras, limpias y ordenadas, evitando la mezcla de fracciones ya seleccionadas que imposibilite su futura valorización o reciclaje.
- Efectuar, siempre que sea viable técnicamente, la separación in situ de los residuos producidos en la propia obra. Si esto no fuera posible por limitaciones de espacio, se podrá recurrir a la separación en una instalación autorizada externa, requiriendo el justificante pertinente del gestor.

5. **Costes y documentación:**

- El poseedor afrontará los gastos derivados de la gestión de residuos y proporcionará al productor todos los certificados y documentación necesarios

que acrediten el destino final correcto de los residuos gestionados, conservando dicha información durante un mínimo de cinco años.

6. **Excepciones y autorizaciones especiales:**

- En situaciones justificadas de insuficiencia de espacio o imposibilidad técnica, previa evaluación y conforme a la normativa autonómica, podrá solicitarse exención total o parcial de la obligación de separación de determinadas fracciones.

2.3 El gestor

En el marco de este proyecto, se considera gestor de residuos de construcción y demolición (RCDs) a la persona física o jurídica, pública o privada, que realiza alguna de las operaciones propias de la gestión de residuos derivadas de la ejecución de la obra, tales como la recogida, almacenamiento temporal, transporte, valorización o eliminación de los residuos, y cuando proceda, también de la vigilancia y restauración de zonas utilizadas para su depósito.

Este agente podrá ser contratado específicamente por el productor de los residuos, es decir, el promotor de la obra (titular de la instalación), y deberá estar formalmente designado antes del inicio de los trabajos. Sus actividades deberán estar debidamente autorizadas por la administración competente en materia de medio ambiente, y cumplir con todas las obligaciones legales establecidas en el Real Decreto 105/2008 y el resto de normativa aplicable.

2.3.1 Obligaciones del gestor

El gestor designado para la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución del presente proyecto deberá cumplir con las siguientes funciones, de acuerdo con lo estipulado por la legislación vigente y este Estudio de Gestión:

1. **Registro de actividad de gestión:**

- Mantener actualizado un registro detallado en el que conste, como mínimo:

- Cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y/o metros cúbicos.
- Tipo de residuos, clasificados mediante su código LER según la Orden MAM/304/2002 o normativa que la sustituya.
- Datos de identificación del productor, del poseedor, y de la obra de origen.
- Método de gestión aplicado (reutilización, reciclaje, vertido controlado, etc.).
- Destino final o intermedio de los residuos, y las cantidades asociadas.

2. **Puesta a disposición de registros:**

- Facilitar, a requerimiento de la administración competente (Ayuntamiento de Sevilla, Junta de Andalucía, Ministerio de Transición Ecológica u otro), los datos recopilados en el registro.
- Esta información deberá conservarse al menos durante cinco años, contados desde el cierre del año natural correspondiente.

3. **Emisión de certificados de gestión:**

- Entregar al poseedor (contratista) o, en su caso, al gestor precedente, los certificados que acrediten la correcta gestión de los residuos recibidos, en los que conste:
  - Identificación del productor.
  - Número de licencia de obras (si procede).
  - Tipo y cantidad de residuos tratados, y operación realizada.

4. **Trazabilidad de residuos cuando no realiza operaciones finales:**

- Si el gestor únicamente participa en tareas intermedias (como recogida, transporte o almacenamiento), deberá remitir al poseedor la documentación justificativa sobre la operación posterior de valorización o eliminación, indicando el gestor final que ha tratado los residuos.

5. **Gestión específica de residuos peligrosos:**

- En caso de no estar autorizado para tratar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de control de admisión que permita:

- Detectar y clasificar residuos peligrosos que pudieran llegar mezclados con otros residuos de la obra (como luminarias con contenido en mercurio, aceites contaminantes u otros materiales eléctricos).
- Separar, almacenar y trasladar dichos residuos a gestores especializados y debidamente autorizados, antes de continuar con cualquier tratamiento dentro de la instalación.

Esta obligación se aplicará sin perjuicio de las responsabilidades legales que puedan derivarse para el productor, el poseedor o el gestor que haya entregado residuos incorrectamente clasificados.

3. Normativa aplicable

- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), nº 85, 9 de abril de 2022. https://www.boe.es
- **Junta de Andalucía.** (2007). Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* (BOJA), nº 138, 16 de julio de 2007. https://www.juntadeandalucia.es
- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.** (2015). Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), nº 48, 25 de febrero de 2015. https://www.boe.es
- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.** (2008). Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. *Boletín Oficial del Estado* (BOE), nº 38, 13 de febrero de 2008. https://www.boe.es
- **Junta de Andalucía.** (2012). Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* (BOJA), nº 66, 3 de abril de 2012. https://www.juntadeandalucia.es

- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.** (2002). Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publica la lista europea de residuos (LER). *Boletín Oficial del Estado* (BOE), nº 43, 19 de febrero de 2002. https://www.boe.es
- **Ayuntamiento de Sevilla.** (2021). Ordenanza de limpieza pública y gestión de residuos urbanos del Ayuntamiento de Sevilla. *Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla* (BOP), nº 285, 10 de diciembre de 2021. https://www.sevilla.org

4. Identificación y clasificación de los residuos previstos

En función de las actuaciones previstas, que incluyen las canalizaciones, la instalación eléctrica, el montaje y la sustitución de luminarias, se definen las siguientes fracciones principales de RCD generados:

Tipo de residuo	Código LER	Naturaleza	Estimación (t)	Observación
Cables eléctricos (cobre/aluminio)	17 04 11	No peligroso	1,2	Recortes y conductores desmontados
Chatarra metálica (báculos, soportes)	17 04 05	No peligroso	0,8	Restos de herrajes y estructuras
Plásticos (tapas, envolventes, canaletas PVC)	17 02 03	No peligroso	0,6	Envoltorios y subproductos
Luminarias con componentes RAEE	20 01 36	Especial/RAEE	0,4	Equipos para desmontar o defectuosos
Restos de obra y pequeñas demoliciones	17 01 07	Inertes	1,0	Mortero, bloques, escombros

Tipo de residuo	Código LER	Naturaleza	Estimación (t)	Observación
Envases contaminados (aceite, químicos)	15 01 10	Peligroso	0,1	Botes usados en mantenimiento eléctrico
Cartón y embalajes	15 01 01	No peligroso	0,3	Embalaje de equipos y luminarias

Tabla 70. Identificación y clasificación de los residuos previstos. Fuente: propia.

En la Tabla 70 se detalla la identificación y clasificación de los residuos previstos durante la ejecución de las diferentes actuaciones.

Cabe señalar que, en el Plan de Gestión de Residuos, el cual será elaborado en una fase posterior del proyecto por las empresas contratistas encargadas de la ejecución y que, por tanto, serán las poseedoras de los residuos generados, podrían identificarse residuos adicionales a los contemplados en el presente estudio.

Del mismo modo, las cantidades estimadas tienen un carácter aproximado, dado que se basan en la información disponible en la actual fase de redacción del proyecto de ejecución. Por ello, dichas cantidades deberán ser revisadas y ajustadas en los correspondientes Planes de Gestión de Residuos.

5. Medidas para la prevención de residuos

Se han desarrollado una serie de medidas preventivas para tratar de reducir al máximo la generación innecesaria de residuos durante todas las fases del proceso constructivo. Se pueden destacar las siguientes medidas preventivas:

- Restos metálicos (soportes, herrajes, cableado en cobre o aluminio)
  - Diseñar de forma anticipada el tendido eléctrico, calculando las longitudes exactas de los cables mediante software (Dialux EVO), para evitar cortes excesivos o sobrantes innecesarios.

- Reutilización de canaletas o soportes metálicos existentes siempre que su estado estructural lo permita.
- Separación en origen del cable sobrante, bobinado y etiquetado para poder usarse en otra fase del proyecto o en futuras obras.
- Los recortes y retales metálicos serán almacenados en zonas protegidas, diferenciadas de otros residuos, para su fácil recogida y posterior reciclaje mediante gestión autorizada.

- Embalajes, envases y palets
  - Solicitar a los proveedores la entrega de materiales en envases retornables, reciclables o reducidos al mínimo (por ejemplo, luminarias en cajas de cartón sin embalaje doble).
  - No separar los embalajes hasta el momento efectivo del montaje, evitando su deterioro.
  - Los palets de madera y cajas de transporte se almacenarán adecuadamente bajo cobertura y se reutilizarán tantas veces como sea posible dentro del propio proyecto, o serán devueltos al proveedor si así se establece.
  - Entrega en gestor autorizado de plásticos, cartones y residuos no reutilizados, manteniendo su separación clara desde origen.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
  - Antes de su descarte como residuo, se realizará una inspección y selección funcional de las luminarias desmontadas o componentes electrónicos para su posible reaprovechamiento.
  - En caso de que deban ser desechados, serán almacenados temporalmente en contenedores estancos y bajo techo, debidamente identificados.
  - Se garantizará su traslado a plantas de tratamiento autorizadas RAEE según el R.D. 110/2015, evitando en todo momento su mezcla con otros residuos no eléctricos o domésticos.
- Aceites, grasas, lubricantes y residuos de mantenimiento
  - El mantenimiento preventivo y cambio de aceites o fluidos se realizará preferentemente en talleres autorizados fuera de obra.

- Si, por necesidad de obra, se realiza en campo, se acondicionará una zona estanca e impermeabilizada para estos trabajos, dotada con recipiente homologado de recogida de aceites, absorbente de emergencia (hidrófobo o arcillas industriales) o contenedor específico para residuos contaminados (trapos, guantes, filtros).

- Residuos eléctricos no peligrosos
  - Se agruparán por categoría (plásticos, metales no peligrosos, elementos de baja tensión).
  - Se almacenarán en contenedor señalizado y separado del cableado o RAEE, evitando su mezcla.
  - El contratista gestionará su entrega diferenciada a gestor autorizado como chatarra no peligrosa (código LER 17 04 05 o 17 04 11 según el caso).
- Prevención de suelos contaminados
  - No se almacenarán productos químicos, pinturas, aceites o combustibles sobre terreno desnudo.
  - En caso de grupos electrógenos, se usarán modelos con depósito con doble pared y bandejas de retención.
  - Los contenedores de líquidos, si fuera necesario su uso, estarán etiquetados, con tapado hermético y protegidos contra lluvia directa mediante cubrición con lonas o marquesinas.
  - Las zonas temporales de almacenamiento se impermeabilizarán o aislarán mediante lonas plásticas resistentes, evitando filtraciones en caso de fugas.
- Prevención en operaciones con medios auxiliares
  - Las plataformas elevadoras, grúas o camiones de acceso serán mantenidos y revisados previamente, evitando posibles fugas durante trabajos en altura sobre el tablero o márgenes del puente.
  - En trabajos sobre el río, como los puntos de fijación en tirantes, se evitará el uso de aceites o mecánicos auxiliares que puedan suponer riesgo de vertido accidental al agua.
  - En zonas con riesgo de caída de materiales, se colocarán redes, faldones, o delimitación segura para evitar pérdida de herramientas o residuos al medio acuático.
- Gestión de embalajes de material contaminado o especial

- Cajas que hayan contenido luminarias con componentes electrónicos deberán identificarse de manera clara como posiblemente contaminadas (fluorescentes, mercurio, LED tipo RAEE).
- Se apartarán de la ruta de residuos no peligrosos y seguirán circuito trazable de recogida autorizada.

6. Operaciones de reutilización, valoración y eliminación

6.1 Reutilización

Se considerarán siempre reutilizables en la propia obra o en obras futuras, todos aquellos materiales que, tras ser desmontados, mantenidos o reacondicionados, conserven unas condiciones mecánicas y funcionales óptimas para su uso. Estos materiales se reaprovecharán sin ser convertidos en residuos.

Elementos susceptibles de reutilización:

- Soportes metálicos, báculos y herrajes en estado estructural óptimo (sin deformaciones, corrosión ni afectación estructural visible).
- Tramos de canalización (bandejas, tubos, conducciones PVC/metálicas) no deteriorados tras su desmontaje, incluso si requieren cortes o modificaciones menores.
- Cableado eléctrico sobrante de sección útil y sin daños aislantes, que podrá emplearse en tramos cortos o puntos singulares, respetando siempre las exigencias del REBT.
- Palets, cajas de transporte, bidones plásticos limpios y no contaminados, siempre que puedan reutilizarse en tareas logísticas futuras de la propia obra.
- Ópticas, tapas de luminarias y componentes eléctricos no obsoletos que funcionen correctamente.

La reutilización de estos materiales estará condicionada a una inspección visual previa realizada por el encargado eléctrico o el técnico de seguridad, con el objetivo de verificar su estado y aptitud para un nuevo uso. Aquellos elementos que superen esta revisión deberán ser almacenados en una zona específica y diferenciada dentro de la obra,

correctamente identificados mediante etiquetas visibles con la indicación 'reutilizable'. Su incorporación a la instalación o a cualquier fase de los trabajos quedará supeditada a la autorización expresa del jefe de obra o, en su caso, de la dirección facultativa, garantizando así que la reutilización se efectúe en condiciones de seguridad y calidad adecuadas.

6.2 Valoración

Los residuos que no puedan ser reutilizados en obra, pero sí puedan ser separados, transportados y destinados a procesos de reciclaje o valorización energética/material, serán recogidos conforme a los códigos LER y entregados a gestores autorizados.

Fracciones valorizables previstas en el proyecto:

Residuo	Código LER	Método de valorización
Cables eléctricos (cobre/aluminio)	17 04 11	Separación y reciclaje de metal en plantas RAEE
Chatarra metálica y perfiles	17 04 05	Fundición y reciclaje directo como metal secundario
Luminarias obsoletas	20 01 36	Tratamiento RAEE: recuperación de LEDs, drivers, aluminio y PCB
Plásticos y PVC (conducciones)	17 02 03	Clasificación y valorización termoplástica
Cartón, embalajes, papel film	15 01 01	Reciclaje en planta clasificadora de residuos urbanos
Palets de madera rotos	17 02 01	Triturado para uso como biomasa o reciclado maderero

Tabla 71. Fracciones valorizables. Fuente: propia.

El procedimiento realizado para las fracciones valorizables, descritos en la Tabla 71, serán:

- Separación en origen mediante contenedores específicos.
- Etiquetado e identificación de cada contenedor con fracción, LER y destino previsto.
- Almacenamiento en condiciones que eviten la degradación de los materiales.
- Recogida por gestor autorizado con emisión de albarán o documento de seguimiento por fracción.
- Control documental de entradas y salidas supervisado por el técnico de obra.

6.3 Eliminación

Solo aquellos residuos que no puedan ser reutilizados ni reciclados por su degradación, mezcla incorrecta o imposibilidad técnica o económica de valorización, serán derivados a eliminación en vertedero autorizado, cumpliendo con lo exigido en el Real Decreto 105/2008 y la normativa autonómica de residuos.

Residuos contemplados para eliminación controlada:

Residuo	Código LER	Observaciones
Restos de mortero o escombros	17 01 07	Sólo si no son aprovechables por mezcla o polvo
Envases contaminados (aceites)	15 01 10	Se entregarán en gestor autorizado si no pueden ser descontaminados
Filtros, guantes, trapos sucios	15 02 02	Solo tras manipulación de residuos peligrosos
RAEE irrecuperables y fragmentos	20 01 36	Si no pueden separarse ni valorizarse

Tabla 72. Residuos contemplados para eliminación controlada. Fuente: propia.

Las condiciones de eliminación son:

- Aislamiento, etiquetado y depósito en contenedores señalizados como “no valorizables”.
- Entrega a gestor autorizado con código NIMA y transporte autorizado.
- Disposición final asegurada en vertedero con control ambiental.
- Informe de seguimiento indicando cantidad y destino, firmado por el gestor final.

6.4 Verificación y trazabilidad

Todas las operaciones de gestión posterior (reutilización interna, valorización o eliminación) serán objeto de control documental estricto, incluyendo:

- Registros de entrega a gestor autorizado.
- Albaranes diligenciados con código LER, cantidad y fecha.
- Certificados de valoración o eliminación.
- Archivo anual con conservación mínima de cinco años a disposición de la administración.

7. Separación y almacenamiento en obra

Una de las claves para la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución del proyecto de instalación del sistema de alumbrado es su clasificación y almacenamiento desde origen, es decir, en el propio emplazamiento de la obra.

El tratamiento posterior de residuos (valorización o eliminación) depende directamente de la calidad de la separación en obra. Por ello, el presente estudio contempla una serie de medidas organizativas y operativas que tienen como finalidad garantizar un almacenamiento seguro, ordenado, trazable y compatible con la futura reutilización o valorización de los residuos generados.

Estas operaciones quedan alineadas con el artículo 5 del Real Decreto 105/2008, que establece la obligación del poseedor de residuos de separarlos por fracciones en obra, salvo en los casos debidamente justificados donde esta labor deba realizarse por un gestor final.

7.1 Organización de la zona de gestión de residuos

Debido a que el entorno del Puente del V Centenario presenta limitaciones logísticas (zonas elevadas, espacios reducidos, tráfico en servicio y proximidad al cauce del río Guadalquivir), la gestión in situ se diseñará con criterios de seguridad, accesibilidad, prevención ambiental y eficiencia operativa.

- Ubicación:
  - Se habilitarán áreas específicas dentro de las zonas de trabajo (principalmente en los extremos del puente y zonas de acopio provisional señalizadas lateralmente) destinadas al depósito de cada fracción de residuo.
  - En las zonas elevadas, no estables o con tránsito de maquinaria, se utilizarán contenedores compactos protegidos o cajas estancas, con anclaje y tapa de seguridad.
- Señalización y diseño:
  - Cada punto de acopio deberá estar identificado con un cartel de fracción y código LER correspondiente, porcentaje previsto de valoración e instrucciones visuales sobre lo que se puede o no depositar.
  - Se emplearán contenedores de distinto color y tipología según el tipo de residuo, permitiendo una identificación rápida por el operario.

7.2 Separación en obra por fracciones

La obra deberá garantizar la separación en origen de los siguientes grupos de residuos, conforme a los códigos LER previamente identificados en el estudio:

Residuo	Código LER	Contenedor/Medio de almacenamiento
Cables eléctricos	17 04 11	Contenedor específico con bobinas reutilizadas
Chatarra metálica	17 04 05	Cubas metálicas estancas y apilables
Plásticos	17 02 03	Contenedores cerrados tipo iglú o jaula
Madera (palets, cajones)	17 02 01	Zona cubierta, paletizada, restringida al tránsito
RAEE (luminarias, drivers)	20 01 36	Recipiente estanco bajo marquesina con identificación específica y cierre
Residuos contaminados (aceites, trapos, filtros)	15 02 02 / 15 01 10	Bidón homologado con cubeto de retención
Embalajes ligeros	15 01 01	Contenedor lateral interior con tapa
Mezclas no valorizables	17 09 04	Solo en caso de error. Zona restringida, eliminables.

Tabla 73. Residuos contemplados para eliminación controlada. Fuente: propia.

Es importante destacar que en los casos en los que el volumen de residuos sea pequeño o particularmente localizado en plataformas elevadas o zonas de difícil acceso, se emplearán recipientes de mano, cajas de herramientas vacías o sacos etiquetados que serán retirados por personal autorizado hasta los puntos de acopio principales.

7.3 Condiciones de almacenamiento

Para evitar problemas de contaminación, deterioro del material o riesgos para la salud o el medio ambiente, se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- Almacenamiento bajo cubierta o en contenedores cerrados para residuos susceptibles a descomposición, derrame o degradación por lluvias (RAEE, residuos contaminados, envases con restos líquidos).

- Separación física entre residuos peligrosos y no peligrosos.
- Sujeción y estabilización de cubas y contenedores en zonas expuestas al viento o paso de maquinaria.
- Recogida diaria de residuos diseminados o fuera de contenedor, especialmente en zonas comunes.
- Identificación visible del responsable o encargado de residuos de la obra en cada punto de recogida.

7.4 Control logístico y documentación

- El jefe de obra designará un encargado de residuos que mantendrá actualizado un registro con:
  - Fecha de llenado y vaciado de cada contenedor.
  - Clasificación correcta de los residuos.
  - Peso estimado.
  - Justificación fotográfica en caso de duda o incidencia.
- Todos los contenedores asignados serán incluidos en el plan de acopio diario y visibles en los planos de organización de obra.

7.5 Alternativas en caso de imposibilidad de separación in situ

En caso excepcional y debidamente justificado por la dirección de obra, cuando se acredite que las condiciones de espacio, altura o acceso impiden la separación de determinadas fracciones en el punto de origen, se permitirá el traslado directo a una planta de clasificación externa autorizada, contextualizando en el documento de entrega las causas de la imposibilidad y aportando registro documental emitido por el gestor que certifique la correcta separación de fracciones en destino.

8. Valoración económica de la gestión de RCD

De acuerdo con lo estipulado en el artículo 4.1 del Real Decreto 105/2008, el proyecto debe incluir una valoración detallada del coste previsto asociado a la gestión de los residuos generados en la obra, entendiendo esta como la suma de todas las acciones necesarias para la correcta separación, manipulación, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y entrega de residuos a gestores autorizados.

La estimación de costes por tipo de actuación se describe en la siguiente Tabla:

Concepto	Unidad	Cantidad estimada	Precio unitario (€)	Importe (€)
Contenedores diferenciales por fracción	unidad	6	75,00	450,00
Coste logístico de recogida de RCD	viaje x contenedor		80,00	640,00
Transporte a gestor de RAEE (luminarias, drivers)	viaje específico	2	150,00	300,00
Tratamiento en planta de reciclaje (RCD no peligrosos)	tonelada	2,7	60,00	162,00
Gestión de residuos peligrosos (aceites, envases contaminados)	kg estimado	20	1,50	30
Segregación en instalación externa (si aplica)	tonelada	0,3	80,00	24,00
Coste documental (coordinación y gestión documental)	tarea única	—	—	150,00
TOTAL ESTIMADO	1756,00 €			

Tabla 74. Estimación de costes por tipo de actuación. Fuente: propia.

En la Tabla 74 se describe la estimación de costes por tipo de actuación. Cabe destacar que de acuerdo con el R.D. 105/2008, este importe deberá prescribirse como

un capítulo independiente en el presupuesto del proyecto, reflejado en los documentos de mediciones y presupuesto como el capítulo número 4.

9. Documentación y control

A efectos de trazabilidad y cumplimiento normativo, todos los residuos generados durante la ejecución del proyecto deberán ir acompañados de su correspondiente documentación administrativa y técnica, conforme establece la legislación vigente (Real Decreto 105/2008, en especial el artículo 7).

A partir de estas medidas de control, se garantiza que la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) se realice de forma correcta, independiente de si el tratamiento se lleva a cabo dentro o fuera de la obra.

9.1. Documentación mínima a conservar

El poseedor y/o productor deberán archivar los siguientes documentos:

- Justificantes de entrega a gestor autorizado, con indicación del tipo de residuo, volumen, código LER y fecha.
- Albaranes de recogida emitidos por el transportista (empresa registrada en el Registro de Gestores de Residuos).
- Certificados de gestión final (valorización o eliminación) firmados por el gestor autorizado.
- Fichas técnicas de residuos peligrosos gestionados (si aplica).
- Documentos de control y seguimiento (DCS) conforme a modelo del Ministerio.
- Registro fotográfico (si se requiere) del estado de los contenedores y zonas de acopio temporal.
- Planos de ubicación de contenedores en obra y actualizaciones conforme avance de trabajos.

Todos estos documentos se deberán conservar durante al menos 5 años naturales desde la fecha de cierre de obra, y estar disponibles para su inspección por parte de la autoridad ambiental o de seguridad laboral competente.

9.2. Control técnico en obra

La dirección facultativa de la obra, junto al Coordinador de Seguridad y Salud, y el jefe de obra designado por la empresa contratista, supervisarán las operaciones de gestión de residuos mediante inspecciones periódicas, verificando:

- La correcta separación en origen.
- El estado y señalización de los contenedores.
- El cumplimiento del protocolo de residuos peligrosos (si aplica).
- El transporte correcto a gestor autorizado.
- La correspondencia entre los residuos generados y la documentación asociada.

Si durante una inspección se detecta un incumplimiento grave (mezcla indebida, vertido, ocultación de residuos peligrosos, etc.), podrá hacerse constar en el Libro de Incidencias de Seguridad y Salud, imponiéndose las medidas correctoras correspondientes.

9.3. Informe final

Al finalizar los trabajos, el contratista deberá entregar al promotor/unidad técnica un informe de cierre de gestión de residuos, que incluirá:

- Resumen de volúmenes totales generados por fracción.
- Porcentaje global de residuos valorizados, reutilizados y eliminados.
- Copia de todos los documentos de entrega y tratamiento final.
- Registro fotográfico representativo.
- Recomendaciones para futuras actuaciones.

Este informe constituirá parte de la documentación “as built” del proyecto y podrá archivarse junto a la memoria final o actas de recepción.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

ANEXO X:

PROTECCIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Objeto 1

2. Marco normativo 1

3. Justificación del Proyecto frente al Reglamento 2

3.1 Tipología de luminarias y flujo hemisférico superior (FHS) 2

3.2 Espectro lumínico y temperatura de color 2

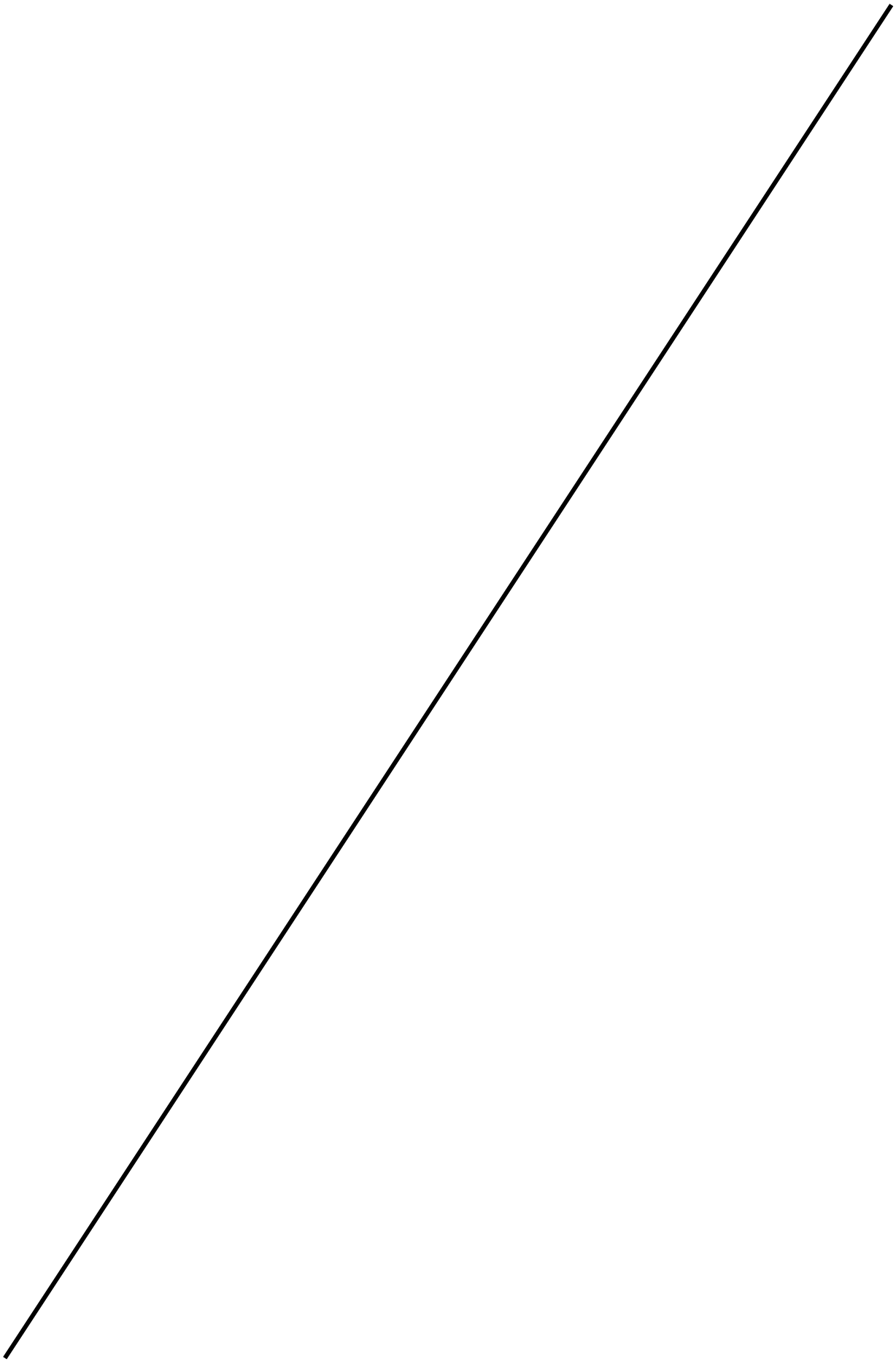
3.3 Eficiencia energética 2

3.4 Gestión horaria y reducción de niveles 2

3.5 Adecuación al entorno y prevención de intrusión lumínica 3

3.6 Compatibilidad con zonas de protección ambiental 3

4. Conclusión 3



1. Objeto

Este Anexo tiene como objeto justificar que el proyecto de diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico del puente V Centenario cumple con las exigencias establecidas en el Reglamento andaluz de protección frente a la contaminación lumínica, aprobado mediante el Decreto 37/2025.

En este reglamento se establecen criterios obligatorios en el diseño, instalación y gestión de sistemas de alumbrado exterior, con el fin de reducir la dispersión de flujo luminoso hacia el cielo, limitar la intrusión lumínica en zonas residenciales y proteger el medio ambiente nocturno.

2. Marco normativo

El Decreto 37/2025, de 11 de febrero, regula la protección frente a la contaminación lumínica en Andalucía, estableciendo criterios técnicos para el diseño y explotación de instalaciones de alumbrado exterior. Entre sus principales disposiciones destacan:

- La clasificación de zonas de sensibilidad lumínica (E1 a E4) con límites específicos de emisión hacia el cielo.
- La limitación del flujo hemisférico superior (FHS), fijando para zonas periurbanas (E2) un máximo del 5%.
- La preferencia por fuentes de luz de temperatura cálida (≤3000 K), reduciendo la emisión en el rango azul.
- La exigencia de eficiencia energética mínima en las luminarias instaladas.
- La obligación de incorporar sistemas de regulación horaria, para disminuir los niveles de iluminación en horas de baja actividad.

3. Justificación del Proyecto frente al Reglamento

3.1 Tipología de luminarias y flujo hemisférico superior (FHS)

El proyecto contempla la instalación de luminarias LED de última generación, con ópticas cerradas y diseño de corte total, lo que garantiza que la emisión de luz hacia el hemisferio superior sea prácticamente nula. El flujo hemisférico superior (FHS) se mantiene ≤ 1%, muy por debajo del límite del 5% establecido para zonas E2 por el Decreto 37/2025 (art. 15).

3.2 Espectro lumínico y temperatura de color

Se especifica el uso de LEDs de temperatura de color ≤ 3000 K, con predominio de tonos cálidos y bajo contenido en radiación azul (<10% en 440–480 nm), lo que asegura la adaptación a las exigencias de los arts. 18 y 19, orientados a limitar los efectos biológicos y ambientales adversos de la iluminación artificial nocturna.

3.3 Eficiencia energética

El diseño cumple con el índice de eficiencia energética mínima exigido por el Reglamento, dado que las luminarias presentan una eficacia superior a 120 lm/W, reduciendo el consumo eléctrico y las emisiones de CO_2.

3.4 Gestión horaria y reducción de niveles

La instalación del sistema de regulación que permite la reducción del flujo luminoso en horas de baja actividad, con descensos programados del 30–50% tras la medianoche, garantizando siempre con los niveles mínimos de seguridad vial, cumple con lo indicado en el art. 23 del Decreto.

3.5 Adecuación al entorno y prevención de intrusión lumínica

La disposición de las luminarias establecida evita la intromisión de luz intrusa o molesta en zonas residenciales cercanas y en el propio viario. Además, se han empleado ópticas asimétricas y apantallamientos que dirigen la luz únicamente a la calzada y elementos ornamentales definidos, cumpliendo con las limitaciones de iluminancia vertical, intensidad luminosa y luminancia de fachadas establecidas en el art. 21 del Decreto. De esta manera, se minimiza el riesgo de deslumbramiento a conductores y peatones, garantizando la seguridad y el confort visual.

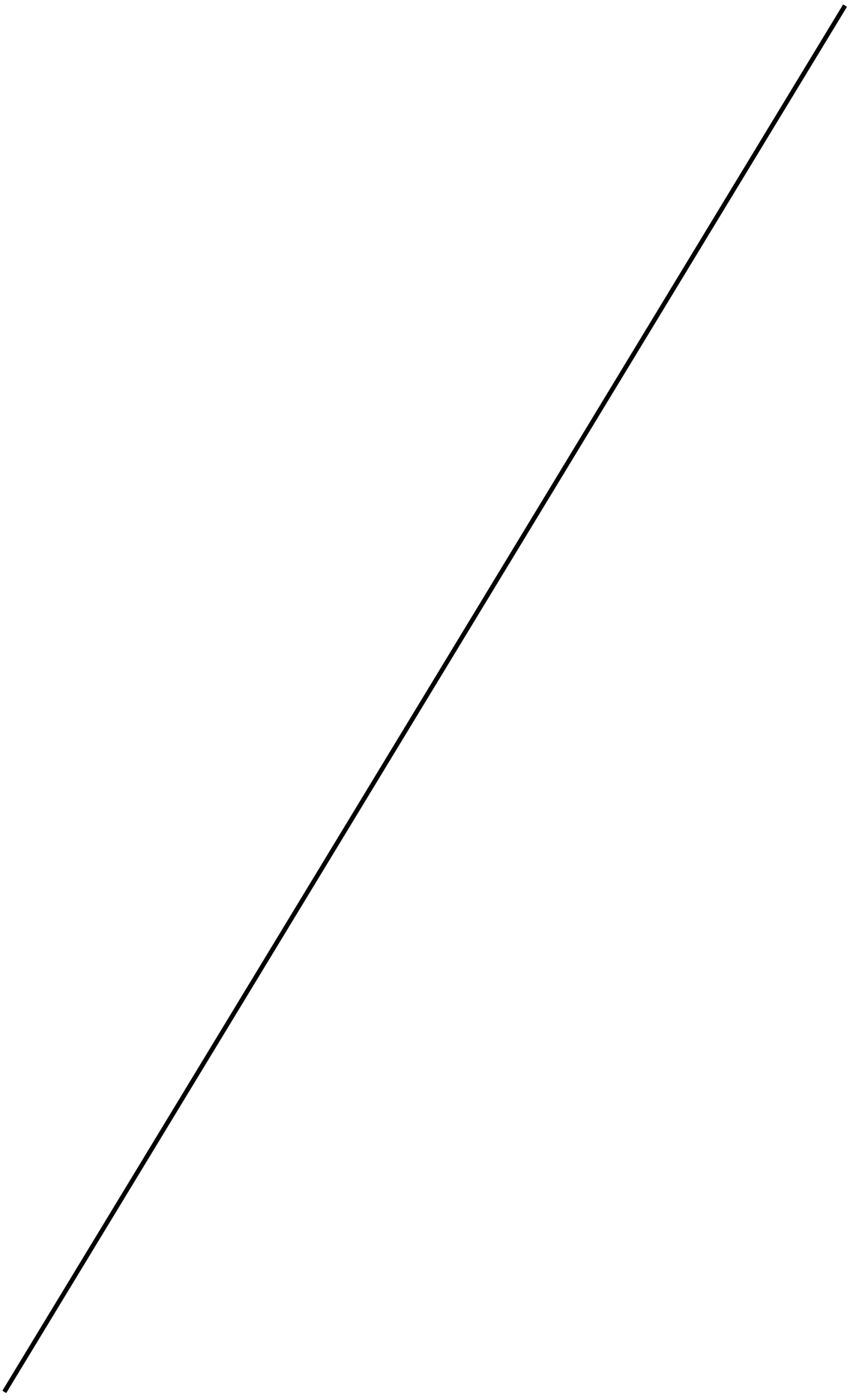
3.6 Compatibilidad con zonas de protección ambiental

Aunque el Puente del V Centenario se encuentra en un entorno periurbano, el proyecto ha considerado la posible influencia lumínica sobre el río Guadalquivir y los corredores ecológicos próximos. El uso de luminarias con bajo flujo disperso, espectro cálido y regulación horaria asegura que no se produzcan alteraciones significativas en la fauna acuática y terrestre de la zona. Asimismo, se cumple con lo establecido en el art. 25 del Decreto 37/2025, que exige compatibilizar las instalaciones de alumbrado con la conservación de la biodiversidad y los valores naturales presentes en el entorno.

4. Conclusión

En conclusión, el proyecto diseñado responde de manera adecuada a lo establecido en el Decreto 37/2025 sobre protección frente a la contaminación lumínica en Andalucía. La instalación recurre a luminarias de corte preciso que prácticamente eliminan la emisión hacia el cielo, apoyándose en tecnología LED de espectro cálido que reduce la presencia de radiación azul. A ello se suman criterios de alta eficiencia energética, que permiten disminuir de forma notable el consumo eléctrico, y un sistema de gestión horaria que adapta la intensidad lumínica a las necesidades reales de uso, especialmente en las horas de menor tráfico.

Además, se han considerado aspectos ambientales como la limitación de la intrusión lumínica y la protección de la biodiversidad vinculada al río Guadalquivir y su entorno.



ANEXO XI:
PLAN DE OBRA

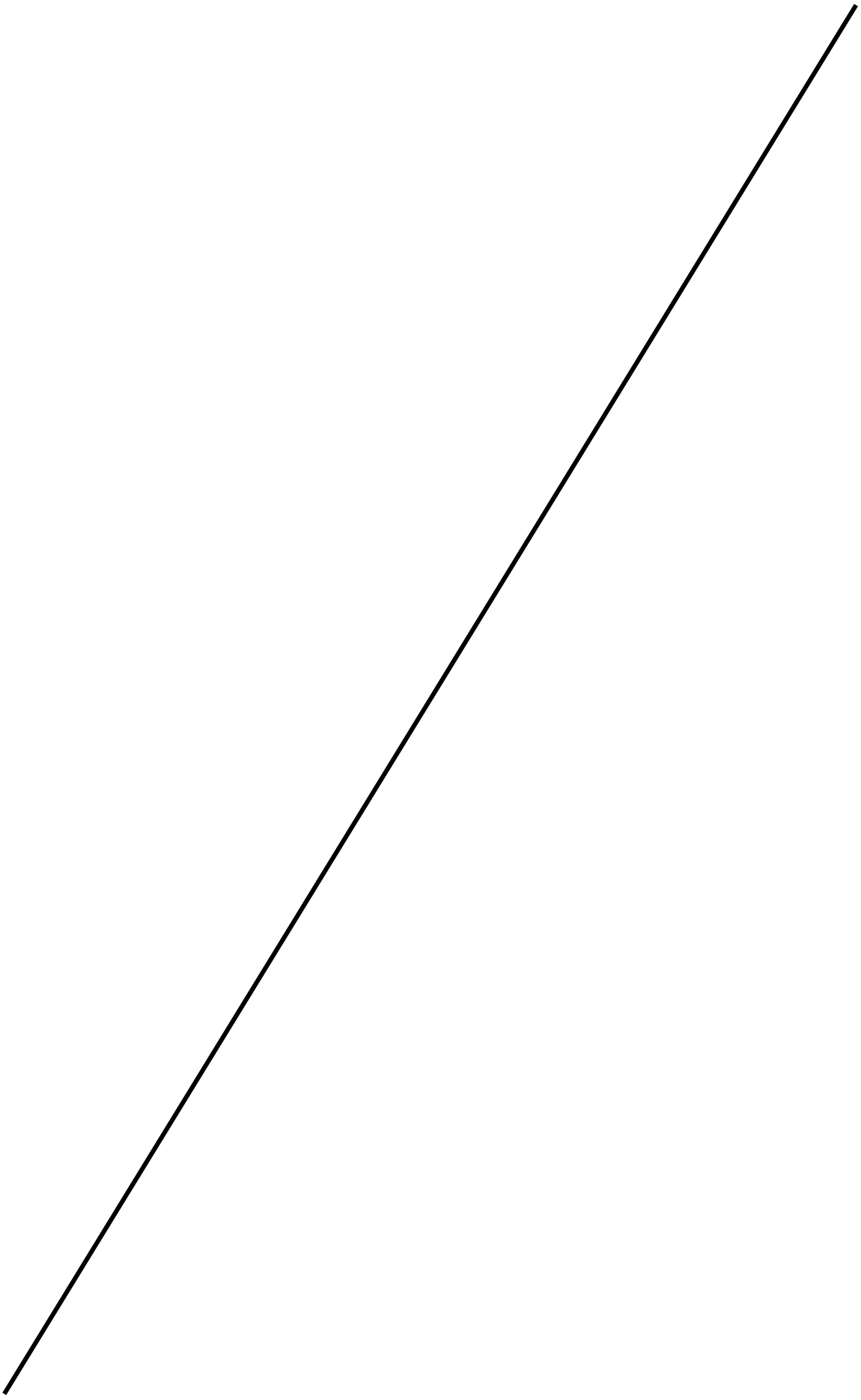
Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

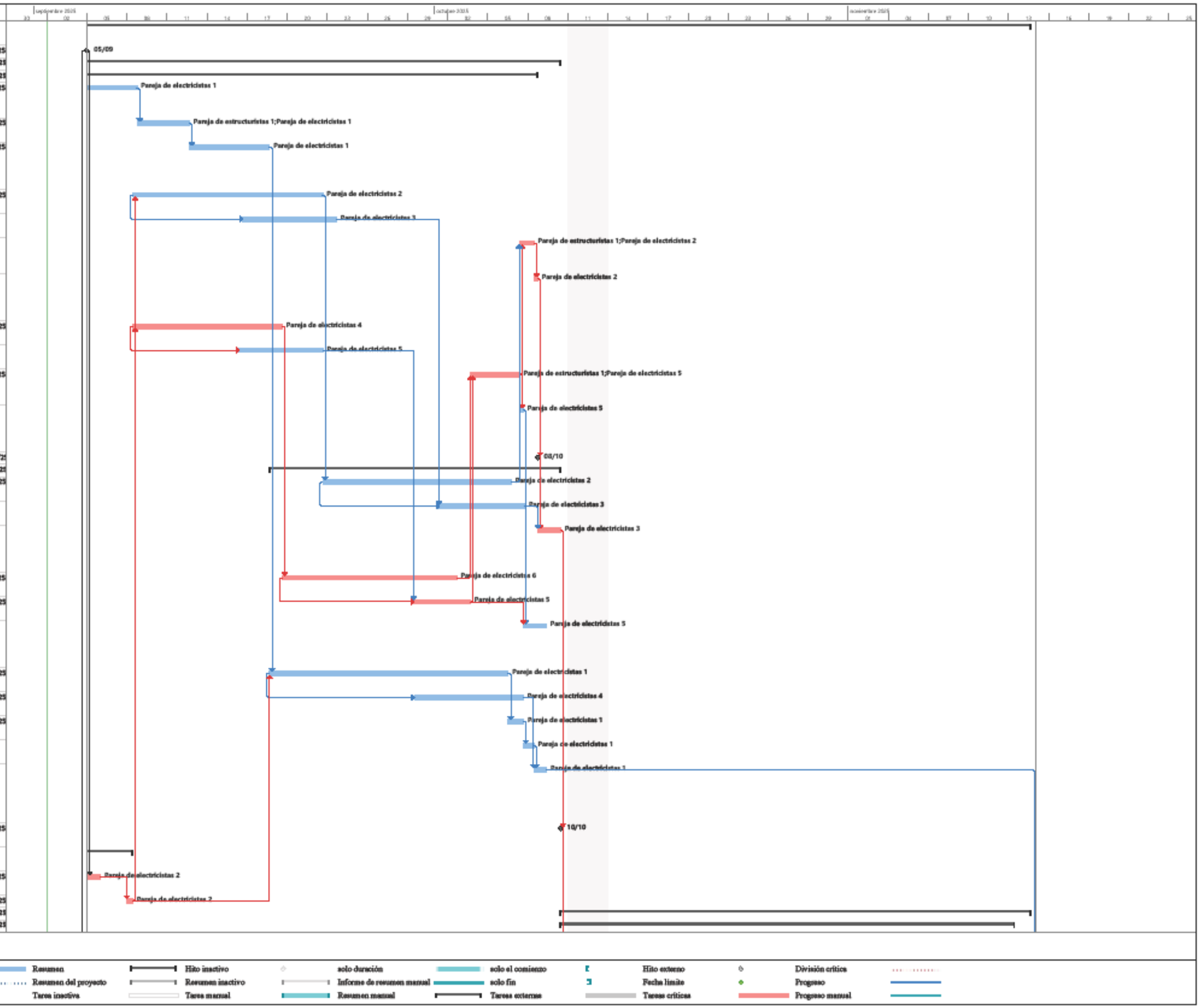
1. Diagrama Gantt..... 1

2. Organización del equipo..... 3

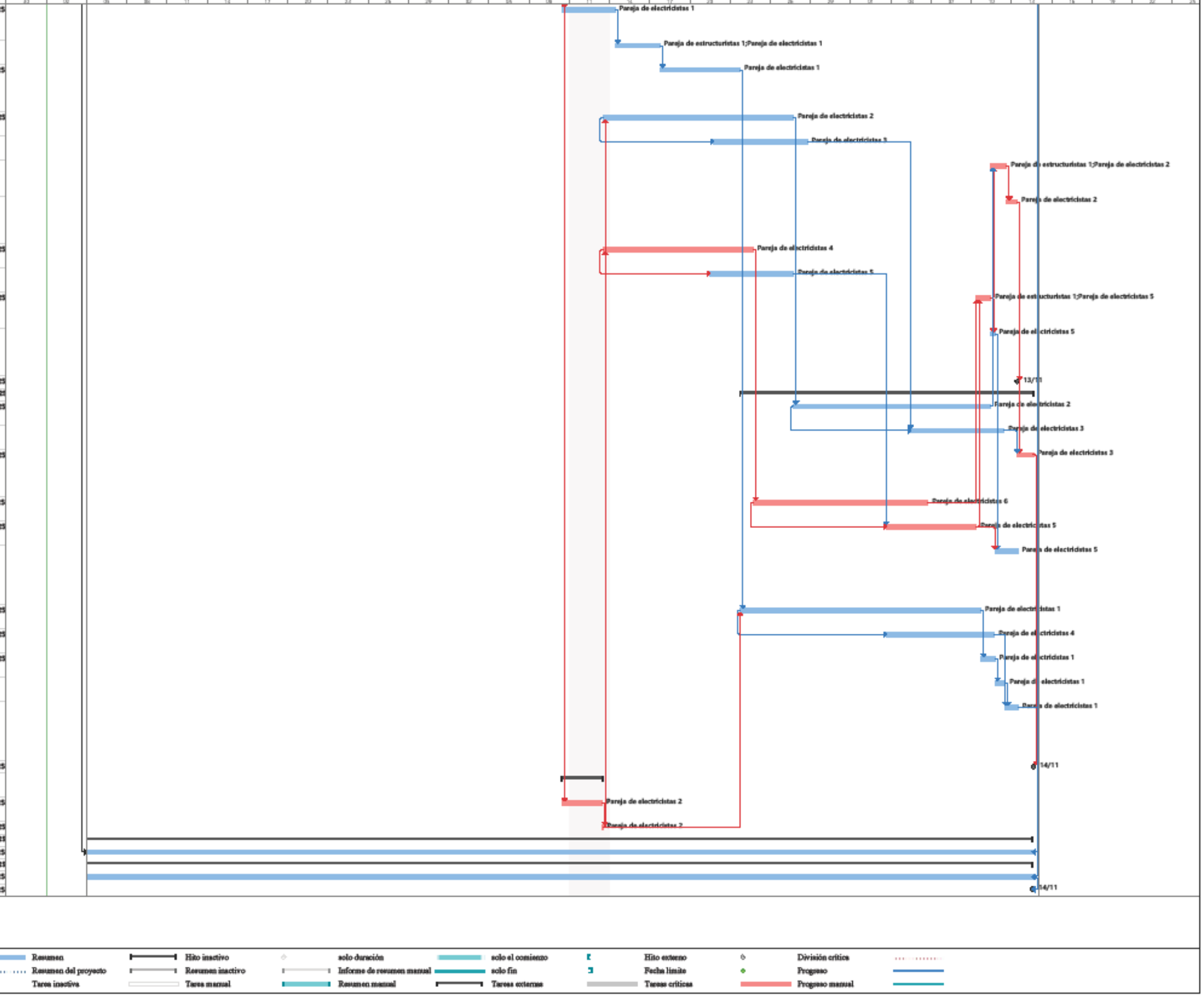


1. Diagrama Gantt

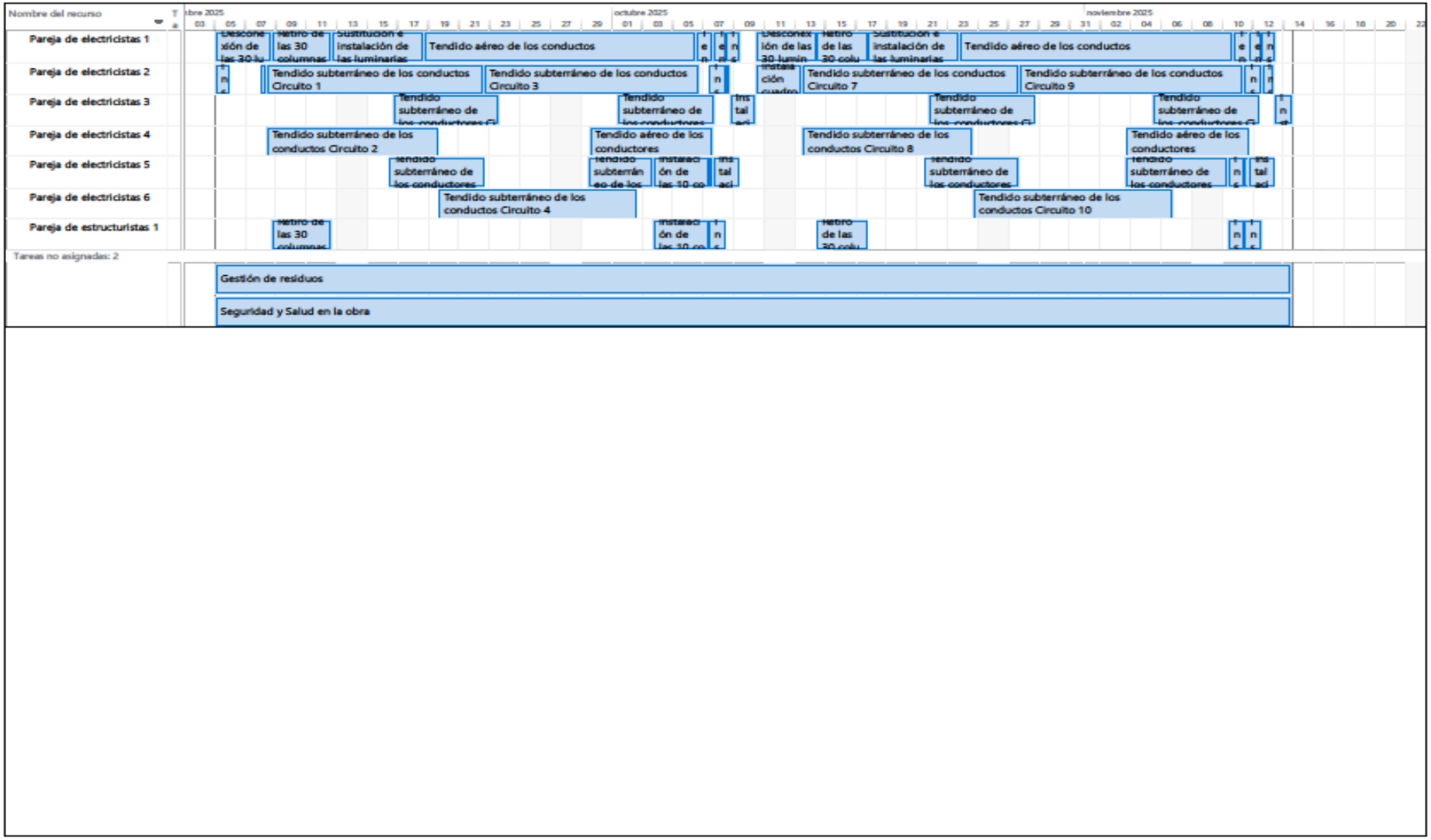
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
1	**Proyecto puente V Centenario de la ciudad de Sevilla**	50,5 días	vie 05/09/25
2	***Inicio de obras***	0 días	vie 05/09/25
3	**Instalación Pila 14**	25,25 días	vie 05/09/25
4	**Iluminación vial**	23,88 días	vie 05/09/25
5	Desconexión de las 30 luminarias de vapor de mercurio	15 horas	vie 05/09/25
6	Retiro de las 30 columnas de 9 m que no	30 horas	lun 08/09/25
7	Sustitución e instalación de las luminarias modelo Vulcan-120-C-A12419 en las columnas de 9 m	32 horas	vie 12/09/25
8	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 1	83,68 horas	lun 08/09/25
9	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	40,4 horas	mar 16/09/25
10	Instalación de las 10 columnas modelo AM-10 de 12 m Circuito 1	10 horas	mar 07/10/25
11	Instalación de las luminarias modelo Vulcan-180-C-A12419 en las columnas modelo	5 horas	mié 08/10/25
12	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 2	75,11 horas	lun 08/09/25
13	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	36,26 horas	mar 16/09/25
14	Instalación de las 10 columnas modelo AM-10 de 12 m Circuito 2	10 horas	vie 03/10/25
15	Instalación de las luminarias modelo Vulcan-180-C-A12419 en las columnas modelo	5 horas	mar 07/10/25
16	***Fin iluminación vial Pila 1***	0 días	mié 08/10/25
17	**Iluminación ornamental**	15,63 días	jue 18/09/25
18	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 3	82,53 horas	lun 22/09/25
19	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	39,84 horas	mié 01/10/25
20	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y	11 horas	mié 08/10/25
21	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 4	73,2 horas	vie 19/09/25
22	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	35,34 horas	lun 29/09/25
23	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y	11 horas	mar 07/10/25
24	Tendido aéreo de los conductos	94,93 horas	jue 18/09/25
25	Tendido aéreo de los conductores	49,22 horas	lun 29/09/25
26	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 5	9,34 horas	lun 06/10/25
27	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	4,51 horas	mar 07/10/25
28	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y PNaviaG-100-N-P12	7 horas	mié 08/10/25
29	***Fin iluminación ornamental Pila 14***	0 días	vie 10/10/25
30	**Instalación cuadro de mando y puesta a tierra**	1,13 días	vie 05/09/25
31	Instalación cuadro de mando CM1	8 horas	vie 05/09/25
32	Puesta a tierra	1 hora	lun 08/09/25
33	**Instalación Pila 15**	25,25 días	vie 10/10/25
34	**Iluminación vial**	23,88 días	vie 10/10/25



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
35	Desconexión de las 30 luminarias de vapor de mercurio	15 horas	vie 10/10/25
36	Retiro de las 30 columnas de 9 m que no	30 horas	mar 14/10/25
37	Sustitución e instalación de las luminarias modelo Vulcan-120-C-A12419 en las columnas de 9 m	32 horas	vie 17/10/25
38	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 7	83,68 horas	lun 13/10/25
39	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	40,4 horas	mar 21/10/25
40	Instalación de las 10 columnas modelo AM-10 de 12 m Circuito 7	10 horas	mar 11/11/25
41	Instalación de las luminarias modelo Vulcan-180-C-A12419 en las columnas modelo	5 horas	mié 12/11/25
42	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 8	75,11 horas	lun 13/10/25
43	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	36,26 horas	mar 21/10/25
44	Instalación de las 10 columnas modelo AM-10 de 12 m Circuito 8	10 horas	lun 10/11/25
45	Instalación de las luminarias modelo Vulcan-180-C-A12419 en las columnas modelo	5 horas	mar 11/11/25
46	*Fin iluminación vial Pila 1*	0 días	jue 13/11/25
47	**Iluminación ornamental**	15,63 días	jue 23/10/25
48	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 9	82,53 horas	lun 27/10/25
49	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	39,84 horas	mié 05/11/25
50	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y	11 horas	jue 13/11/25
51	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 10	73,2 horas	vie 24/10/25
52	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	35,34 horas	lun 03/11/25
53	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y PNaviaG-100-N-P12	11 horas	mar 11/11/25
54	Tendido aéreo de los conductos	94,93 horas	jue 23/10/25
55	Tendido aéreo de los conductores	49,22 horas	lun 03/11/25
56	Tendido subterráneo de los conductos Circuito 11	9,34 horas	lun 10/11/25
57	Tendido subterráneo de los conductores Circuito	4,51 horas	mar 11/11/25
58	Instalación de las luminarias modelos SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 y PNaviaG-100-N-P12	7 horas	mié 12/11/25
59	*Fin iluminación ornamen*	0 días	vie 14/11/25
60	**Instalación cuadro de mando y puesta a tierra**	1,13 días	vie 10/10/25
61	Instalación cuadro de mando CM2	8 horas	vie 10/10/25
62	Puesta a tierra	1 hora	lun 13/10/25
63	**Gestión de residuos**	50,5 días	vie 05/09/25
64	Gestión de residuos	50,5 días	vie 05/09/25
65	**Seguridad y Salud en la obra**	50,5 días	vie 05/09/25
66	Seguridad y Salud en la obra	50,5 días	vie 05/09/25
67	*Fin de obra*	0 días	vie 14/11/25



2. Organización del equipo



En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

PLANOS

Autor: D.Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

PLANO 1: Plano situación

PLANO 2: Plano emplazamiento

PLANO 3: Instalación de alumbrado vial I

PLANO 4: Instalación de alumbrado vial II

PLANO 5: Instalación de alumbrado vial III

PLANO 6: Instalación de alumbrado vial IV

PLANO 7: Instalación de alumbrado vial V

PLANO 8: Instalación de alumbrado ornamental I

PLANO 9: Instalación de alumbrado ornamental II

PLANO 10: Instalación de alumbrado ornamental III

PLANO 11: Instalación de alumbrado ornamental IV

PLANO 12: Instalación de alumbrado ornamental V

PLANO 13: Instalación de alumbrado ornamental VI

PLANO 14: Esquema unifilar del cuadro de mando y protección CM1

PLANO 15: Esquema unifilar del cuadro de mando y protección CM2

PLANO 16: Instalación de puesta a tierra

Planos

COORDENADAS UTM
29S 766394 4137790

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 1	PLANO SITUACIÓN
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ / REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: 1:50000 / COTAS EN: m
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: 11/02/2025

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
Fdo.:

COORDENADAS UTM
29S 766394 4137790

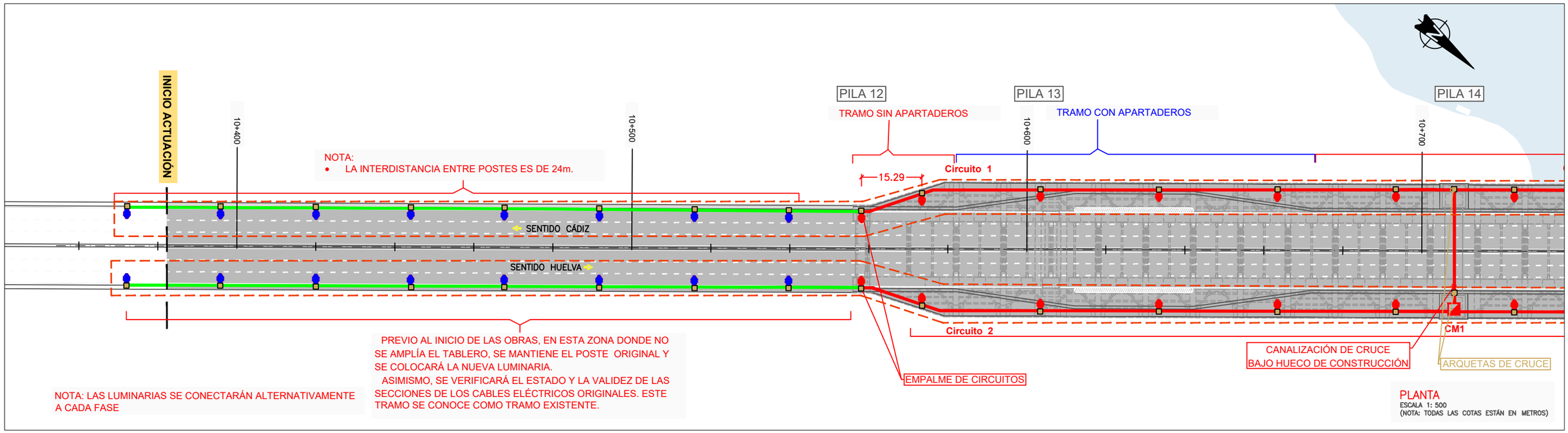
N

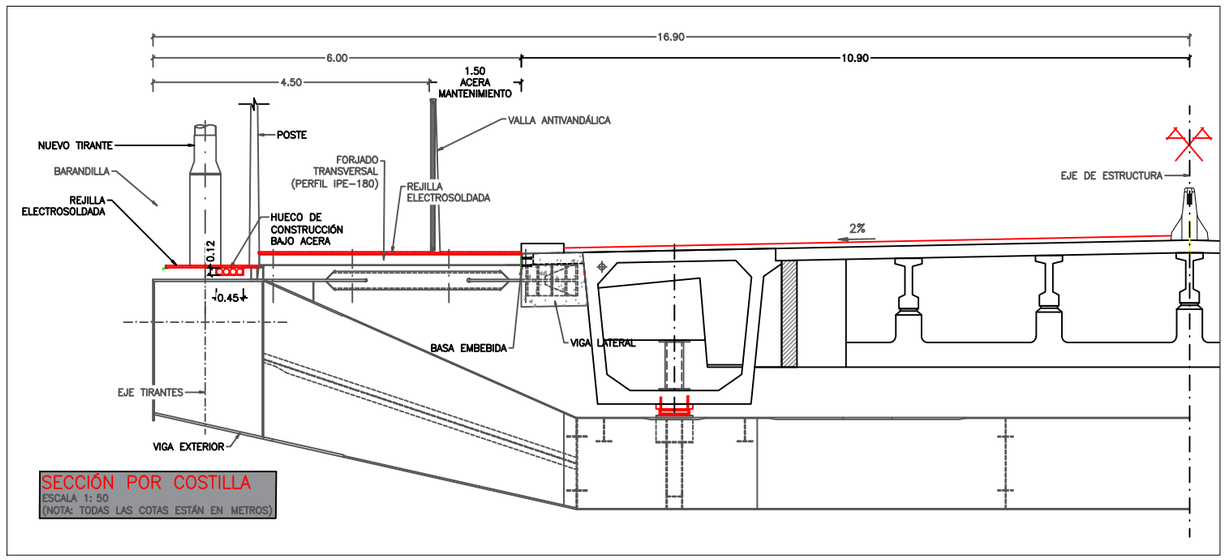
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

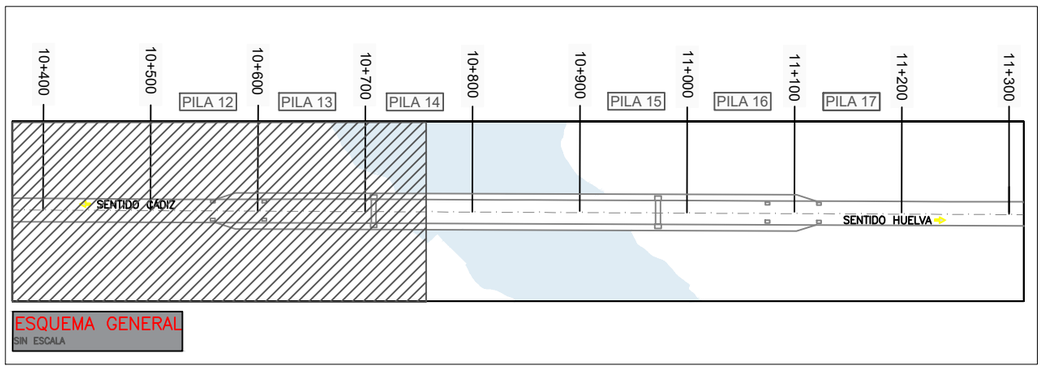
PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 2	PLANO EMPLAZAMIENTO

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: 1:4000	COTAS EN: m	AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN Fdo.:
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 11/02/2025		







LEYENDA

ESTADO ORIGINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø20 mm.

ESTADO FINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm

CUADRO DE MANDO

LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 (180W, H- montaje: 12 m)

LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 (120W, H- montaje: 9 m)

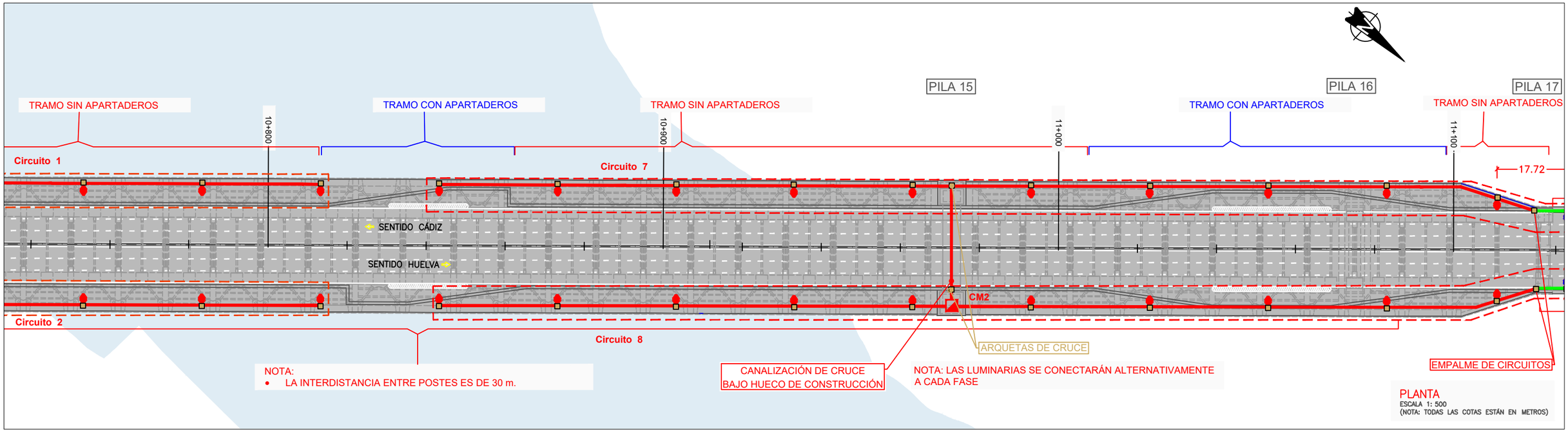
ARQUETA 40X40 cm

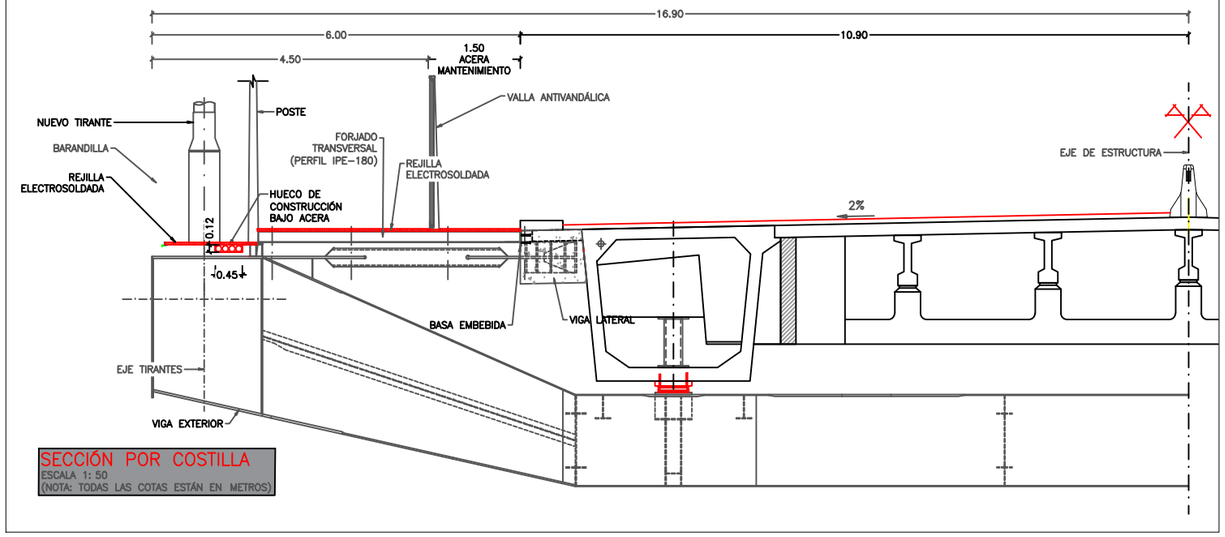
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

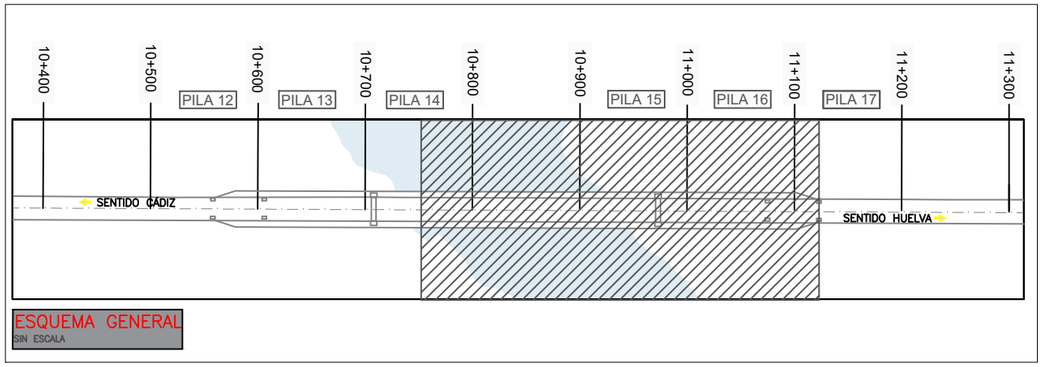
PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 3	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL I
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ / REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: - / COTAS EN: m
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: 25/08/2025

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
Fdo.:







LEYENDA

ESTADO ORIGINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø20 mm.

ESTADO FINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm

CUADRO DE MANDO

LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 (180W, H- montaje: 12 m)

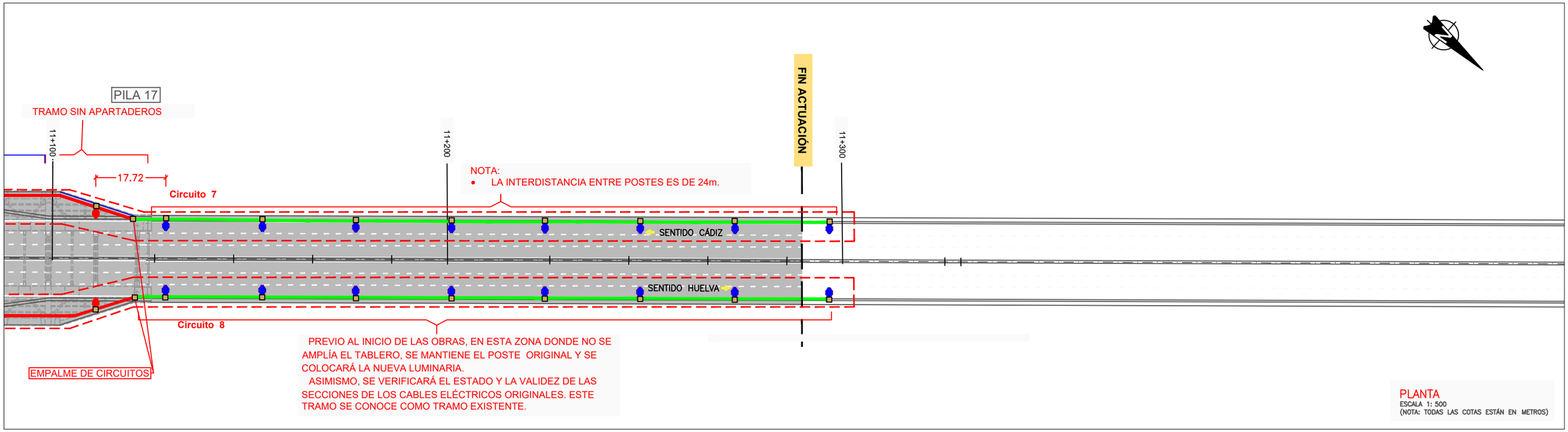
LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 (120W, H- montaje: 9 m)

ARQUETA 40X40 cm

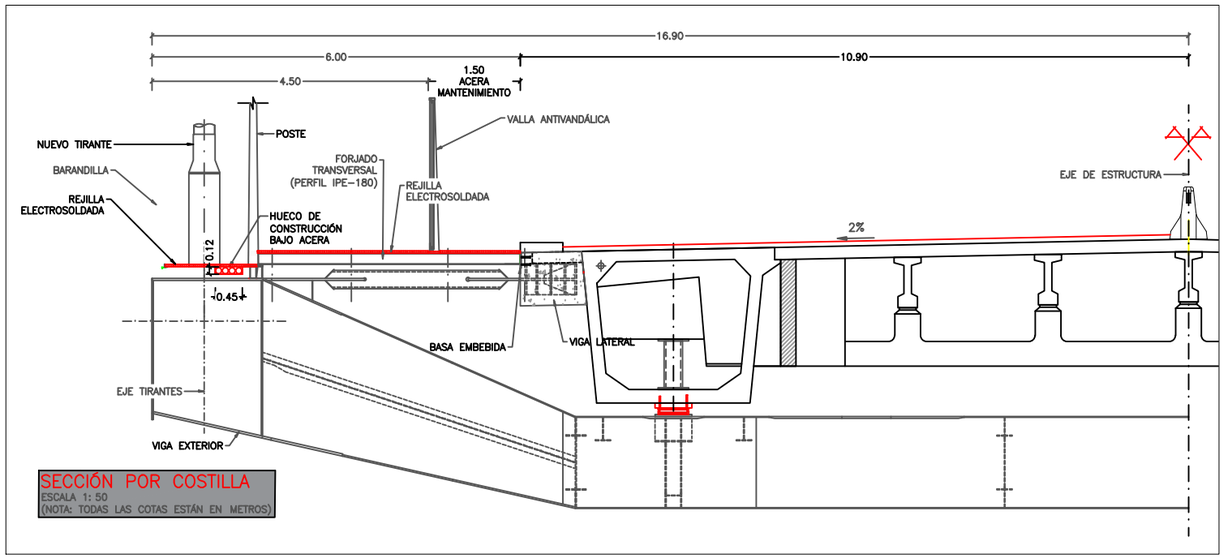
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

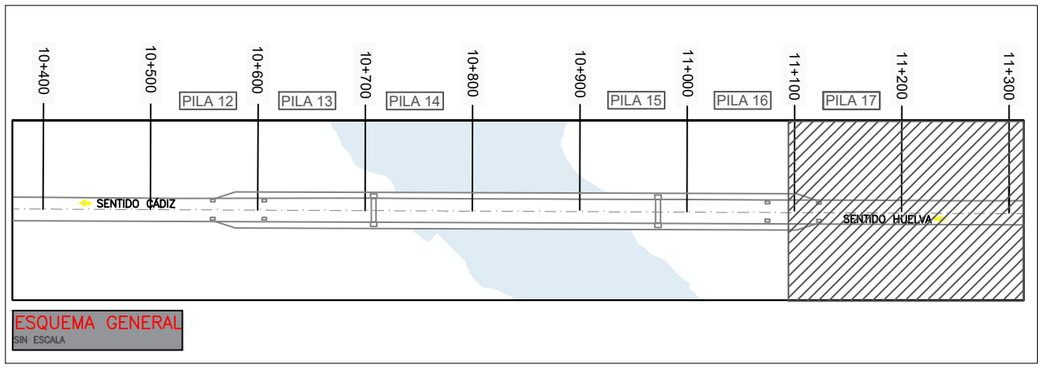
PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 4	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL II
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ / REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: - / COTAS EN: m
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: 25/08/2025
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN Fdo.:	



PLANTA
ESCALA 1: 500
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)



SECCIÓN POR COSTILLA
ESCALA 1: 50
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)



ESQUEMA GENERAL
SIN ESCALA

LEYENDA

ESTADO ORIGINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø20 mm.

ESTADO FINAL

CANALIZACIÓN EN ACERA DE CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) Cu RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm

CUADRO DE MANDO

LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 (180W, H- montaje: 12 m)

LUMINARIA LED SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 (120W, H- montaje: 9 m)

ARQUETA 40X40 cm

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

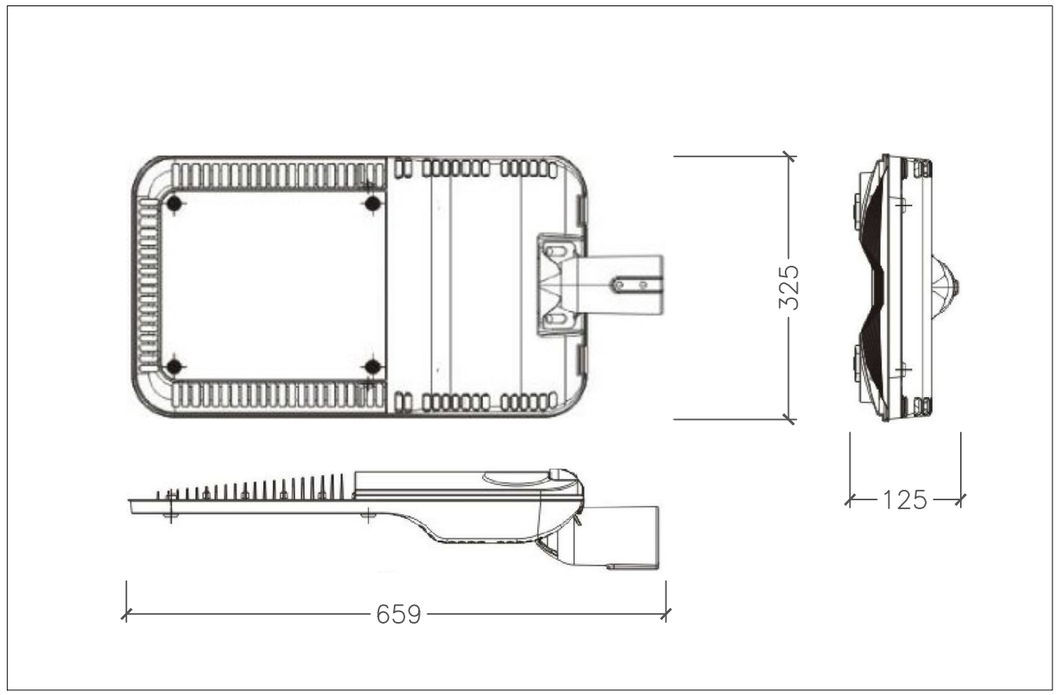
PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 5	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL III
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ / REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: - / COTAS EN: m
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: 25/08/2025

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
Fdo.:

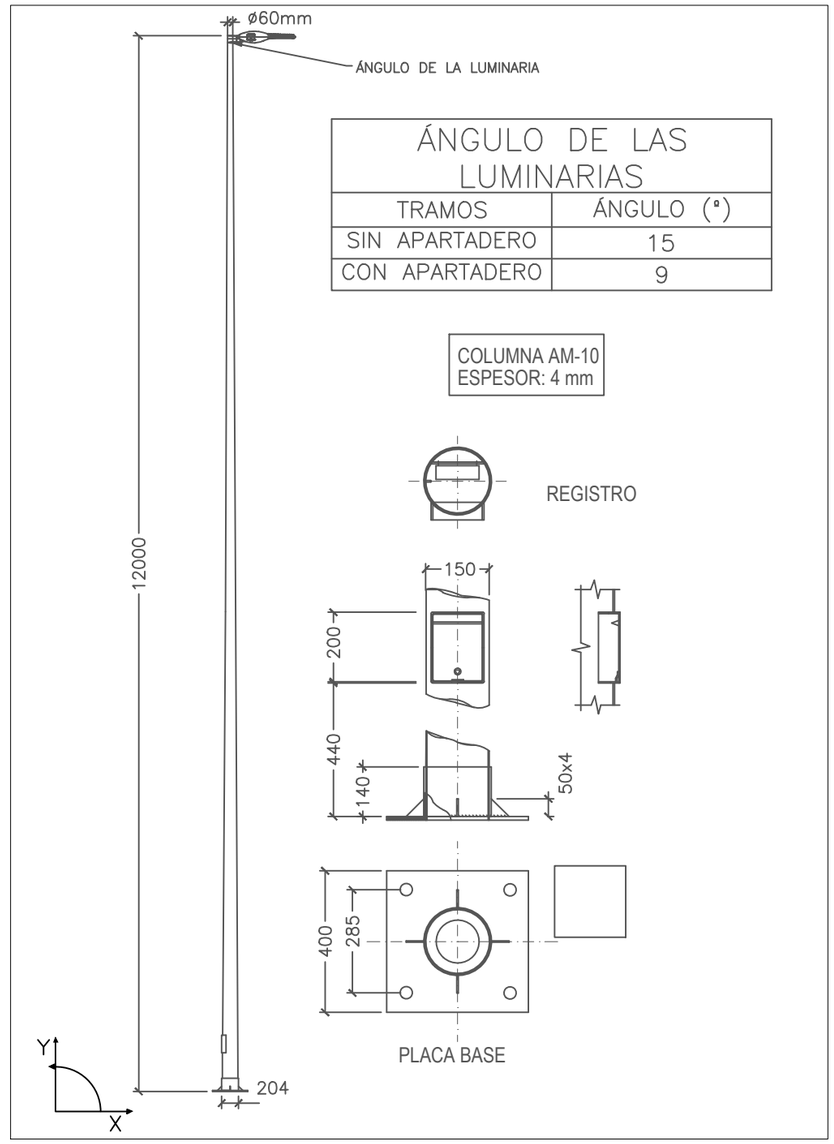
LUMINARIA VULCAN XL-180-C-A12419

A 12 metros de altura

Temperatura del color: 3000 K
Flujo luminoso: 22900 lm
Potencia de las luminarias: 180 W
Lámpara: 64 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Clase II



DETALLE DE LUMINARIA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)



ÁNGULO DE LAS LUMINARIAS	
TRAMOS	ÁNGULO (°)
SIN APARTADERO	15
CON APARTADERO	9

DETALLE DE COLUMNA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)

NOTA:
- ESTA LUMINARIA Y COLUMNA SE EMPLEAN EN EL TRAMO CON Y SIN APARTADERO

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla

PLANO Nº: 6

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL IV

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ

REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN

ESCALA: -

COTAS EN: mm

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ

REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN

Fdo.:

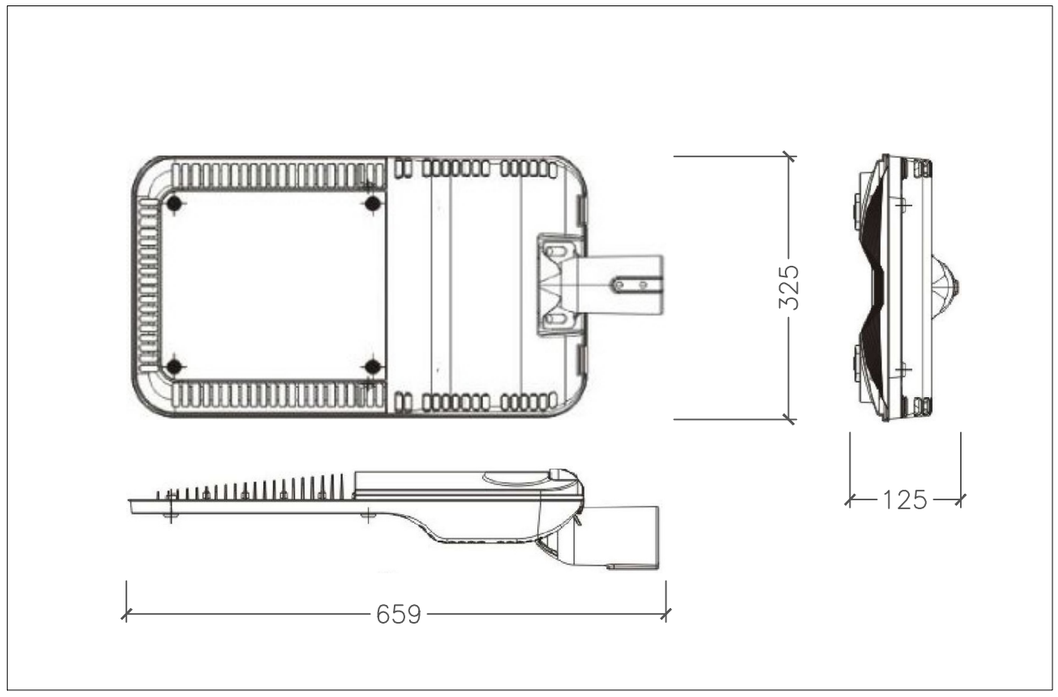
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER

FECHA: 25/08/2025

LUMINARIA VULCAN XL-120-C-A12419

A 9,24 metros de altura

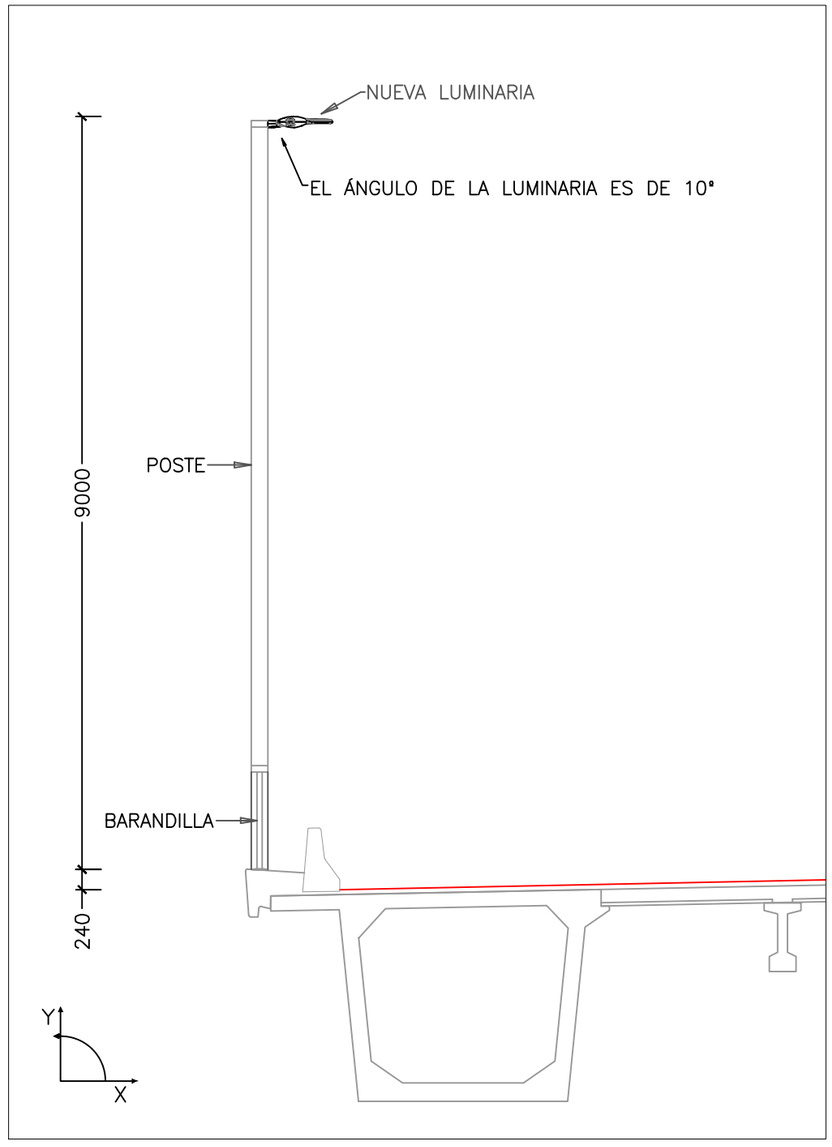
Temperatura del color: 3000 K
Flujo luminoso: 16000 lm
Potencia de las luminarias: 120 W
Lámpara: 48 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Clase II



DETALLE DE LUMINARIA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)

NOTA:

- ESTA LUMINARIA Y COLUMNA SE EMPLEAN EN EL TRAMO EXISTENTE



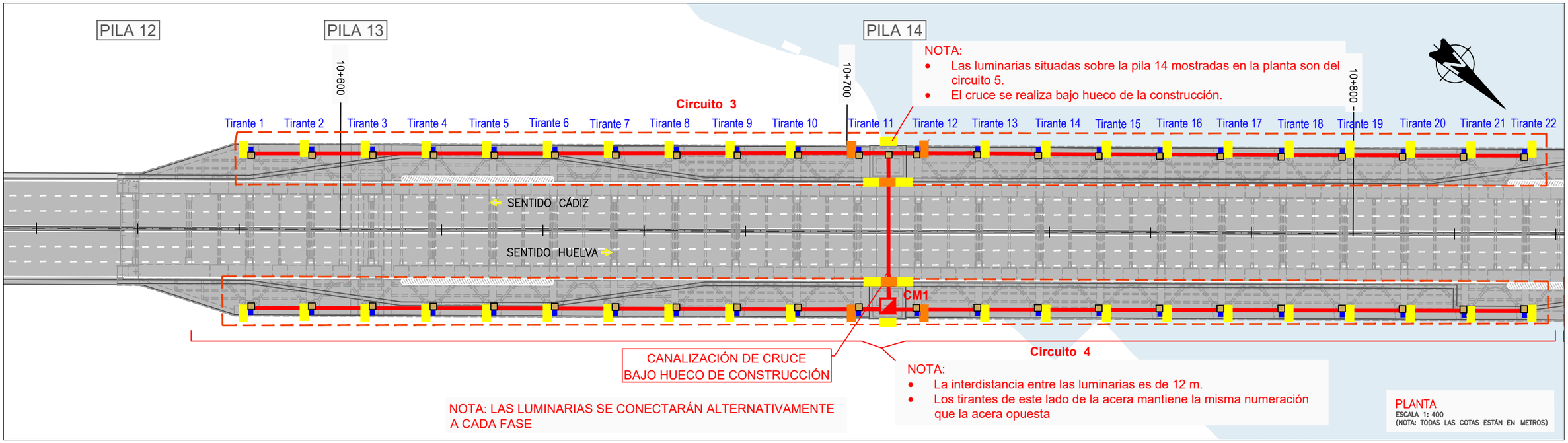
DETALLE DE COLUMNA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)

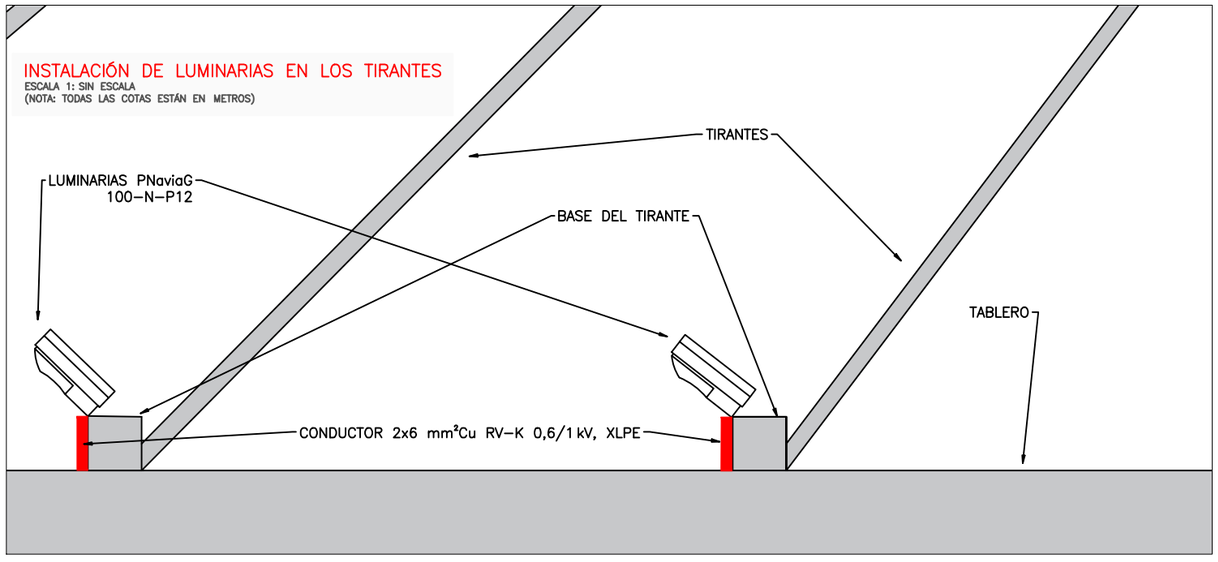
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

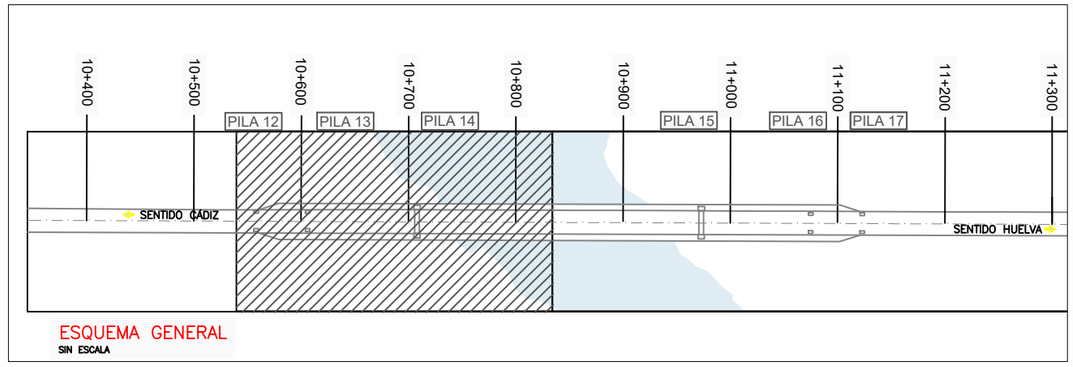
PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 7	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL V

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: -	COTAS EN: mm	AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN Fdo.:
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 25/08/2025		







LEYENDA

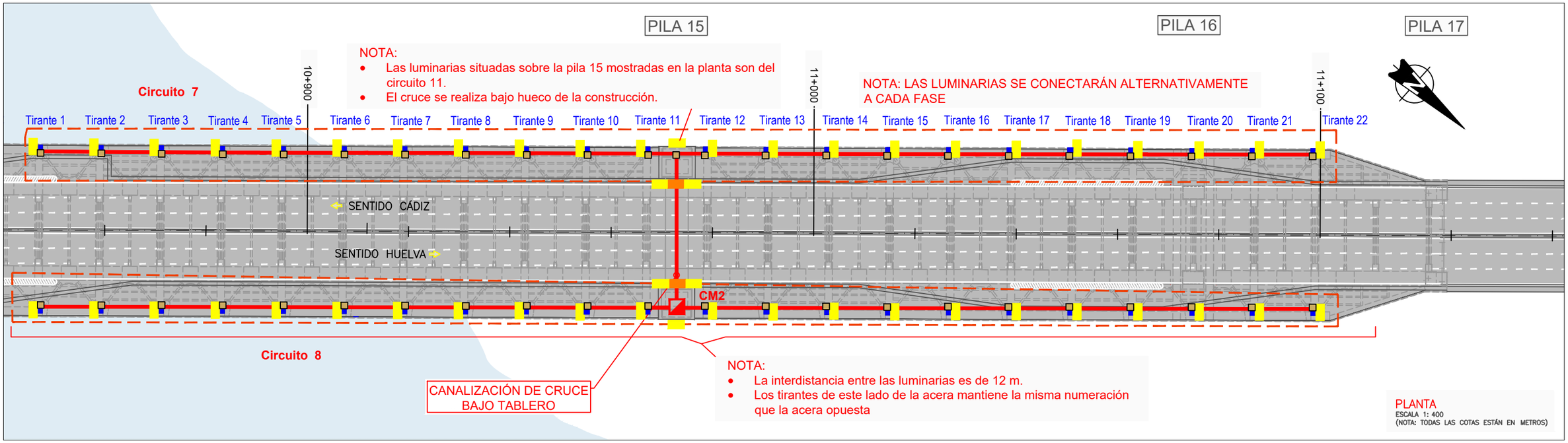
- BASE DE LOS TIRANTES
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 50-N-P12
- CANALIZACIÓN EN ACERA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 100-N-P12
- CUADRO DE MANDO
- ARQUETA 40X40 cm

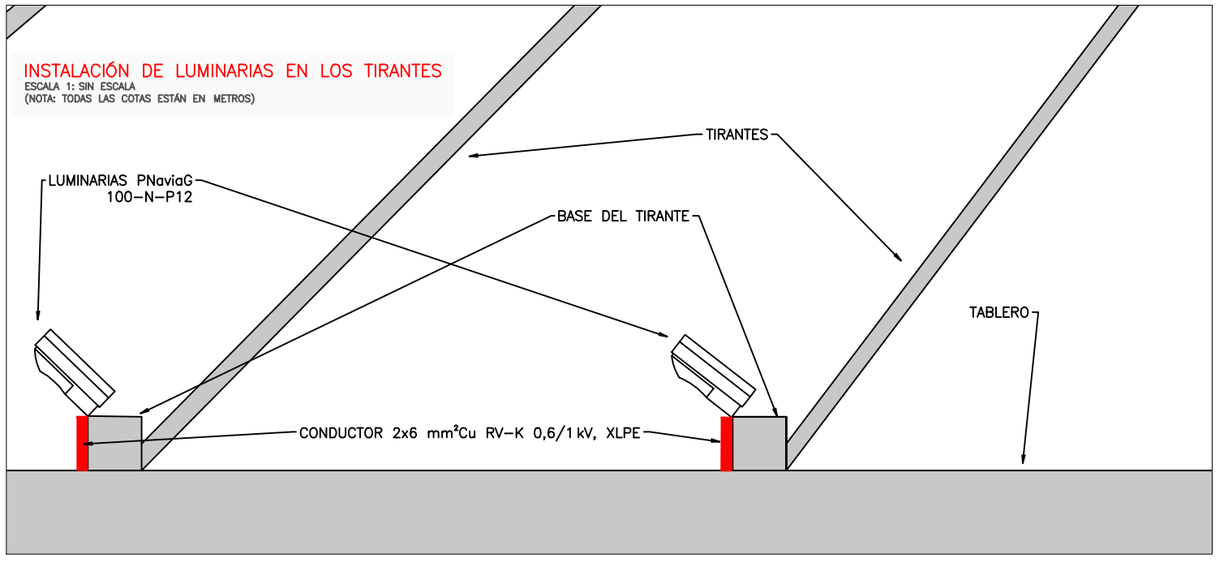
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

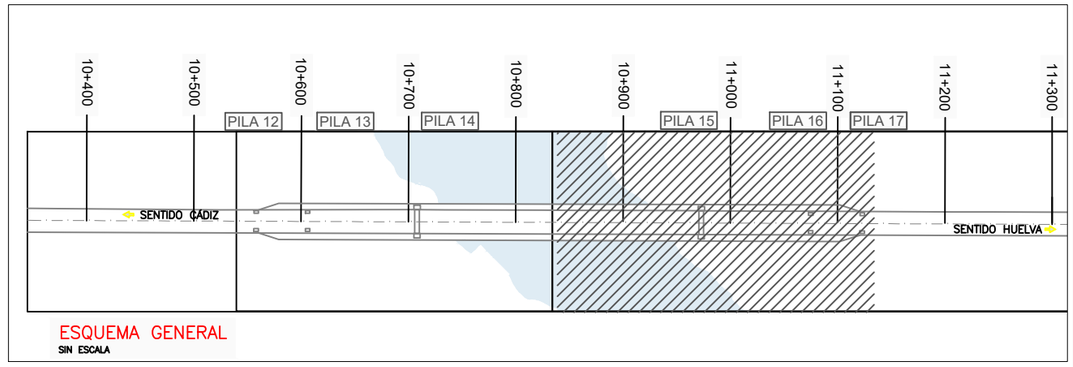
PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 8	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL I

AUTOR:	REVISOR:	ESCALA:	COTAS EN:	AUTOR:
D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	-	m	D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 26/08/2025		REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN Fdo.:







LEYENDA

- BASE DE LOS TIRANTES
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 50-N-P12
- CANALIZACIÓN EN ACERA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 100-N-P12
- CUADRO DE MANDO
- ARQUETA 40X40 cm

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

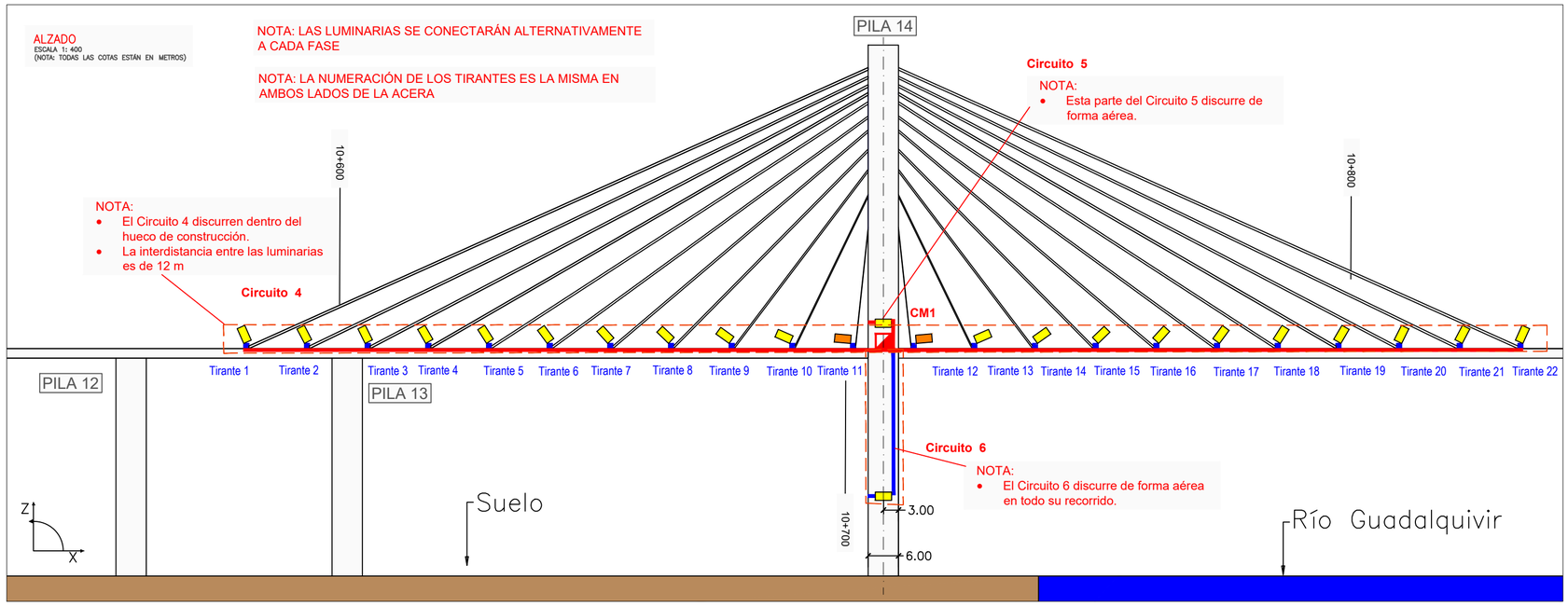
PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 9	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL II

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	ESCALA: -	COTAS EN: m	AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN Fdo.:
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 26/08/2025		

ALZADO
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

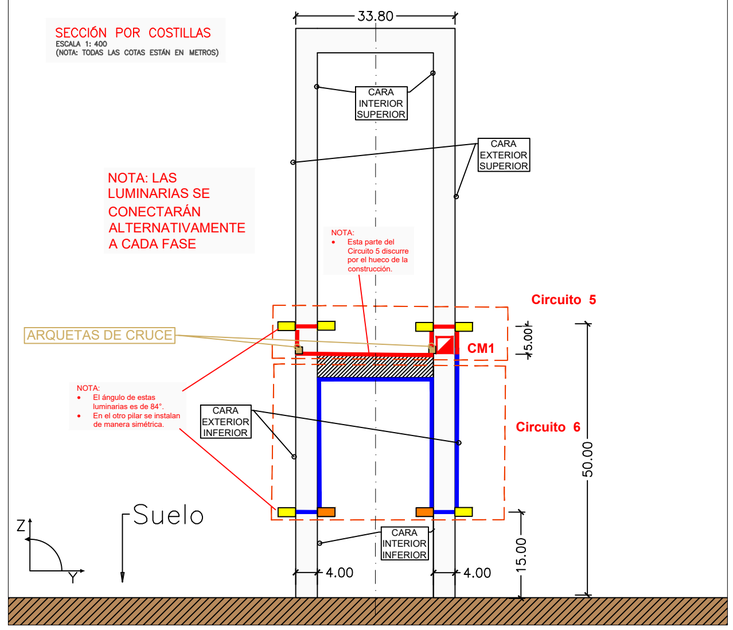
NOTA: LAS LUMINARIAS SE CONECTARÁN ALTERNATIVAMENTE A CADA FASE

NOTA: LA NUMERACIÓN DE LOS TIRANTES ES LA MISMA EN AMBOS LADOS DE LA ACERA



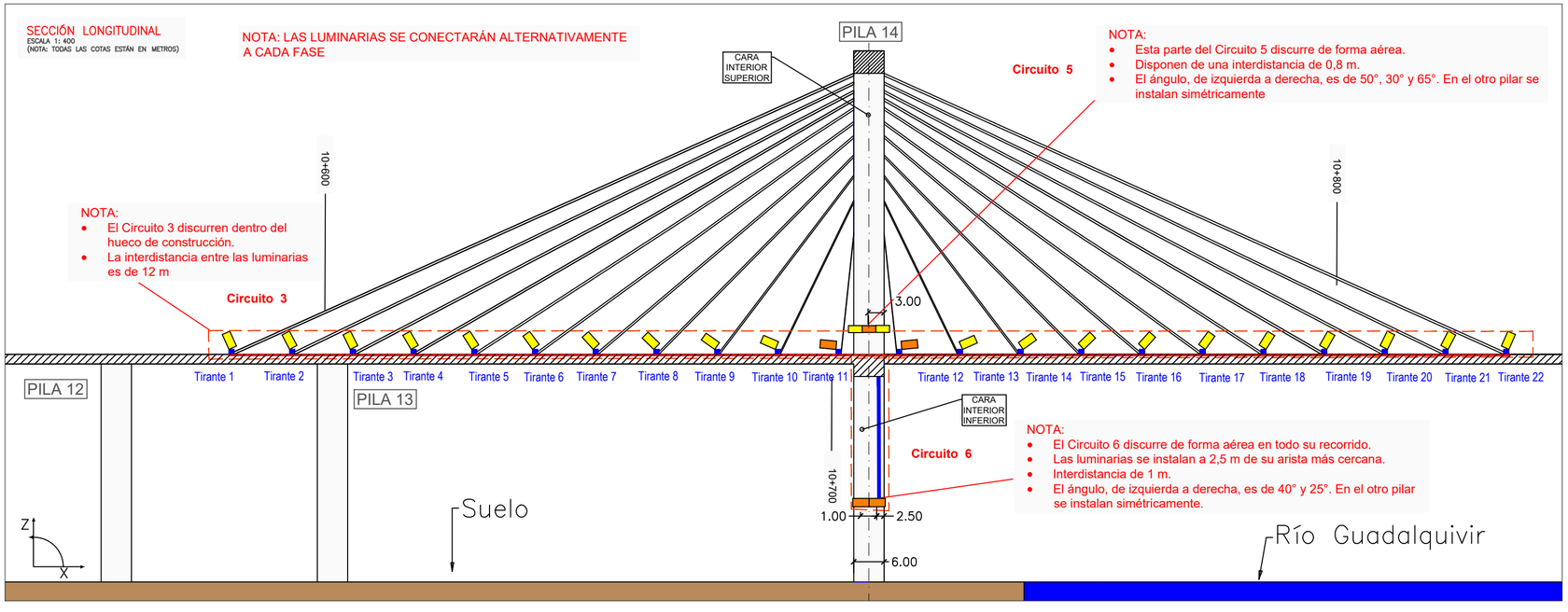
SECCIÓN POR COSTILLAS
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

NOTA: LAS LUMINARIAS SE CONECTARÁN ALTERNATIVAMENTE A CADA FASE



SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

NOTA: LAS LUMINARIAS SE CONECTARÁN ALTERNATIVAMENTE A CADA FASE

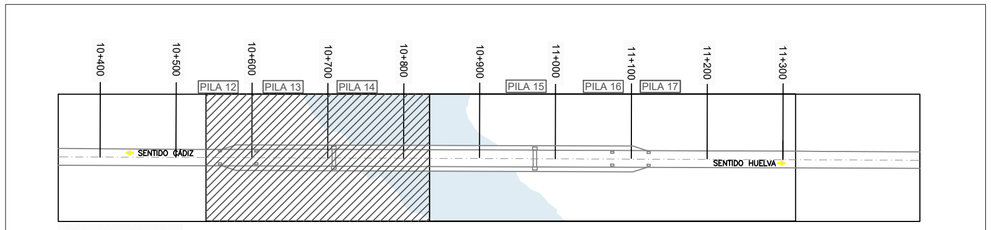


Ángulos luminarias circuitos 3 y 4

Tirantes	Ángulo (°)
Tirante 1	24.00
Tirante 2	27.50
Tirante 3	26.50
Tirante 4	30.00
Tirante 5	32.50
Tirante 6	36.00
Tirante 7	42.00
Tirante 8	46.00
Tirante 9	54.50
Tirante 10	66.50
Tirante 11	83.00
Tirante 12	97.00
Tirante 13	113.50
Tirante 14	125.50
Tirante 15	134.00
Tirante 16	138.00
Tirante 17	144.00
Tirante 18	147.50
Tirante 19	150.00
Tirante 20	153.50
Tirante 21	152.50
Tirante 22	156.00

LEYENDA

- BASE DE LOS TIRANTES
- CANALIZACIÓN EN ACERA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm
- CUADRO DE MANDO
- CANALIZACIÓN AÉREA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x4 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø20 mm
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 50-N-P12
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 100-N-P12
- ARQUETA 40X40 cm



ESQUEMA GENERAL
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla

PLANO Nº: 10

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL III

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ

REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN

ESCALA: 1:400

COTAS EN: m

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ

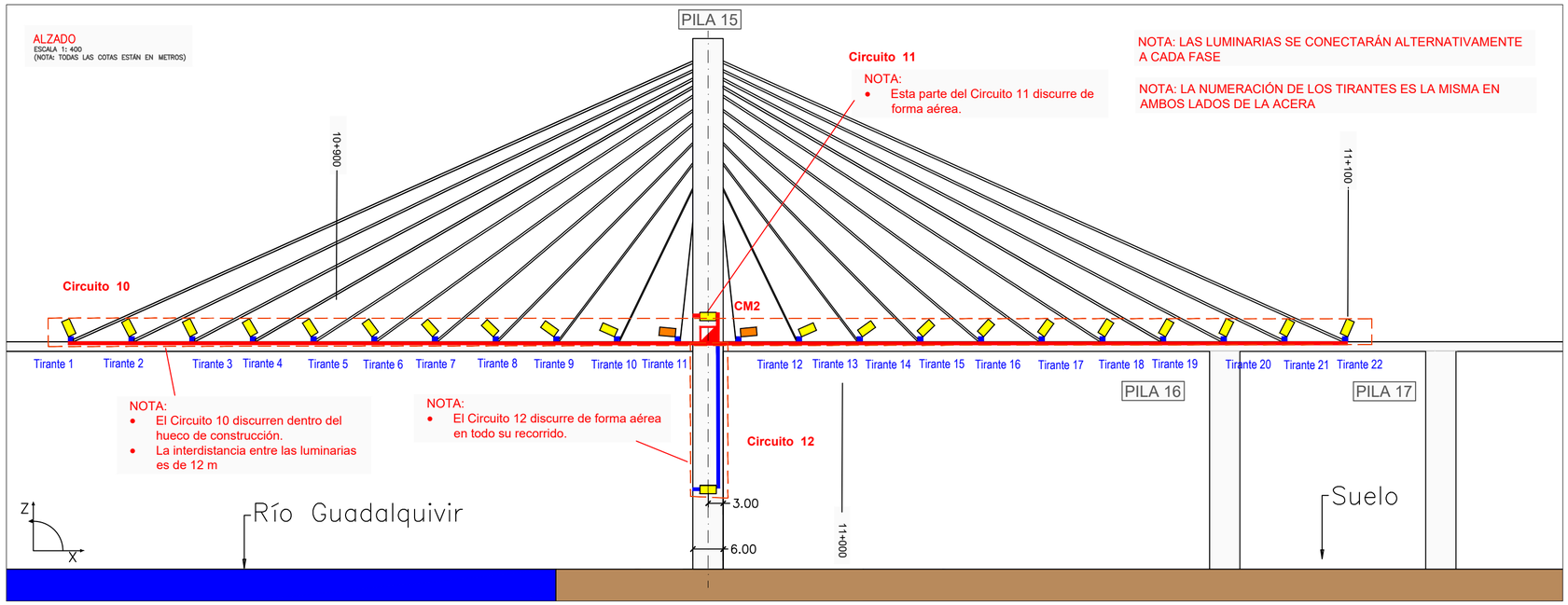
REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN

TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER

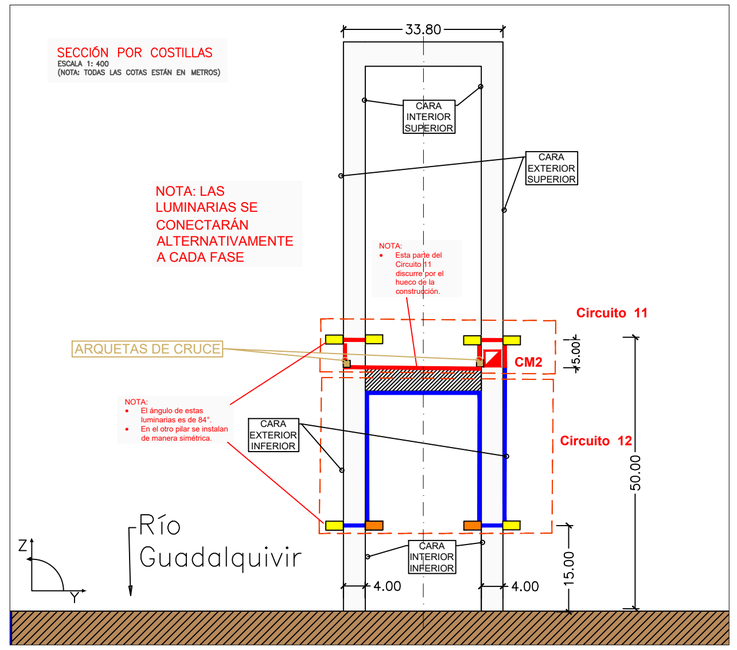
FECHA: 29/08/2025

Fdo.:

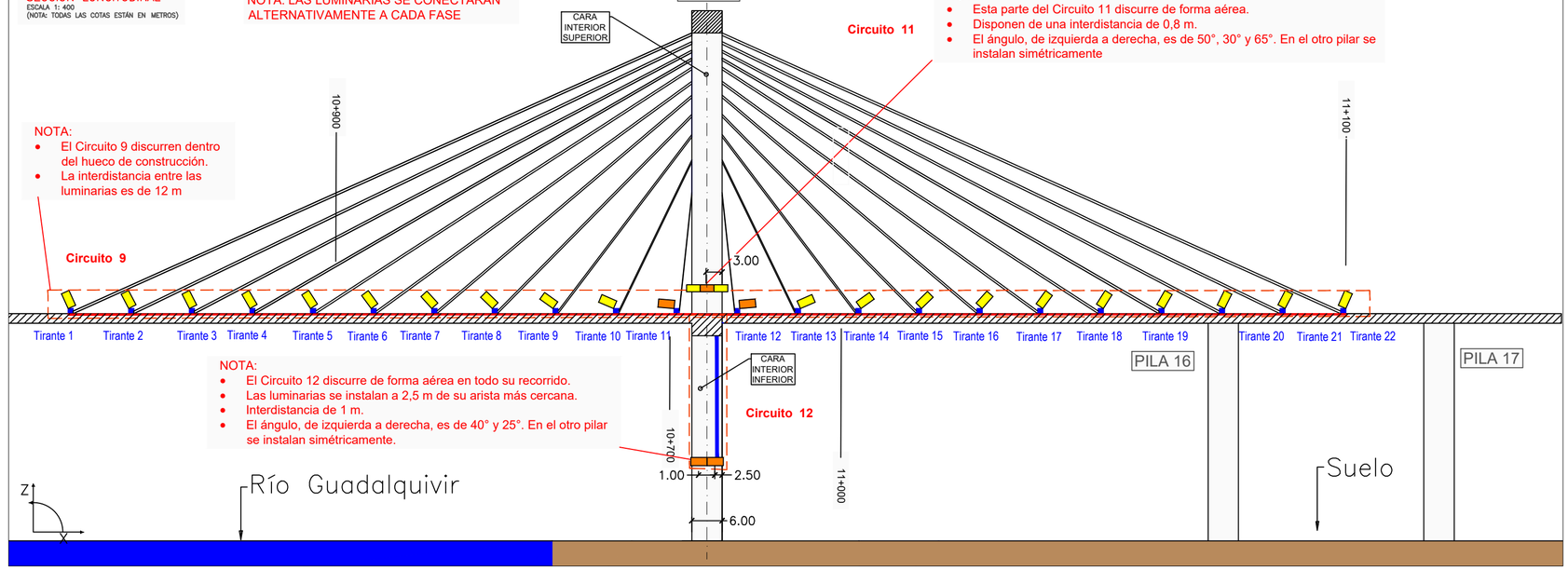
ALZADO
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)



SECCIÓN POR COSTILLAS
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)



SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1: 400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

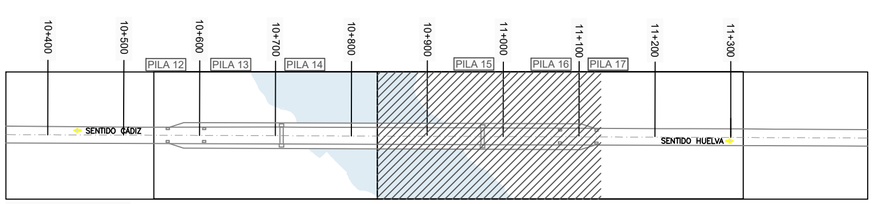


Ángulos luminarias circuitos 9 y 10	
Tirantes	Ángulo (°)
Tirante 1	24.00
Tirante 2	27.50
Tirante 3	26.50
Tirante 4	30.00
Tirante 5	32.50
Tirante 6	36.00
Tirante 7	42.00
Tirante 8	46.00
Tirante 9	54.50
Tirante 10	66.50
Tirante 11	83.00
Tirante 12	97.00
Tirante 13	113.50
Tirante 14	125.50
Tirante 15	134.00
Tirante 16	138.00
Tirante 17	144.00
Tirante 18	147.50
Tirante 19	150.00
Tirante 20	153.50
Tirante 21	152.50
Tirante 22	156.00

LEYENDA

- BASE DE LOS TIRANTES
- CANALIZACIÓN EN ACERA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x6 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø25 mm
- CUADRO DE MANDO
- CANALIZACIÓN AÉREA DEL CABLEADO ELÉCTRICO 4x(1x4 mm²) RV-K 0,6/1 kV BAJO TUBO PVC RÍGIDO Ø20 mm
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 50-N-P12
- LUMINARIA LED SOLITEC PNAVIAG 100-N-P12
- ARQUETA 40X40 cm

ESQUEMA GENERAL
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla

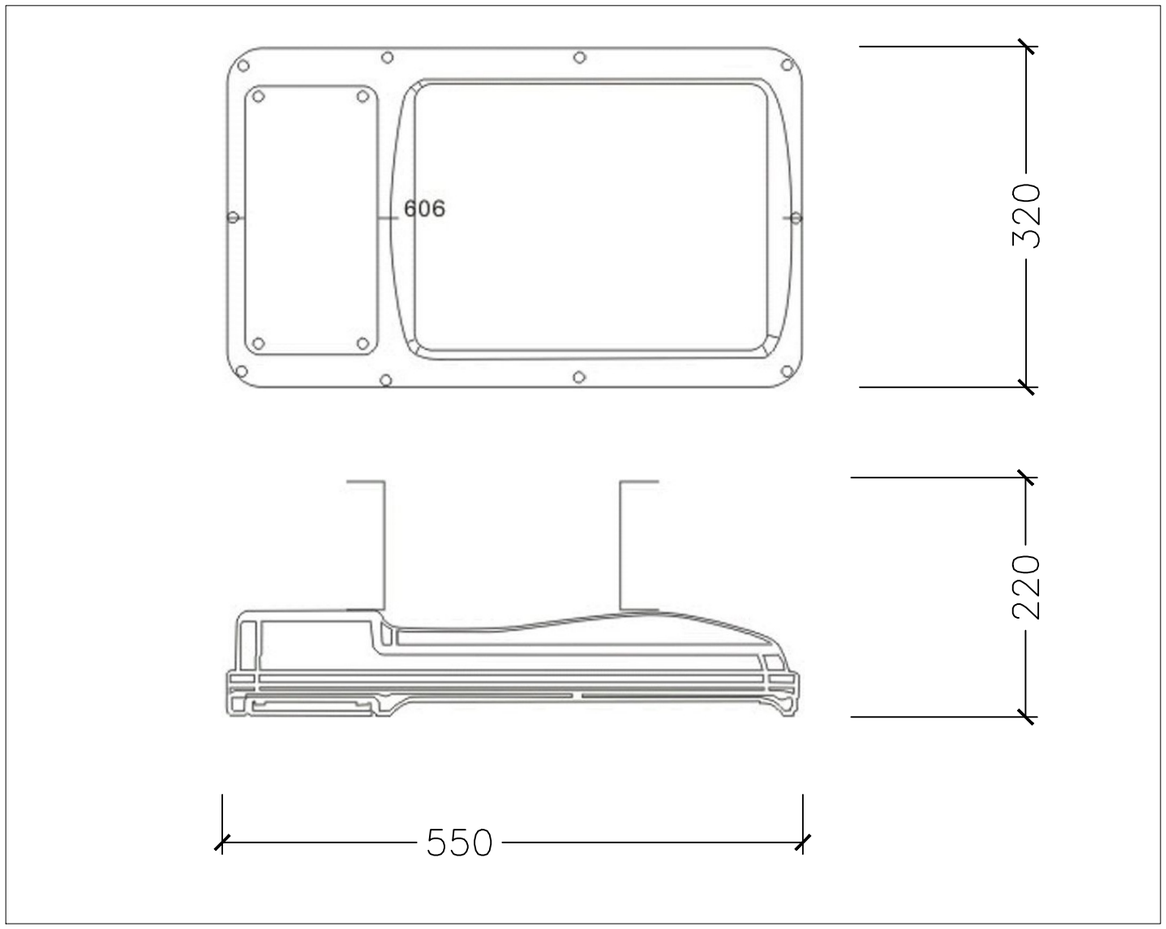
PLANO Nº: 11
INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL IV

AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
ESCALA: 1:400
COTAS EN: m
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
Fdo.:

TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER
FECHA: 29/08/2025

LUMINARIA SOLITEC PNaviaG 50-N-P12

Temperatura del color: 5500 K
Flujo luminoso: 7100 lm
Potencia de las luminarias: 50 W
Tipo de emisores LED: 24 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Clase II



DETALLE DE LUMINARIA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla

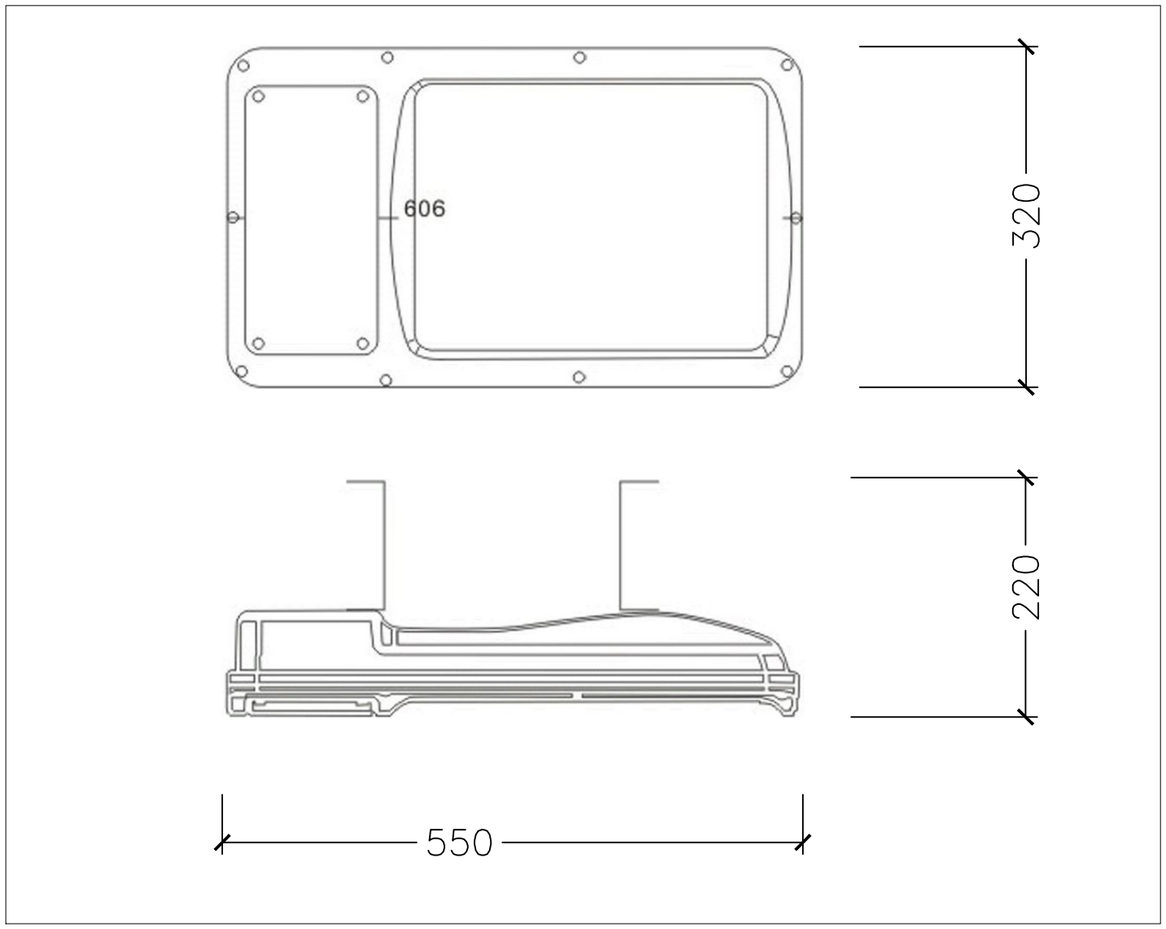
PLANO Nº: 12

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL V

AUTOR:	REVISOR:	ESCALA:	COTAS EN:	AUTOR:
D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	-	mm	D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
				REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 27/08/2025		Fdo.:

LUMINARIA SOLITEC PNaviaG 100-N-P12

Temperatura del color: 5500 K
Flujo luminoso: 14200 lm
Potencia de las luminarias: 100 W
Tipo de emisores LED: 46 unidades OSRAM OSCONIQ P3737®
Clase II



DETALLE DE LUMINARIA
ESCALA 1: SIN ESCALA
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN MILÍMETROS)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

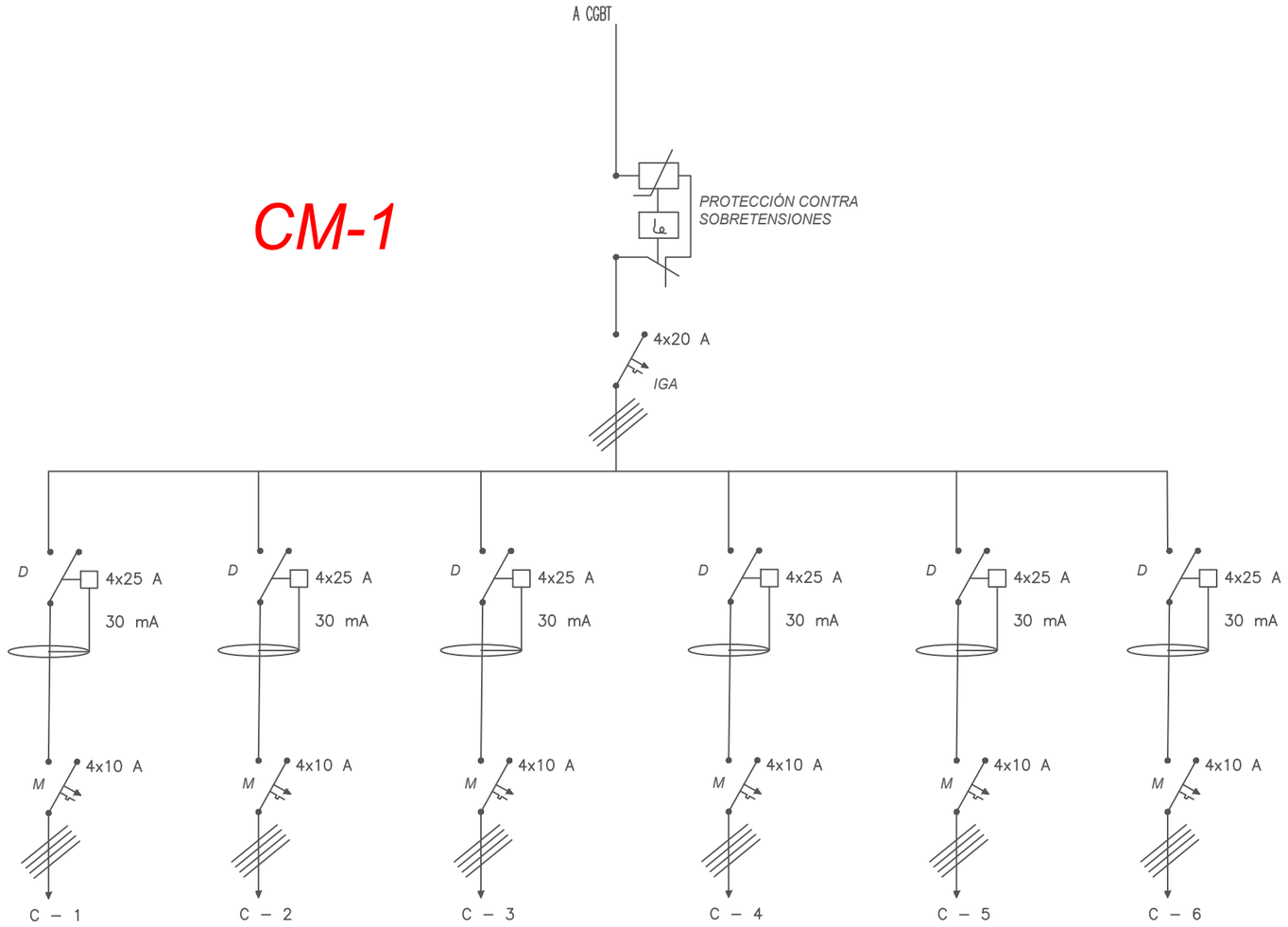
LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla

PLANO Nº: 13

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ORNAMENTAL VI

AUTOR:	REVISOR:	ESCALA:	COTAS EN:	AUTOR:
D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	-	mm	D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 27/08/2025		REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
				Fdo.:

CM-1



C1
P.demandada: 2,76kW
I: 3,98 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,98 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 480,61m
Libre de halógenos

C2
P.demandada: 2,76kW
I: 3,98 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,78 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 450,41m
Libre de halógenos

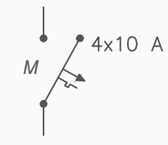
C3
P.demandada: 2,1kW
I: 3,03 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,32 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 285,2m
Libre de halógenos

C4
P.demandada: 2,1kW
I: 3,03 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,18 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 255m
Libre de halógenos

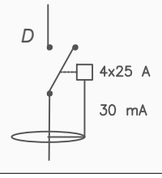
C5
P.demandada: 0,7kW
I: 1,01 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,05 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 55,8m
Libre de halógenos

C6
P.demandada: 0,4kW
I: 0,58 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,12 %
4x(1x4 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø20mm
L: 142m
Libre de halógenos

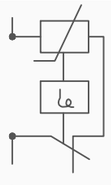
LEYENDA



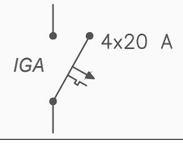
Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 4P; 10 A; curva C; 6000 A/10 kA



Interruptor diferencial, Acti9 iID, 4P, 25A, 30mA A–SI



Limitador de sobretensiones transitorias tipo 2; Acti9 iPRD40; 3P+N; 40 kA; 350V



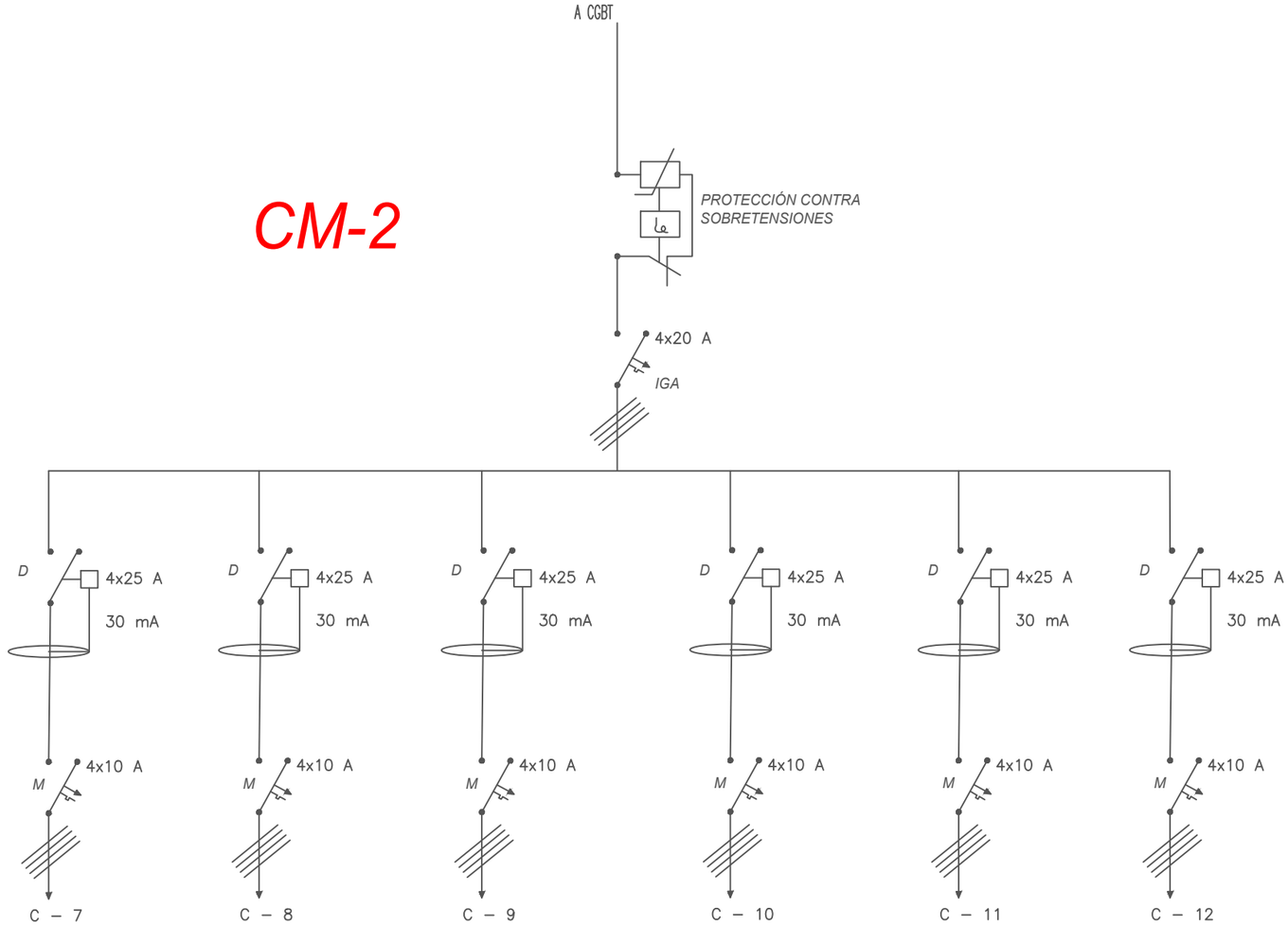
Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 4P; 20 A; curva C; 6000 A/10 kA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 14	ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN CM1
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	REVISOR: Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
ESCALA: -	COTAS EN: m
AUTOR: D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: 27/08/2025
Fdo.:	

CM-2



C7
P.demandada: 2,76kW
I: 3,98 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,88 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 480,61m
Libre de halógenos

C8
P.demandada: 2,76kW
I: 3,98 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,69 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 450,41m
Libre de halógenos

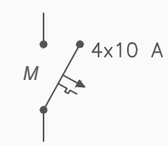
C9
P.demandada: 2,1kW
I: 3,03 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,32 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 285,2m
Libre de halógenos

C10
P.demandada: 2,1kW
I: 3,03 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,18 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 255m
Libre de halógenos

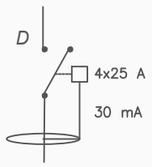
C11
P.demandada: 0,7kW
I: 1,01 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,05 %
4x(1x6 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø25mm
L: 55,8m
Libre de halógenos

C12
P.demandada: 0,4kW
I: 0,58 A, cosϕ:1,00
ΔU: 0,12 %
4x(1x4 mm²) Cu RV–K 0,6/1 kV
Bajo tubo PVC rígido Ø20mm
L: 142m
Libre de halógenos

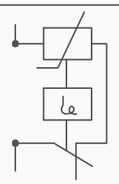
LEYENDA

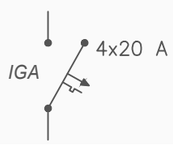


Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 4P; 10 A; curva C; 6000 A/10 kA



Interruptor diferencial, Acti9 iID, 4P, 25A, 30mA A–SI


Limitador de sobretensiones transitorias tipo 2; Acti9 iPRD40; 3P+N; 40 kA; 350V



Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 4P; 20 A; curva C; 6000 A/10 kA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

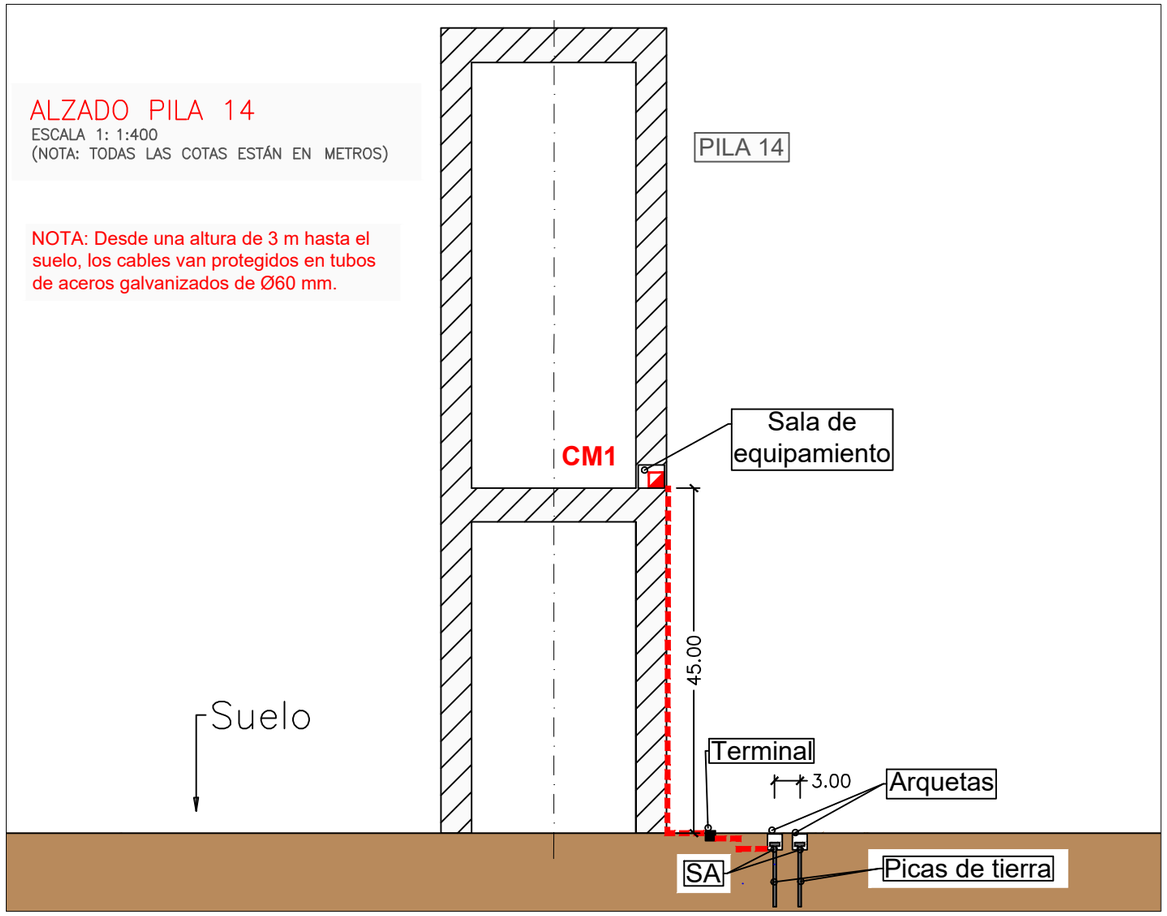
PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 15	ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN CM2

AUTOR:	REVISOR:	ESCALA:	COTAS EN:	AUTOR:
D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	-	-	D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 27/08/2025		REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
				Fdo.:

ALZADO PILA 14

ESCALA 1: 1:400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

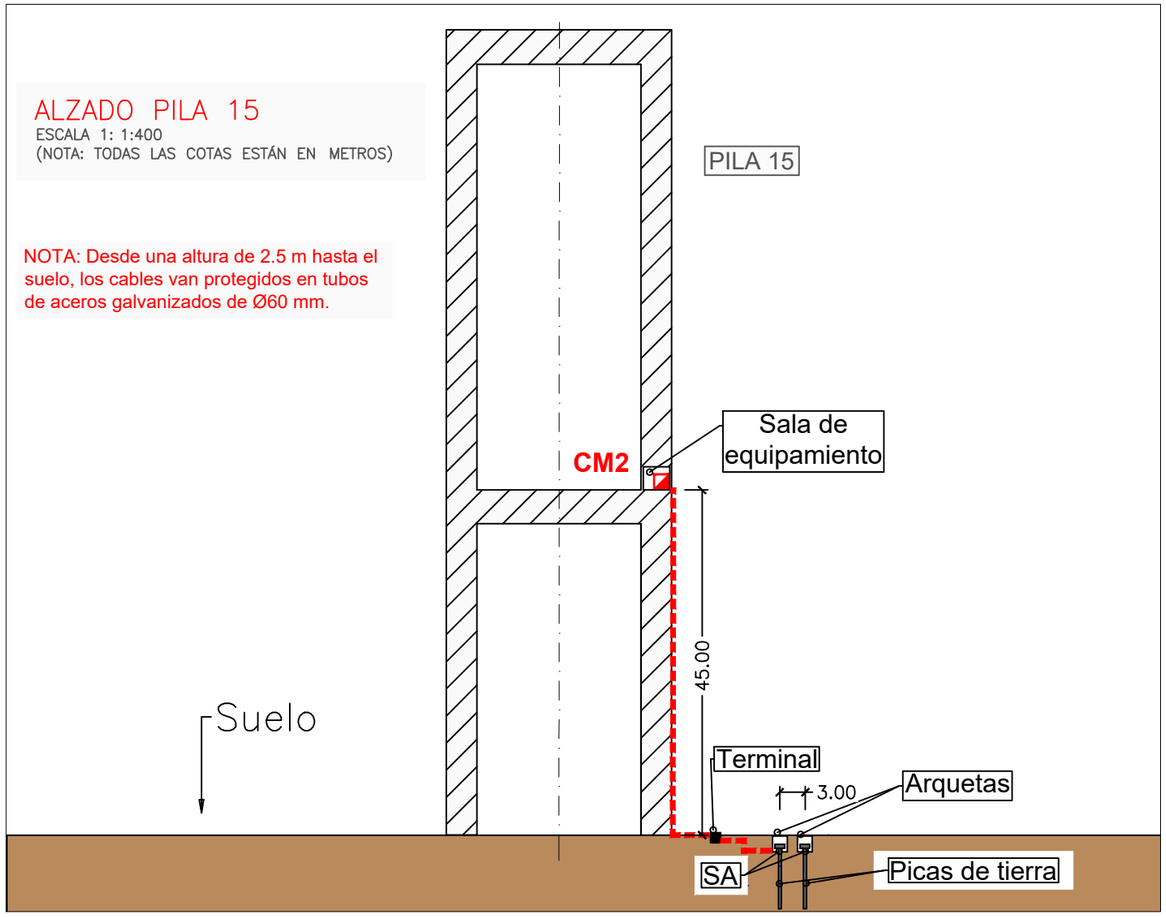
NOTA: Desde una altura de 3 m hasta el suelo, los cables van protegidos en tubos de aceros galvanizados de Ø60 mm.



ALZADO PILA 15

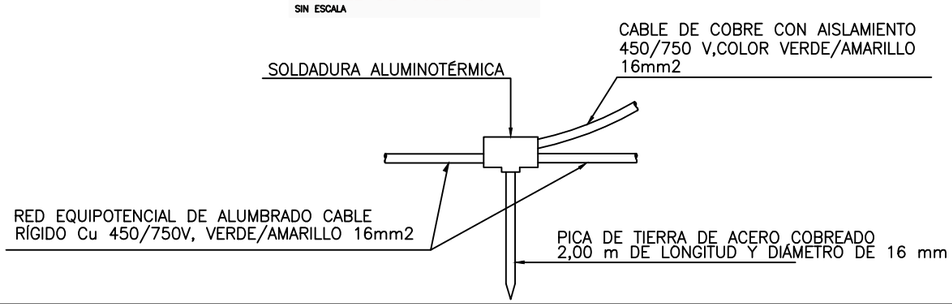
ESCALA 1: 1:400
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTÁN EN METROS)

NOTA: Desde una altura de 2.5 m hasta el suelo, los cables van protegidos en tubos de aceros galvanizados de Ø60 mm.



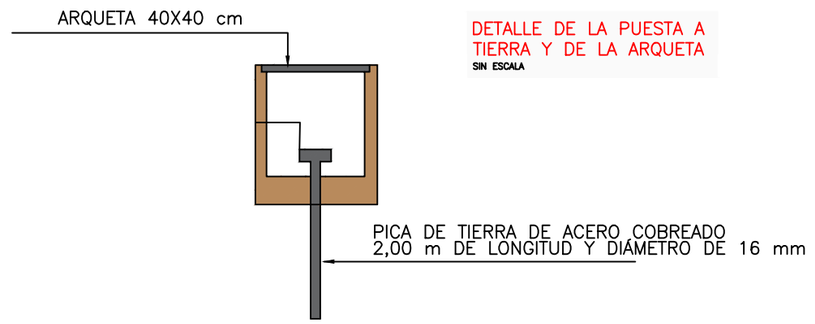
DETALLE DE SOLDADURA

SIN ESCALA



DETALLE DE LA PUESTA A TIERRA Y DE LA ARQUETA

SIN ESCALA



LEYENDA

- CABLEADO ELÉCTRICO PARA PUESTA A TIERRA 1x16 mm² Cu RV-K 450/750 V
- SA — SOLDADURA ALUMINOTÉCNICA
- CUADRO DE MANDO
- TERMINAL

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PROYECTO: Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del puente V Centenario de la ciudad de Sevilla

PROMOTOR: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	LOCALIZACIÓN: Puente V Centenario, SE-30, 9-12, 41012 Sevilla
PLANO Nº: 16	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

AUTOR:	REVISOR:	ESCALA:	COTAS EN:	AUTOR:
D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ	Dr.D.ALFONSO GAGO CALDERÓN	1:400	m	D.DANIEL LAARBI GONZÁLEZ
TITULACIÓN: TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA: 30/08/2025		REVISOR: Dr. D.ALFONSO GAGO CALDERÓN
				Fdo.:

PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: D.Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Condiciones Generales 1

1.1 Objeto del Pliego 1

1.2 Descripción de las obras 1

1.3 Planos 3

1.4 Contradicciones, omisiones o errores 4

1.5 Documentos que se entregan al contratista 4

1.5.1 Documentación contractual 5

1.5.2 Documentación informativa 5

2. Condiciones Particulares 6

2.1 Técnicas 6

2.1.1 Condiciones materiales 6

2.1.1.1 Condiciones generales 6

2.1.1.2 Otros materiales no especificados 7

2.1.1.3 Aceptación de materiales 7

2.1.1.4 Materiales 8

2.1.2 Iniciación de las obras y orden a seguir en los trabajos 17

2.1.3 Condiciones que deben reunir los acopios a pie de obra 18

2.1.4 Precauciones durante la ejecución de las obras 19

2.1.4.1 Protección contra lluvias 19

2.1.4.2 Protección contra incendios 19

2.1.4.3 Evitación de contaminaciones 20

2.1.5 Limpieza de las obras 21

2.1.6 Facilidades para la inspección 21

2.1.7 Trabajos nocturnos 22

2.1.8 Trabajos no autorizados y defectuosos 23

2.1.9 Retirada de instalaciones y demoliciones de obra civil 24
2.1.9.1 Planificación e Inspección Previa 24
2.1.9.2 Condiciones Previas a la Demolición o Retirada 24
2.1.9.3 Metodología de Desmontaje 25
2.1.9.4 Gestión de Escombros y Materiales Retirados 25
2.1.9.5 Control y Supervisión 26
2.1.10 Obras defectuosas pero aceptables 26
2.1.11 Obras no especificadas en este pliego 26
2.1.11 Conservación de las obras y periodo de garantía 27
2.2 Facultativas 28
2.2.1 Funciones del Director 28
2.2.2 Personal del Contratista 30
2.2.3 Órdenes al Contratista 31
2.2.4 Libro de incidencias 32
2.2.5 Pliego, instrucciones y normas aplicables 32
2.2.6 Supervisión e Inspección de los Trabajos 35
2.2.7 Replanteo 36
2.2.8 Acceso a la obra 36
2.2.9 Subcontratistas y destajistas 37
2.2.10 Otras obligaciones del contratista 38
2.2.11 Plan de calidad 38
2.2.12 Equipos y materiales 39
2.2.12.1 Equipos 39
2.2.12.1 Materiales 40
2.2.13 Señalización de las obras 41
2.2.14 Seguro a suscribir por el contratista 43
2.2.15 Medidas de seguridad 43

2.2.16 Inspección y dirección de las obras 44

2.2.17 Servicios afectados 44

2.3 Económicas 45

2.3.1 Condiciones generales de valoración 45

2.3.2 Obras no especificadas en este capítulo 46

2.3.3 Abono de partidas alzadas 46

2.3.4 Abono de partidas alzadas 46

2.3.5 Obras defectuosas pero aceptables 47

2.3.6 Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas 47

2.3.7 Obras en exceso 48

2.3.8 Consideraciones generales sobre la medición de las obras 49

2.3.9 Transportes 49

2.3.10 Replanteos 50

2.3.11 Relaciones valoradas y certificaciones 50

2.3.12 Medios auxiliares y abonos a cuenta por instalaciones y equipos 51

2.3.13 Elementos de la instalación 51

2.3.14 Abono de seguridad y salud y gestión de residuos 52

2.3.15 Revisiones de precios 52

2.3.16 Cumplimiento de plazos y penalidad por mora 53

2.3.17 Gastos a cargo del adjudicatorio 53

2.3.18 Liquidación 53

2.4 Administrativas 54

2.4.1 Inicio de las Obras 54

2.4.2 Modificaciones del Proyecto 54

2.4.3 Programa de trabajos 55

2.4.4 Orden de Inicio de las Obras 55

2.4.5 Instalaciones, medios y obras auxiliares 55

2.4.6 Propiedad industrial y comercial 56

2.4.7 Obligaciones de carácter social y legislación laboral 57

2.4.8 Retirada de las instalaciones provisionales 57

2.4.9 Certificaciones de obras 58

2.4.10 Recepción 58

1. Condiciones Generales

1.1 Objeto del Pliego

El presente Pliego de Condiciones constituye el conjunto de instrucciones, normas, prescripciones y especificaciones que, además de lo indicado en la Memoria, los Planos y el Presupuesto, definen todos los requisitos necesarios para la ejecución de las obras comprendidas en el proyecto "Diseño de las instalaciones de alumbrado funcional y arquitectónico multicolor del Puente del V Centenario de la ciudad de Sevilla".

Dichos documentos incluyen, además de la descripción general y localización de la actuación, las condiciones que deben cumplir los materiales empleados, los criterios de ejecución, así como los procedimientos establecidos para la medición, valoración y abono de las distintas unidades de obra.

1.2 Descripción de las obras

Las obras objeto del presente proyecto tienen como finalidad la ejecución integral del sistema de alumbrado funcional y ornamental del Puente del V Centenario, en Sevilla, en el marco de su ampliación estructural. Esta actuación responde a la necesidad de actualizar y optimizar la infraestructura de iluminación existente, adaptándola a las nuevas condiciones geométricas del puente tras la incorporación de plataformas laterales, así como a las exigencias actuales en materia de eficiencia energética, seguridad vial y calidad ambiental del entorno nocturno.

El conjunto de trabajos proyectados abarca dos ámbitos claramente diferenciados pero complementarios: por un lado, el alumbrado funcional, orientado a proporcionar una visibilidad adecuada tanto en la calzada como en las zonas peatonales de mantenimiento; por otro, la iluminación ornamental, concebida para poner en valor la estructura del puente como elemento icónico dentro del paisaje urbano sevillano. Ambos sistemas están definidos y desarrollados en los distintos documentos que componen este proyecto.

En lo que respecta al alumbrado funcional, se proyecta la instalación de un nuevo sistema de iluminación vial en los tres tramos del puente: el tramo preexistente, el tramo

con apartadero y el tramo sin apartadero. La configuración de las luminarias se adapta a las diferentes secciones transversales y condiciones de uso, contemplando la implantación de columnas metálicas de hasta 12 metros de altura, sobre las que se instalarán luminarias LED de alto rendimiento y elevado índice de reproducción cromática. Estas se dispondrán en configuración bilateral pareada, atendiendo a las características geométricas del tablero y a los parámetros luminotécnicos exigidos por la ITC-EA-02. Asimismo, se prevé la conservación de ciertas columnas ya instaladas en los laterales del nuevo tablero, siempre que se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y cumplan con los requisitos técnicos establecidos.

En cuanto a la iluminación ornamental, el proyecto contempla la instalación de luminarias RGBW con tecnología LED, específicamente diseñadas para resaltar de forma dinámica y visualmente atractiva los elementos arquitectónicos más representativos del puente, como son los pórticos centrales de sustentación (pilas 14 y 15) y los tensores metálicos que conectan las plataformas laterales al tablero principal. Este sistema se integrará con un controlador electrónico programable que permitirá gestionar combinaciones de color y patrones lumínicos, tanto estáticos como dinámicos, adaptables a eventos conmemorativos, celebraciones locales u otras acciones institucionales. Para ello, se han establecido niveles de iluminancia específicos según la naturaleza de las superficies (hormigón, acero revestido, etc.), aplicando los coeficientes correctores pertinentes en función de la reflectancia del material, la temperatura de color y las características ópticas de las luminarias, siguiendo los criterios definidos en la ITC-EA-01.

Ambos sistemas de iluminación se alimentarán a través de dos nuevos cuadros de mando, distribución y protección, ubicados sobre la propia estructura del puente. Su diseño responde a criterios de redundancia y fiabilidad, garantizando una distribución equilibrada de cargas. Estarán equipados con protecciones magnetotérmicas y diferenciales, elementos de medida, dispositivos de control horario, fotocélulas, y módulos de reenganche automático, así como con sistemas de comunicación que permitan su integración con la infraestructura de control centralizada.

Las canalizaciones eléctricas se ejecutarán en función de la configuración del trazado, pudiendo ser superficiales o enterradas, y estarán conformadas por tubos normalizados según lo dispuesto en la ITC-BT-21. Se dispondrán arquetas registrables en puntos clave de la red para facilitar las operaciones de mantenimiento. Las líneas de

alimentación se realizarán mediante conductores de cobre, con secciones adecuadas al dimensionamiento eléctrico del sistema, conforme a los criterios del REBT, e incluirán redes de puesta a tierra asociadas a cada soporte metálico, ejecutadas con conductores desnudos o aislados en función de su ubicación.

Adicionalmente, se prevé la integración de un sistema de telegestión basado en la tecnología AGIL, el cual permitirá monitorizar y controlar de forma remota el funcionamiento de la instalación. Este sistema posibilitará la regulación de los niveles de iluminación, la programación de horarios de encendido y apagado, la detección inmediata de fallos y el ajuste del consumo según las condiciones reales de operación, lo que repercutirá directamente en una mejora de la eficiencia energética y en la reducción de los costes de mantenimiento.

Finalmente, para la correcta ejecución del proyecto, será necesario llevar a cabo la retirada de los elementos existentes en desuso, incluyendo luminarias, soportes y canalizaciones obsoletas, así como la demolición de las cimentaciones antiguas. Posteriormente, se ejecutarán nuevas zapatas de hormigón armado con placas base y pernos de anclaje, sobre las que se instalarán los nuevos báculos, asegurando la estabilidad y durabilidad del sistema.

1.3 Planos

Los planos que integran este proyecto recogen de forma gráfica y precisa las actuaciones necesarias para la ejecución del sistema de alumbrado funcional y ornamental del Puente del V Centenario. Sobre esta base se desarrollarán, en fase de ejecución, los planos de detalle específicos que serán necesarios para definir constructivamente cada uno de los elementos y resolver aspectos concretos tanto en obra como en taller.

La elaboración de estos planos complementarios podrá ser solicitada por la Dirección Facultativa en cualquier momento durante el desarrollo de los trabajos, siendo responsabilidad del Contratista su redacción y presentación. En caso necesario, deberán ir acompañados de memorias técnicas, cálculos justificativos o cualquier documentación adicional que facilite su interpretación y permita valorar su viabilidad técnica.

Ningún elemento representado en estos planos de detalle podrá ejecutarse sin la previa validación por parte de la Dirección Facultativa, quien deberá visar expresamente cada uno de los documentos presentados.

Una vez finalizadas las obras, el Contratista deberá entregar una recopilación completa de los planos actualizados y definitivos, reflejando en ellos fielmente las condiciones finales de la instalación ejecutada, incluyendo cualquier modificación o ajuste realizado durante el proceso de obra.

1.4 Contradicciones, omisiones o errores

Las posibles omisiones o imprecisiones que pudieran detectarse en el presente Pliego de Condiciones, en los planos u otros documentos del proyecto, y que resulten esenciales para garantizar la correcta ejecución de los trabajos conforme al espíritu y objetivos definidos en la documentación técnica, no eximen al Contratista de su obligación de llevarlas a cabo. En tales casos, se entenderá que dichos elementos o actuaciones forman parte integrante de los trabajos contratados, debiendo ejecutarse como si hubiesen sido descritos de forma expresa, siempre que respondan a prácticas habituales del sector y sean coherentes con la naturaleza de la obra.

En caso de discrepancia, contradicción o ambigüedad entre los distintos documentos del proyecto (Memoria, Planos, Pliego, Mediciones, etc.), corresponderá exclusivamente a la Dirección Facultativa interpretar su alcance y establecer los criterios técnicos que deban prevalecer, siendo su decisión vinculante para las partes implicadas.

1.5 Documentos que se entregan al contratista

La documentación técnica y administrativa que la Administración facilite al Contratista podrá tener carácter contractual o meramente informativo, según se especifique en cada caso.

1.5.1 Documentación contractual

Tendrá consideración contractual todos aquellos documentos que regulen de forma directa las condiciones de ejecución de las obras proyectadas. En este sentido, será de aplicación lo establecido en el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (Ley 9/2017, de 8 de noviembre), en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP, a a partir de su última actualización en el 2016), y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (PCAG, última actualización 2018), en todo aquello que no haya sido derogado por normativas posteriores.

En particular, tendrán valor contractual los siguientes documentos:

- El Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente a las obras objeto del contrato.
- Los documentos integrantes del proyecto que condicionen la ejecución, tales como la memoria, planos, mediciones y presupuesto.
- Los plazos de ejecución establecidos en la documentación contractual.
- Las cláusulas que resulten de modificaciones aprobadas y formalizadas conforme a la legislación vigente.
- El Contratista deberá disponer, en la oficina de obra, de una copia autorizada de todos los documentos contractuales, a efectos de consulta y cumplimiento durante la ejecución de los trabajos.

1.5.2 Documentación informativa

Por otro lado, los datos incluidos en determinados documentos anexos del proyecto, como estudios complementarios, recopilaciones estadísticas, estudios geotécnicos orientativos o antecedentes técnicos, tendrán un carácter exclusivamente informativo. Estos documentos reflejan la interpretación o análisis técnico realizado por la Administración en base a la información disponible, pero no constituyen garantía sobre la exactitud de los datos suministrados.

Por tanto, el Contratista deberá recabar por sus propios medios toda la información adicional que considere necesaria para el desarrollo de los trabajos. Será responsable de cualquier error, omisión o perjuicio derivado de una evaluación insuficiente, incorrecta o

negligente de los datos disponibles, sin que pueda imputar a la Administración las consecuencias derivadas de ello.

2. Condiciones Particulares

2.1 Técnicas

2.1.1 Condiciones materiales

Todos los materiales empleados en la ejecución de las obras e instalaciones descritas en el presente documento serán nuevos, de primera calidad y conformes a las normas UNE, EN o ISO que les sean de aplicación, salvo que en este Pliego se indiquen expresamente otras condiciones.

En el caso de que sea necesario emplear materiales no especificados en el presente Pliego, su utilización quedará supeditada a la aprobación previa y por escrito de la Dirección Facultativa o de la Propiedad.

La Dirección Facultativa podrá rechazar cualquier material que, aun cumpliendo las características indicadas, no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica constructiva, presentando defectos, deterioro por almacenamiento o manipulación, o careciendo de la documentación acreditativa de conformidad (marcado CE, certificados de calidad, ensayos de recepción, etc.).

En todo caso, los materiales deberán cumplir lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones de Alumbrado Exterior (RD 1890/2008), el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002), así como cualquier otra normativa sectorial aplicable.

2.1.1.1 Condiciones generales

Los equipos y componentes destinados a la instalación se montarán de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante y con las indicaciones del presente Pliego, garantizando su correcta integración en la obra. Su disposición deberá facilitar el mantenimiento, la reparación y, en su caso, la sustitución, evitando la necesidad de utilizar medios especiales o tiempos excesivos para dichas labores.

La ubicación de cada elemento deberá prever el espacio suficiente para permitir un acceso rápido y seguro, asegurando su desmontaje sin afectar a otros componentes de la instalación. Además, todos los elementos deberán estar protegidos frente a condiciones ambientales, mecánicas o eléctricas que puedan comprometer su durabilidad o funcionamiento, de acuerdo con las exigencias de las normas aplicables.

Previo a su puesta en servicio, la Dirección Facultativa podrá ordenar la realización de ensayos o comprobaciones para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el proyecto y la normativa vigente, siendo responsabilidad del Contratista la sustitución de cualquier material o equipo que no supere dichas verificaciones.

2.1.1.2 Otros materiales no especificados

Antes de su colocación en obra, todos los materiales y equipos deberán contar con la aprobación previa y por escrito de la Dirección Facultativa o de la Propiedad, sin que el Contratista pueda alegar desconocimiento de esta obligación.

Dicha conformidad previa no supondrá en ningún caso su recepción definitiva, por lo que la Dirección Facultativa podrá ordenar la retirada o demolición de cualquier elemento ejecutado con materiales que presenten defectos no detectados inicialmente, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación o compensación alguna por este motivo.

2.1.1.3 Aceptación de materiales

Los materiales que se utilicen en la obra estarán sujetos a ensayos de control destinados a verificar que sus características físicas, resistencias, granulometría, dotaciones y demás propiedades cumplen con lo establecido en las normas aplicables. Estos ensayos se ejecutarán conforme a un Plan de Control que será comunicado al Contratista antes del inicio de los trabajos.

Tanto en la toma de muestras como en la obtención de resultados, se procurará interferir lo menos posible en el ritmo de ejecución previsto por el Contratista.

En función de los resultados obtenidos y del informe emitido por el laboratorio acreditado, la Dirección de la Obra decidirá la aceptación o rechazo de los materiales

acopiados y de las partidas de obra ejecutadas. La retirada de los materiales rechazados, así como la demolición y correcta reposición de las unidades defectuosas, será responsabilidad exclusiva del Contratista, sin que proceda compensación económica alguna por estos conceptos.

2.1.1.4 Materiales

Conductores eléctricos

El Contratista informará por escrito a la Dirección Facultativa del nombre del fabricante de los conductores previstos y remitirá una muestra para su revisión. En caso de que, a juicio de la Dirección Facultativa, el fabricante no ofrezca las garantías necesarias, antes de su instalación se comprobarán sus características en un laboratorio oficial, limitándose las pruebas a la verificación del cumplimiento de las condiciones especificadas en el presente pliego y en la normativa vigente.

No se admitirán cables que no presenten marcado indeleble en su cubierta exterior con la información del fabricante, tipo y sección, que tengan desperfectos superficiales o que no se suministren en bobinas de origen correctamente precintadas. No se permitirá el uso de conductores de procedencia distinta dentro de un mismo circuito.

Todos los cables cumplirán con las especificaciones de la Norma UNE 21123 en lo que les sea de aplicación y con las prescripciones de las ITC-BT 02, ITC-BT 06, ITC-BT 07, ITC-BT 09, ITC-BT 19 y ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo indicado en la ITC-BT 19. La sección de los conductores será la adecuada a la intensidad y caída de tensión prevista en cada línea.

Redes subterráneas

Los conductores empleados serán de cobre, con aislamiento de compuestos poliméricos adecuados, resistentes a la humedad y a la corrosión, con suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos de tracción y aplastamiento. Irán entubados en canalizaciones rígidas de PVC conforme a lo indicado en la ITC-BT 21, con las características mecánicas y eléctricas descritas en este pliego (grado de compresión 1250

[N], resistencia al impacto 2 J, IP54, no propagadores de llama). La sección mínima para líneas de alumbrado será de 6 mm² incluido el neutro. En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será la indicada en la tabla 1 de la ITC-BT 07.

Redes aéreas

En caso de emplearse, los cables se instalarán sobre fachadas o tensados, siendo del tipo autoportante con neutro fiador o con fiador de acero galvanizado. La sección mínima para todos los conductores, incluido el neutro, será de 4 mm². En redes trifásicas tetrapolares, con conductores de fase de sección superior a 10 mm², la sección del neutro será como mínimo la mitad de la de fase.

Instalación en el interior de soportes

Los conductores serán de cobre, con sección mínima de 2,5 mm², tensión nominal mínima de 0,6/1 kV, y sin empalmes en el interior de los soportes.

Todos los cables deberán instalarse siguiendo las recomendaciones del fabricante y las indicaciones de este pliego, garantizando la correcta accesibilidad, protección mecánica y facilidad de mantenimiento.

Los cables eléctricos de baja tensión que se utilizarán en el presente proyecto serán del tipo RV-K 0,6/1 kV, aptos para servicio permanente en interior y exterior, en canalizaciones fijas y enterradas, así como en instalaciones aéreas sin riesgo de tracción mecánica. Serán no propagadores del incendio según UNE 21123 y no propagadores de la llama según UNE 21031, con cubierta de PVC tipo ST2 y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de tipo R2, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Normas de referencia

Los cables cumplirán, como mínimo, con las siguientes normas:

- UNE 21123-2: Cables de energía con aislamiento seco extruido para tensiones nominales hasta 0,6/1 kV.
- UNE 21031: Ensayos de no propagación de la llama en cables eléctricos.
- UNE 211002: Conductores de cobre para cables aislados.
- ITC-BT 06, ITC-BT 07, ITC-BT 09 y ITC-BT 19 del REBT.

Características constructivas

- Tensión asignada: 0,6/1 kV.
- Conductor: cobre electrolítico clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) de baja emisión de humos, con espesores mínimos según UNE 21123-2.
- Cubierta exterior: PVC tipo ST2, color negro, resistente a la intemperie, rayos UV y agentes químicos.
- Temperatura máxima de servicio: 90 °C en régimen permanente y 250 °C en cortocircuito (máx. 5 s).
- Radio mínimo de curvatura: 5 veces el diámetro exterior del cable.

Identificación de conductores

- Fases: Negro, marrón o gris.
- Neutro: Azul.
- Protección (PE): Verde/amarillo.

Suministro y embalaje

Los cables se suministrarán en bobinas de madera o metálicas, precintadas de origen, con placa identificativa que indique, como mínimo: nombre y marca del

fabricante, tipo de cable, sección, tensión nominal, año de fabricación, longitud, peso total, origen y destino, y número de bobina.

Control de calidad y aceptación

El Contratista presentará a la Dirección Facultativa certificado de conformidad del fabricante, indicando el cumplimiento de las normas citadas y los ensayos realizados. No se admitirán cables sin marcado indeleble en la cubierta, con defectos superficiales, o que no se presenten en bobinas originales. No se permitirá la instalación de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

Se podrán exigir ensayos de control, tales como:

- Medida de resistencia óhmica del conductor.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de resistencia de aislamiento.

Instalación

En canalizaciones subterráneas, los cables irán entubados conforme a la ITC-BT 21, con sección mínima de 6 mm² para fases y neutro en líneas de alumbrado. En el interior de soportes, los cables tendrán sección mínima de 2,5 mm² y no se realizarán empalmes.

El rechazo de materiales se producirá cuando no se cumplan las características, dimensiones o normativa indicada, o no se aporte la documentación de conformidad correspondiente.

Soportes

Los soportes destinados a la sujeción de luminarias ya sean columnas, báculos o brazos, estarán fabricados con materiales resistentes a la intemperie o, en su defecto, provistos de un tratamiento protector que garantice su durabilidad frente a agentes

atmosféricos. Su diseño deberá impedir la entrada de agua de lluvia y evitar la acumulación de agua por condensación.

Tanto los soportes como sus anclajes y cimentaciones se dimensionarán para soportar las solicitaciones mecánicas derivadas de su uso, prestando especial atención a la acción del viento, y adoptando un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5. El cálculo se realizará considerando el peso y la superficie expuesta de las luminarias completas instaladas.

Los apoyos construidos en chapa galvanizada deberán someterse a un proceso de galvanización adecuado (baño de cinc en caliente u otro procedimiento equivalente), previo decapado para la eliminación de óxidos, cascarillas y demás impurezas. El cinc utilizado tendrá una pureza mínima del 99,5 %, y el tratamiento superficial resultante deberá presentar una capa continua, lisa, de adecuada adherencia, sin glóbulos, zonas sin galvanizar ni otros defectos.

En los soportes que así lo requieran, se dispondrá una abertura de dimensiones suficientes para permitir el acceso a los elementos de protección y maniobra del equipo eléctrico. La parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m sobre la rasante, y estará dotada de una puerta o trampilla con grado de protección mínimo IP44 según UNE 20324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50102.

La puerta o trampilla sólo podrá abrirse mediante herramientas especiales y, en caso de ser metálica, dispondrá de un borne de conexión a tierra.

Luminarias

Las luminarias a instalar en la obra deberán ser suministradas por fabricantes de reconocida solvencia técnica y experiencia en el sector, cumpliendo en todo momento con la normativa vigente aplicable, y en particular con la norma UNE-EN 60598 (Luminarias. Requisitos generales y ensayos), así como con las disposiciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

El fabricante estará obligado a facilitar a la Dirección Facultativa toda la información técnica y constructiva necesaria, incluyendo:

- Normas y reglamentos observados en el diseño y fabricación.
- Relación completa de materiales empleados y sus características.
- Grado de protección (IP) frente a la penetración de sólidos y líquidos, conforme UNE-EN 60529.
- Grado de resistencia al impacto (IK) según UNE-EN 50102.
- Certificados de conformidad y marcado CE.
- Especificación del uso previsto y adecuación al entorno de instalación.

En todo caso, las luminarias deberán ser aptas para funcionamiento en exteriores, con grado de protección mínimo IP66 e IK08, y resistencia a la corrosión acorde con las condiciones ambientales previstas en el emplazamiento de la obra.

Las luminarias deberán cumplir lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-09 e ITC-BT-44 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002), así como en las normas UNE-EN aplicables. Serán de marca registrada y reconocida como de primera calidad, suministradas por fabricantes de acreditada solvencia técnica.

Los equipos eléctricos podrán ser de tipo interior o exterior. Los de tipo exterior deberán poseer un grado de protección mínimo IP54 e IK08, instalándose a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo. Las entradas y salidas de cables se efectuarán por la parte inferior de la envolvente para evitar la entrada de agua.

Cada punto de luz deberá incorporar compensación individual del factor de potencia, con un valor igual o superior a 0,9, y protección contra sobreintensidades. Tanto en la memoria como en las mediciones del proyecto se ha definido un tipo y marca de fabricante de referencia, admitiéndose únicamente modelos equivalentes que cumplan estrictamente las mismas prestaciones y requisitos técnicos.

En su interior, las luminarias alojarán lámparas de tecnología LED, totalmente cableadas y conexionadas, junto con todos los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento.

Las características técnicas mínimas de que debe superar:

- Tensión nominal: 230 V.

- Frecuencia nominal: 50 Hz.
- Grado de hermeticidad del bloque óptico: IP66.
- Resistencia a impactos:
    - Cubierta de policarbonato con efecto arenado.
    - Vidrio plano transparente IK08.
- Eficacia luminosa: ≥ 80 lm/W.
- Rendimiento de la lámpara: > 90 %.
- Vida útil:
    - L90 ≥ 60 000 h (90 % del flujo luminoso inicial).
    - L70 ≥ 100 000 h (70 % del flujo luminoso inicial).

Todas las luminarias LED deberán presentar marcado CE, cumplir la norma UNE-EN 60598 y estar diseñadas para su instalación en entornos exteriores, garantizando resistencia frente a las condiciones ambientales del emplazamiento.

Cajas de empalme y derivación

Todos los empalmes y derivaciones de conductores deberán ejecutarse en el interior de cajas de conexión específicamente diseñadas para tal fin, utilizando bornas de conexión de tamaño adecuado a la sección del conductor.

En instalaciones aéreas, las cajas de empalme y derivación deberán ser de tipo exterior, con un grado de protección mínimo IP54 y resistencia mecánica adecuada a las condiciones de exposición.

En instalaciones subterráneas, los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de bornes apropiadas, situadas en el interior de los soportes de las luminarias a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo, o bien en arquetas registrables. En todos los casos, se garantizará la continuidad eléctrica, el aislamiento y la estanqueidad de los conductores conforme a la normativa aplicable.

Aparatos de mando y maniobra

Todos los aparatos de protección y maniobra deberán llevar, de forma indeleble y fácilmente legible, la referencia del circuito al que están asociados.

Los equipos de mando y maniobra que se incorporen a la instalación deberán cumplir, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Ser de marcas de reconocida solvencia en el mercado.
- Presentar sus características fundamentales impresas de forma indeleble.
- Garantizar la ausencia de partes en tensión accesibles a personal no especializado, prestando especial atención durante su instalación para evitar riesgos eléctricos.

Los armarios de mando y protección serán de termoplástico de alta resistencia mecánica y térmica, con compartimento independiente para el equipo de medida, y tendrán un grado de protección mínimo IP54 e IK09, es decir, protección contra el polvo, contra proyecciones de agua en todas las direcciones y contra impactos con energía de 20 J.

Aparatos de protección

La aparamenta destinada a la protección, maniobra y control de la instalación formará parte del suministro del Contratista y deberá ser de fabricación normalizada, procedente de fabricantes de reconocida solvencia, cumpliendo en todo momento la normativa vigente aplicable, en particular: UNE-EN 60898-1 (interruptores automáticos para protección contra sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones domésticas y análogas), IEC/EN 60947-2 (aparamenta de baja tensión - interruptores automáticos), IEC/EN 61008-1 (interruptores diferenciales sin protección contra sobreintensidades), IEC/EN 61643-11 (dispositivos de protección contra sobretensiones), así como el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Todos los equipos deberán presentarse con marcado CE, documentación técnica y certificaciones que acrediten su conformidad con las normas anteriores, así como

marcado indeleble de identificación del circuito que protegen. Se instalarán de forma que no queden partes accesibles en tensión y se garantizará su accesibilidad para tareas de mantenimiento, sustitución o reparación.

Los interruptores automáticos magnetotérmicos serán de la gama Acti9 iC60N de Schneider Electric, con 4 polos, curva de disparo tipo C y calibres nominales de 20 A y 10 A según la función asignada en el proyecto. Tendrán un poder de corte de 6.000 A conforme a UNE-EN 60898-1 y 10.000 A según IEC/EN 60947-2. Estarán diseñados para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en baja tensión, garantizando un mínimo de 10.000 maniobras mecánicas y eléctricas a carga nominal, sin desgastes excesivos ni averías.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias serán del tipo 2, modelo Acti9 iPRD40 (3P+N), con tensión máxima permanente de 350 V~ y capacidad de descarga nominal de 40 kA (onda 8/20 [μs]). Incorporarán cartuchos extraíbles con indicador visual de estado y cumplirán la norma IEC/EN 61643-11. Su instalación se realizará según las recomendaciones del fabricante, asegurando la protección de la instalación y de los receptores frente a sobretensiones inducidas por maniobras o descargas indirectas.

Los interruptores diferenciales serán de la gama Acti9 iID, puros, de 4 polos, con corriente nominal de 25 A, sensibilidad de 30 mA y tipo A-SI, con inmunidad aumentada frente a disparos intempestivos provocados por perturbaciones transitorias o corrientes de fuga con componentes continuas. Cumplirán la norma IEC/EN 61008-1 y estarán dimensionados para soportar un mínimo de 20.000 maniobras bajo carga nominal. Su tiempo de respuesta no superará los 30 ms y dispondrán de botón de prueba, cumpliendo las siguientes condiciones de curva característica:

- Para 0,5 veces su sensibilidad: no desconexión.
- Para 1 vez su sensibilidad: desconexión en ≤ 0,2 s.
- Para 2 veces su sensibilidad: desconexión en ≤ 0,1 s.
- En diferenciales de 0,03 A: si la fuga es 10 veces la sensibilidad, desconexión en ≤ 0,04 s.

La capacidad de corte de todos los interruptores automáticos se dimensionará según la intensidad de cortocircuito prevista en cada circuito.

Toda la aparamenta se alojará en centralita mural reforzada IP65, cumpliendo UNE-EN 62208, con distribución interior que permita la correcta selectividad y coordinación de protecciones, asegurando el grado de protección contra polvo, proyecciones de agua y choques mecánicos.

2.1.2 Iniciación de las obras y orden a seguir en los trabajos

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 140 y 144 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP), se establece que el inicio del cómputo del plazo de ejecución de las obras se fijará en función del resultado del acta de comprobación del replanteo:

- Si el resultado del replanteo confirma la viabilidad del proyecto a juicio de la Dirección Facultativa y no se recogen reservas por parte del Contratista, el plazo se iniciará el día siguiente a la firma del acta.
- En caso de existir causas justificadas que impidan el inicio de las obras o se presenten reservas por parte del Contratista, el plazo comenzará el día siguiente a la notificación por parte de la Dirección Facultativa autorizando el inicio, una vez resueltas las incidencias.

El Contratista deberá presentar, en el plazo máximo de un (1) mes desde la fecha oficial de inicio de las obras, un programa detallado de trabajos, el cual será objeto de revisión y aprobación por la Dirección Facultativa.

Este programa deberá tener en cuenta, de forma explícita:

- La no interferencia con la navegación marítima en el entorno portuario y las servidumbres terrestres presentes en el viaducto.
- La ordenación lógica y técnica de los trabajos según los tramos del puente y las características específicas del sistema de iluminación inteligente proyectado.
- La determinación de medios humanos, mecánicos y materiales, incluyendo rendimientos esperados, turnos de trabajo, restricciones horarias y elementos de protección colectiva.

- La representación gráfica de los plazos de ejecución de cada fase de obra, incluyendo operaciones preparatorias, instalación de equipos, pruebas de funcionamiento, integración del sistema de telegestión y verificación.
- La valoración económica mensual y acumulada, basada en unidades de obra previstas, precios descompuestos y certificaciones programadas.

El Contratista podrá proponer plazos parciales de ejecución, que, si son aceptados por la Administración, adquirirán carácter contractual, siendo exigibles al igual que el plazo total final de obra.

La Dirección Facultativa podrá introducir modificaciones en el orden de ejecución aprobado siempre que dichas alteraciones no supongan incremento en los plazos globales ni parciales. De requerirse una ampliación de plazos, será necesario solicitar autorización formal a la superioridad correspondiente, con informe técnico motivado.

Toda modificación posterior del programa por parte del Contratista deberá ser sometida a validación técnica por la Dirección Facultativa. Si afecta a los plazos, será precisa autorización expresa de la Administración.

2.1.3 Condiciones que deben reunir los acopios a pie de obra

El Contratista será responsable de planificar y ejecutar adecuadamente todas las operaciones de acopio, transporte, manipulación y almacenamiento de materiales a pie de obra, de forma que se garantice en todo momento la integridad, calidad y trazabilidad de los elementos empleados en el proyecto.

Los materiales deberán almacenarse de manera que:

- Se encuentren protegidos frente a la acción de los agentes atmosféricos, impactos mecánicos, contaminación por polvo, humedad o corrosión, y cualquier otra causa que pudiera comprometer sus propiedades técnicas.
- Se asegure el cumplimiento riguroso de la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad y salud, especialmente en lo referente al uso de equipos de elevación, manipulación de cargas, señalización, orden y limpieza en zonas de trabajo.

- Se sigan estrictamente las instrucciones de la Dirección Facultativa, incluyendo la delimitación de zonas de acopio, disposición física de los materiales, y control de accesos si fuese necesario.

La Dirección Facultativa podrá rechazar cualquier material en el momento de su instalación, incluso si previamente hubiese sido aceptado, si presenta en ese instante deterioro, contaminación u otras condiciones que no cumplan lo especificado en este Pliego o en la normativa técnica aplicable (UNE, CTE, reglamentos eléctricos, etc.).

Una vez utilizados los materiales, el Contratista deberá proceder al acondicionamiento de las zonas de acopio, restableciendo su estado original, sin que ello genere costes adicionales para la Propiedad.

Todos los gastos derivados de estas operaciones, incluidos los medios auxiliares, protección, limpieza y restauración, serán asumidos íntegramente por el Contratista.

2.1.4 Precauciones durante la ejecución de las obras

2.1.4.1 Protección contra lluvias

Durante todas las fases de ejecución del sistema de iluminación, las obras deberán mantenerse en condiciones óptimas de drenaje. El Contratista se responsabilizará de la conservación de los sistemas de desagüe existentes, así como de la instalación de aquellos provisionales que resulten necesarios para garantizar la ausencia de acumulaciones de agua, evitando con ello daños a estructuras, firmes y materiales eléctricos sensibles.

2.1.4.2 Protección contra incendios

El Contratista estará obligado a cumplir las disposiciones vigentes en materia de prevención y lucha contra incendios, incluidas las especificadas en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 513/2017) y otras normativas autonómicas o locales aplicables en el ámbito del Puerto de Sevilla.

Se prohíbe expresamente el encendido de fuegos innecesarios. En caso de que sean requeridos por razones técnicas, el Contratista deberá:

- Solicitar autorización previa a la Dirección Facultativa.

- Asegurar el control riguroso de su propagación.
- Contar con medios de extinción eficaces (extintores, cortafuegos temporales, personal capacitado, etc.).

El Contratista será responsable directo de los daños o perjuicios que se ocasionen como consecuencia de negligencias en esta materia.

2.1.4.3 Evitación de contaminaciones

El Contratista se compromete a cumplir en todo momento la legislación vigente en materia de protección ambiental, con especial atención a lo dispuesto en la Ley 21/2013, de evaluación ambiental, y en las normativas locales relativas a la calidad del aire, vertidos, contaminación acústica y protección del medio marino y fluvial.

Durante las fases de obra civil (zanjas, canalizaciones, cimentaciones, instalación de báculos), deberá:

- Evitar emisiones innecesarias de polvo, gases o ruidos.
- Controlar posibles vertidos accidentales de aceites, combustibles o materiales contaminantes.
- Proteger el entorno del río Guadalquivir y las zonas aledañas mediante barreras o medidas correctoras específicas, si fuese necesario.
- Implementar protocolos de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) según el Real Decreto 105/2008.

La Dirección Facultativa podrá ordenar la paralización inmediata de los trabajos, con cargo al Contratista, si se detectan episodios de contaminación no corregidos a tiempo, sin que ello suponga una modificación en los plazos de ejecución estipulados en el contrato.

2.1.5 Limpieza de las obras

Durante todo el proceso de ejecución de las obras del sistema de iluminación del Puente del V Centenario, el Contratista deberá mantener en todo momento la obra y su entorno inmediato en óptimas condiciones de limpieza, orden y seguridad.

Será responsable de:

- La retirada sistemática de residuos, escombros, materiales sobrantes y embalajes, conforme a lo estipulado en el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Atender todas las instrucciones de la Dirección Facultativa respecto a la ubicación, retirada y tratamiento de dichos materiales.
- Restaurar las zonas de acopio y trabajo al estado previo una vez se haya finalizado su utilización.
- Desmantelar y retirar todas las instalaciones auxiliares y provisionales una vez concluida la obra, incluidas casetas, redes temporales, señalización, y cualquier otro elemento no permanente.

Además, el Contratista deberá garantizar el buen estado de los caminos y accesos a la zona de obra, especialmente aquellos compartidos con servicios públicos o de uso comunitario. Será su responsabilidad conservarlos y reparar cualquier desperfecto o deterioro derivado de un uso inadecuado, abuso de carga o circulación de maquinaria pesada.

Estas labores de limpieza y restauración forman parte esencial de las condiciones contractuales y no darán derecho a compensación adicional.

2.1.6 Facilidades para la inspección

El Contratista estará obligado a proporcionar a la Dirección Facultativa y a cualquier personal técnico autorizado por ésta, todas las facilidades necesarias para llevar a cabo:

- Replanteos de obra y verificaciones topográficas.
- Reconocimientos de las unidades ejecutadas.

- Ensayos y pruebas de calidad de materiales, tanto en origen como en el lugar de instalación.
- Inspecciones, visitas técnicas y controles periódicos o extraordinarios de avance, conforme a lo estipulado en la Ley de Contratos del Sector Público y el Reglamento General de Contratación.

Dichas actuaciones tienen como objeto garantizar el estricto cumplimiento de los criterios técnicos, especificaciones y normativas establecidas en el presente Pliego y en la legislación vigente.

El Contratista deberá permitir el acceso sin restricciones a todas las áreas de trabajo, equipos, almacenes, instalaciones temporales, y elementos en ejecución, de forma que no se vea obstaculizada la labor de supervisión y control por parte de la Dirección Facultativa.

Todos los gastos derivados de estas actuaciones (incluyendo medios auxiliares, equipos de medición, ensayos, soporte logístico y personal necesario) serán asumidos íntegramente por el Contratista, sin derecho a compensación adicional.

2.1.7 Trabajos nocturnos

La ejecución de trabajos en horario nocturno deberá ser previamente autorizada por la Dirección Facultativa, y se limitará exclusivamente a aquellas unidades de obra específicas que dicha Dirección determine de forma expresa.

El Contratista estará obligado a:

- Instalar sistemas de iluminación provisional en las zonas de trabajo nocturno, que garanticen niveles de iluminación adecuados para la correcta ejecución de los trabajos, de conformidad con la Norma UNE-EN 12464-2:2014, sobre iluminación en exteriores.
- Utilizar equipos de iluminación portátiles o fijos de la intensidad y tecnología especificadas por la Dirección Facultativa.
- Mantener dichos equipos en óptimas condiciones de funcionamiento y seguridad durante todo el tiempo que se mantengan operativos.

La instalación deberá además garantizar la visibilidad necesaria para las tareas de vigilancia, control de accesos y seguridad, evitando interferencias con el tráfico rodado, la navegación o el entorno urbano.

Cualquier deficiencia en el sistema de iluminación nocturna será motivo de paralización de los trabajos nocturnos, con los perjuicios asumidos íntegramente por el Contratista.

2.1.8 Trabajos no autorizados y defectuosos

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 160 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP) y en las cláusulas 43 y 44 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG), la Dirección Facultativa podrá ordenar la demolición y reconstrucción de cualquier unidad de obra ejecutada de forma incorrecta, que no cumpla las condiciones técnicas exigidas en el proyecto o que presente deficiencias constructivas o de calidad.

En tal caso, el Contratista deberá presentar una propuesta de modificación del programa de trabajos, que incluirá:

- Reajustes en el calendario de ejecución.
- Medios técnicos y humanos adicionales necesarios para recuperar el ritmo planificado.
- Sustitución o mejora de maquinaria, equipos y personal facultativo afectado, si así lo determina la Dirección Facultativa.

El objetivo será asegurar el cumplimiento del plazo total y, en su caso, la recuperación de los retrasos ocasionados, sin que ello suponga alteración del precio contractual, salvo en los supuestos justificados y autorizados legalmente.

Asimismo, los auxiliares técnicos de vigilancia asignados a la obra colaborarán con la Dirección Facultativa, emitiendo informes técnicos y observaciones sobre la ejecución de trabajos no autorizados o defectuosos, sirviendo de apoyo a las decisiones que pudieran adoptarse respecto a su reparación o repetición.

2.1.9 Retirada de instalaciones y demoliciones de obra civil

Las operaciones y trabajos destinados a la retirada parcial o total de elementos de obra civil, en este caso, las antiguas instalaciones de alumbrado del Puente del V Centenario se ejecutarán de forma planificada y progresiva, garantizando la seguridad, la protección ambiental y la integridad de los elementos estructurales del entorno.

2.1.9.1 Planificación e Inspección Previa

Antes del inicio de los trabajos se llevará a cabo una inspección detallada del estado y características de los elementos a desmontar (báculos, luminarias, proyectores, columnas metálicas, cimentaciones, etc.), así como de las infraestructuras de servicios susceptibles de verse afectadas, como cableado eléctrico, canalizaciones…

Este análisis servirá como base para el diseño de las medidas de protección, consolidación y apeo necesarias.

2.1.9.2 Condiciones Previas a la Demolición o Retirada

Los trabajos deberán seguir el siguiente orden:

- Desconexión segura de las acometidas eléctricas, mediante solicitud a las compañías distribuidoras o personal autorizado.
- Instalación de protecciones colectivas y señalización perimetral adecuada conforme a la legislación de PRL vigente.
- Dotación de Equipos de Protección Individual (EPIs) específicos a los operarios, incluyendo elementos para trabajo en altura, corte y manipulación eléctrica.
- Plan de trabajo aprobado por la Dirección Facultativa, que incluirá el orden de desmontaje y los medios auxiliares previstos.

2.1.9.3 Metodología de Desmontaje

- Se procederá a la retirada de elementos de arriba hacia abajo, en orden inverso al montaje original.
- Los báculos, luminarias, proyectores y columnas se desmontarán empleando medios manuales o mecánicos, atendiendo a su dimensión y peso.
- Los elementos serán abatidos mediante maniobras controladas, con sujeción por medio de anclajes y atirantamientos que garanticen un descenso seguro y sin impactos.
- Durante la jornada no quedarán elementos sueltos ni inseguros que puedan suponer riesgo por caída espontánea o por agentes meteorológicos.

2.1.9.4 Gestión de Escombros y Materiales Retirados

- El material retirado será clasificado en función de su potencial de reutilización o reciclaje, conforme a las directrices de la Dirección Facultativa y las normativas ambientales (Ley 22/2011 de residuos).
- Los materiales aprovechables serán limpiados, acopiados y transportados al lugar indicado, mientras que los residuos no reutilizables serán evacuados a vertederos o centros de tratamiento autorizados mediante contenedores adecuados.
- El transporte se realizará con medidas que eviten derrames, emisiones o contaminación acústica.
- Tras la retirada de cada elemento se procederá a la reparación de la superficie de apoyo, incluyendo el sellado de huecos, reparación de bordes y restauración de acabados, así como el desmontaje de tornillería, placas de anclaje y elementos de sujeción.
- Finalmente, se realizará una limpieza integral del área afectada para permitir la continuidad de las fases posteriores de obra (instalación de nuevos báculos, luminarias LED, sensores y cableado).

2.1.9.5 Control y Supervisión

Durante todo el proceso de retirada y desmontaje se aplicará un control técnico riguroso, conforme al plan de seguridad de la obra. La Dirección Facultativa podrá suspender los trabajos si se detecta riesgo para el entorno o las personas, hasta la corrección de las deficiencias observadas.

2.1.10 Obras defectuosas pero aceptables

En el supuesto de que, durante la ejecución de las obras, se detecten deficiencias o imperfecciones en alguna unidad de obra que, a juicio de la Dirección Facultativa, no impidan su funcionalidad, seguridad ni durabilidad, ésta podrá aceptar dichos trabajos como válidos, pero asignando un precio o abono reducido respecto al inicialmente previsto.

Esta decisión se adoptará previa audiencia del Contratista, conforme a lo establecido en la Cláusula 44 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG).

En tal caso, el Contratista dispondrá de dos opciones:

- Aceptar la valoración ajustada determinada por la Dirección Facultativa, en cuyo caso se dará por ejecutada la unidad de obra con dicha merma económica.
- Optar por la demolición y ejecución nuevamente de la unidad afectada, conforme a las condiciones técnicas especificadas en este Pliego, sin que ello implique en ningún caso prórroga en los plazos de ejecución inicialmente establecidos para el contrato.

Esta disposición tiene por objeto preservar tanto los estándares de calidad del proyecto como el cumplimiento del cronograma de obra, sin perjuicio de los derechos contractuales de ambas partes.

2.1.11 Obras no especificadas en este pliego

Además de las unidades de obra expresamente definidas en el presente Pliego y en los documentos contractuales del proyecto, el Contratista estará obligado a ejecutar todas aquellas obras auxiliares, de detalle o complementarias que resulten necesarias para

la correcta finalización de la actuación, aun cuando no estén detalladas explícitamente, siempre que se deduzcan del Presupuesto, de los planos, del cronograma de ejecución, o que sean requeridas por la Dirección Facultativa para garantizar la coherencia, funcionalidad y seguridad del conjunto.

Estas actuaciones deberán atender a los principios de:

- Solidez estructural, especialmente en la disposición e instalación de báculos, cimentaciones y conducciones eléctricas.
- Resistencia y durabilidad, tanto de las luminarias y sistemas de fijación como de las cajas de conexión, conforme a la normativa UNE y CE aplicable.
- Estética e integración formal, especialmente en lo relativo al diseño, color, y alineación de los dispositivos en el entorno del puente y su visibilidad desde zonas próximas o de tránsito fluvial y terrestre.

Cualquier elemento no expresamente definido será ejecutado conforme a los criterios que la costumbre profesional y las buenas prácticas de la ingeniería y la construcción han establecido, de acuerdo con los preceptos actuales en materia de calidad, seguridad, medioambiente, y salud laboral.

La Dirección Facultativa podrá, en todo momento, fijar las instrucciones de detalle necesarias para la ejecución de estos elementos, así como requerir los ajustes necesarios para garantizar la armonía del conjunto, sin que por ello proceda incremento alguno en el precio del contrato salvo justificación expresa y aprobación por la administración.

2.1.11 Conservación de las obras y periodo de garantía

El Contratista adjudicatario queda obligado a conservar, a su costa, todas las obras incluidas en el presente Pliego hasta su recepción definitiva, conforme a lo indicado en el artículo 167 del RGLCAP y la normativa vigente.

Salvo que en el Pliego de Condiciones para la Contratación de las Obras se disponga otro plazo, el plazo de garantía será de un (1) año a contar desde la fecha de recepción. Durante este periodo, el Contratista será responsable de todos los gastos necesarios para la conservación y reparación de las obras, incluyendo la restitución de rasantes si se produjeran asientos por defectos de los materiales o de la ejecución.

En el caso de equipos eléctricos y electrónicos empleados en el proyecto —como luminarias, proyectores, columnas, báculos, cuadros eléctricos y sistemas de control— el plazo de garantía será el que figure en las fichas técnicas, condiciones del contrato o normativa aplicable, no pudiendo ser inferior a dos (2) años y pudiendo alcanzar hasta cinco (5) años cuando así se establezca en las condiciones particulares. Durante este plazo ampliado, el Contratista se hará cargo de la sustitución, reparación o reposición de los equipos defectuosos sin coste adicional para la Administración.

La supervisión, reconocimiento de materiales o certificaciones parciales realizadas por la Dirección Facultativa durante la ejecución no eximen al Contratista de su responsabilidad. Si, antes de la liquidación final, se detectaran vicios o defectos, la Dirección Facultativa podrá ordenar la demolición, reparación o reconstrucción de las partes defectuosas, siendo estos trabajos por cuenta exclusiva del Contratista.

2.2 Facultativas

2.2.1 Funciones del Director

Las responsabilidades asignadas a la Dirección de Obra en el marco de la ejecución del presente proyecto, especialmente en lo relativo a su relación con el Contratista, se encuentran reguladas en la Ley de Contratos del Sector Público (LCSP), el Reglamento General de Contratación de las Administraciones Públicas (RGLCAP) y el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG).

Entre sus principales atribuciones, se encuentran las siguientes:

- Velar por el estricto cumplimiento de las condiciones establecidas en el contrato, pudiendo requerirlo directamente al Contratista o a través del personal técnico bajo su dependencia.
- Supervisar que la ejecución de los trabajos se ajuste rigurosamente al proyecto aprobado, incluyendo aquellas modificaciones que hayan sido formalmente autorizadas, así como al cronograma pactado.
- Establecer, en aquellos casos en que el Pliego así lo permita, criterios técnicos complementarios que aclaren o desarrollen aspectos del proyecto durante su ejecución.

- Resolver las dudas o interpretaciones técnicas que puedan surgir durante la obra, relacionadas con los planos, las especificaciones de los materiales o los procedimientos constructivos, siempre que tales decisiones no alteren el contenido sustancial del contrato.

- Analizar cualquier circunstancia que interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y valorar la necesidad de introducir ajustes o modificaciones, tramitando las propuestas que resulten necesarias.

- Promover y gestionar, cuando proceda, las actuaciones necesarias ante organismos públicos o particulares para la obtención de licencias, autorizaciones o permisos vinculados a la ejecución de las obras, así como intervenir en la resolución de conflictos relacionados con servidumbres o servicios afectados.

- Asumir directamente la dirección de operaciones específicas, en situaciones que requieran una intervención urgente o de especial relevancia técnica. En tales casos, el Contratista deberá proporcionar de forma inmediata los medios humanos y materiales disponibles en la obra.

- Certificar los trabajos ejecutados, conforme a los criterios y condiciones establecidas en los documentos contractuales.

- Participar activamente en los actos de recepción de las obras y en la redacción de la documentación de liquidación, ajustándose a los procedimientos legalmente establecidos.

- Ordenar, en caso de riesgo grave, la paralización total o parcial de los trabajos, así como en cualquier otra circunstancia debidamente justificada que lo aconseje.

Durante todo el proceso de ejecución, el Contratista está obligado a facilitar la labor de la Dirección de Obra, prestando su colaboración en todas aquellas funciones que a esta le hayan sido encomendadas, garantizando así el correcto desarrollo técnico y administrativo del proyecto.

2.2.2 Personal del Contratista

Para la correcta ejecución de las instalaciones de iluminación descritas en el presente proyecto, serán de aplicación las disposiciones establecidas en las cláusulas correspondientes al marco contractual técnico-administrativo, en particular aquellas que regulan la organización de la obra, la supervisión y los compromisos del contratista.

A efectos del presente documento, se entenderá por Contratista la entidad encargada de llevar a cabo la ejecución de las obras eléctricas y de iluminación previstas para el Puente del V Centenario. En el caso de que la adjudicación recaiga sobre una unión temporal de empresas o consorcio, todas las partes implicadas responderán solidariamente ante la administración titular del proyecto.

El Representante del Contratista en obra (en adelante, "Delegado") será una figura obligatoria cuya designación formal por parte del Contratista deberá contar con la conformidad del órgano competente de la Propiedad. Este Delegado tendrá las atribuciones necesarias para actuar en nombre del Contratista en las reuniones técnicas, visitas de inspección y cualquier otra actividad vinculada con la dirección facultativa o con las instrucciones emanadas del director del proyecto. Será su responsabilidad coordinar la planificación de los trabajos, ejecutar las instrucciones recibidas y colaborar en la resolución de incidencias técnicas durante el desarrollo de la obra.

Dado el carácter estratégico de las instalaciones y la complejidad técnica de los sistemas proyectados —como la integración del sistema de telegestión tipo AGIL y el cumplimiento de los estándares REBT e ITC correspondientes—, podrá requerirse que el Delegado cuente con titulación técnica específica en el ámbito de la ingeniería industrial o eléctrica. Asimismo, la administración podrá exigir la incorporación adicional de personal técnico cualificado que actúe bajo su supervisión.

El Delegado deberá permanecer disponible en la ciudad de ejecución del proyecto mientras se desarrollen las obras, y no podrá ausentarse sin designar previamente a un sustituto con capacidad para garantizar la continuidad de los trabajos, la recepción de órdenes y la ejecución de los pagos contractualmente establecidos.

El Contratista, por medio de su Delegado o personal designado, deberá asistir a las visitas técnicas de obra que la Dirección Facultativa considere necesarias. Si durante el transcurso de los trabajos se detectan incumplimientos o actuaciones que afecten

negativamente al desarrollo previsto, la administración tendrá la facultad de requerir la adopción inmediata de medidas correctoras, sin perjuicio de otras acciones previstas en caso de incumplimiento de los plazos o condiciones contractuales.

2.2.3 Órdenes al Contratista

En la ejecución del presente proyecto se atenderá a lo estipulado en la normativa técnica correspondiente, especialmente en lo referente a la emisión y comunicación de órdenes durante el desarrollo de la obra.

Las directrices técnicas emitidas por parte de la Dirección Facultativa, así como cualquier otra instrucción derivada de instancias superiores dentro del organigrama de gestión del proyecto, serán canalizadas al Contratista a través de la propia Dirección. Únicamente en situaciones de emergencia justificada o riesgo inminente, estas instrucciones podrán ser comunicadas directamente por la autoridad promotora, notificando dicha circunstancia a la Dirección con la misma urgencia.

Con el objetivo de mantener un control documental adecuado, se establecerá un Libro de Órdenes, que será habilitado por el organismo responsable de la obra y se activará oficialmente en la fecha de comprobación del replanteo, concluyendo en el acto de recepción definitiva de las instalaciones.

Durante el periodo de ejecución, este libro estará disponible para la Dirección Facultativa, que podrá registrar en él, con su firma, cuantas instrucciones, decisiones técnicas o aclaraciones considere necesarias para el buen desarrollo de los trabajos. El Contratista, o en su defecto su Delegado autorizado, deberá transcribir fielmente en dicho libro todas aquellas órdenes que reciba por escrito, dejando constancia mediante la correspondiente firma de acuse de recibo. Estas anotaciones requerirán, en todo caso, validación posterior por parte de la Dirección, mediante su rúbrica.

Al inicio de las obras, o en cualquier momento en que se produzca una modificación significativa en el equipo técnico, se dejará constancia formal, mediante anotación en el Libro de Órdenes, de las personas que, por razón de su cargo o por delegación específica, están habilitadas para acceder al mismo y registrar disposiciones dirigidas al Contratista.

Una vez finalizadas las obras y realizada la recepción de la instalación, el Libro de Órdenes quedará en posesión de la entidad promotora del proyecto. No obstante, el Contratista podrá solicitar su consulta siempre que lo estime oportuno, conservando así el acceso a este registro documental clave en la trazabilidad del proceso constructivo.

2.2.4 Libro de incidencias

Se aplicarán las disposiciones recogidas en la cláusula novena del Pliego de Condiciones Administrativas Generales (PCAG) como norma supletoria, para aquellos aspectos no contemplados expresamente en el presente proyecto.

2.2.5 Pliego, instrucciones y normas aplicables

En el desarrollo del proyecto de instalación de alumbrado funcional y arquitectónico del Puente del V Centenario de Sevilla, se tendrá en cuenta la legislación y reglamentación técnica vigente en materia de contratación pública, seguridad eléctrica, eficiencia energética, prevención de riesgos y protección medioambiental, aplicable al ámbito estatal y autonómico. A continuación, se enumeran las disposiciones más relevantes, sin perjuicio de otras que resulten de aplicación conforme a la evolución normativa:

Normativa de Contratación Pública

- **Ministerio de Hacienda y Función Pública**. (2017). Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (LCSP). BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-12802

- **Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.** (2001 [2016]). Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP). BOE-A-2016-5012. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-5012

- **Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.** (1970 [2018]). *Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (PCAG)*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1971-1482

Normativa Técnica en Instalaciones de Alumbrado Exterior

- **Ministerio de Ciencia y Tecnología**. (2002 [2025]). *Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099

- **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio**. (2008 [2022]). *Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-18234

- **Ministerio de Economía**. (2000 [2022]). *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2000-24452

Seguridad y Salud en la Construcción

- **Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.** (1995). *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-24292

- **Ministerio de la Presidencia**. (2017). *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios* (Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo). BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-5907

- **Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.** (1997). *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-22614

Normativa Medioambiental

- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**. (2013). Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12913
- **Junta de Andalucía**. (2007). Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía. BOJA. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2007/138/1

- **Ministerio de Medio Ambiente**. (2003). Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-20976

- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**. (2015 [2022]). Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-1704

- **Ministerio de Medio Ambiente**. (2005 [2022]). Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley del Ruido en lo relativo a evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-21213

- **Ministerio de la Presidencia**. (2008). Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. BOE. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-2077

- **Junta de Andalucía**. (2025). Decreto 37/2025, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección frente a la contaminación lumínica en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 31, de 14 de febrero de 2025. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2025/31/5

- **Junta de Andalucía**. (2012). Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. BOJA. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2012/81/4

En caso de presentarse discrepancias entre las especificaciones impuestas por los diferentes pliegos, instrucciones y normas, se entenderá como válida la más restrictiva. En cualquier caso, se entenderá que las normas citadas se aplicarán en sus últimas versiones actualizadas y editadas.

2.2.6 Supervisión e Inspección de los Trabajos

Durante todo el proceso de ejecución de la obra, la inspección técnica y administrativa será responsabilidad directa de la Propiedad, que ejercerá estas funciones a través de la Dirección Facultativa y, en su caso, mediante órganos auxiliares designados al efecto.

El Contratista deberá facilitar en todo momento el acceso libre, seguro y continuo del personal de inspección a todas las zonas afectadas por la obra, tanto en el entorno del puente como en los talleres o centros de producción donde se fabriquen los elementos del sistema de iluminación (columnas, luminarias, cuadros eléctricos, etc.).

Asimismo, será obligatorio para el Contratista notificar con antelación suficiente el inicio de cualquier intervención o fase de obra, a fin de que pueda llevarse a cabo su supervisión. Ninguna parte de los trabajos podrá considerarse concluida sin la correspondiente aprobación expresa de la Dirección Facultativa.

2.2.7 Replanteo

La Dirección Facultativa llevará a cabo la comprobación del replanteo general de la obra, debiendo estar presente el Contratista durante la totalidad de las operaciones, a fin de asumir formalmente las referencias, marcas, estacas y niveles señalizados sobre el terreno.

De dichas operaciones se levantará acta formal, que será firmada por ambas partes: la Dirección Facultativa y el Contratista, constituyendo dicha acta el punto de partida técnico y administrativo para el desarrollo de los trabajos.

La Dirección Facultativa podrá establecer procedimientos sistemáticos de verificación, así como condicionar el avance de los trabajos a los resultados de dichas comprobaciones. No obstante, estas verificaciones en ningún caso eximirán al Contratista de su responsabilidad total e independiente sobre:

La correcta ejecución geométrica de la instalación (alineaciones, alturas, nivelaciones y ubicaciones de báculos, cajas y luminarias).

El cumplimiento íntegro de los plazos parciales y totales fijados en el programa de trabajos aprobado.

Todos los gastos derivados de las operaciones de replanteo, comprobación y levantamiento, tanto iniciales como eventuales durante la ejecución, correrán por cuenta exclusiva del Contratista, incluyendo los medios materiales, personal técnico y elementos de señalización necesarios.

2.2.8 Acceso a la obra

El Contratista será responsable de la construcción, acondicionamiento y mantenimiento de los caminos, accesos, plataformas auxiliares, pasos elevados, escaleras y cualquier otro elemento necesario para garantizar el acceso seguro y funcional a las distintas zonas de trabajo del Puente del V Centenario.

Estas infraestructuras provisionales, tanto las nuevas como las ya existentes y puestas a disposición del Contratista, deberán mantenerse en condiciones óptimas durante

toda la ejecución de los trabajos, corriendo por su cuenta exclusiva todos los costes derivados de su instalación, conservación y eventual reparación.

En caso necesario, el Contratista podrá proponer a la Dirección Facultativa rutas o accesos alternativos, con el objetivo de mejorar la logística, reducir interferencias con el tráfico o minimizar riesgos operativos. Estas propuestas deberán justificarse técnicamente y requerirán la aprobación expresa de la Dirección Facultativa antes de su implementación.

El Contratista deberá, asimismo:

- Delimitar y señalizar adecuadamente toda la zona de obra mediante vallado perimetral, cartelería, señales reflectantes y dispositivos de balizamiento, conforme a normativa de seguridad y accesibilidad.
- Mantener todos los elementos de señalización y protección en perfecto estado de conservación, limpieza y visibilidad durante el transcurso de los trabajos.
- Adaptar las medidas de señalización a las condiciones específicas del entorno urbano, el flujo de tráfico y la proximidad a zonas peatonales o infraestructuras sensibles.

Estas medidas serán supervisadas por la Dirección Facultativa, que podrá requerir su modificación o ampliación si lo estima necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores y de terceros.

2.2.9 Subcontratistas y destajistas

El Contratista principal, adjudicatario de la obra, podrá ejecutar partes del proyecto mediante subcontratación o a destajo, siempre que cuente con la autorización previa y expresa de la Dirección Facultativa.

No obstante, dicha autorización no exime al Contratista principal de su responsabilidad total y directa sobre la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo aquellos ejecutados por terceros, en cuanto a calidad, plazos, seguridad, y cumplimiento técnico de las unidades de obra previstas en el Proyecto.

La Dirección Facultativa podrá vetar la participación de subcontratistas o destajistas que no acrediten la capacidad técnica o profesional suficiente, o que

comprometan la seguridad, coordinación de tareas, ritmo de obra o cumplimiento de la normativa vigente. En tal caso, el Contratista deberá sustituirlos sin que ello afecte a los plazos ni genere derechos de indemnización.

2.2.10 Otras obligaciones del contratista

El Contratista será responsable de ejecutar todo aquello que, sin estar expresamente recogido en este Pliego, resulte necesario para la correcta y completa ejecución de las obras, siempre que así lo disponga por escrito la Dirección Facultativa.

Asimismo, el Contratista asumirá, a su exclusiva cuenta y riesgo, todas las obligaciones derivadas de la legislación laboral y de prevención de riesgos laborales vigente, así como las que pudieran promulgarse durante la vigencia del contrato, en su calidad de patrono.

Dada la naturaleza del entorno urbano y metropolitano en que se desarrolla la actuación, el Contratista estará obligado a coordinarse y colaborar con otros agentes o entidades cuya actividad pueda verse afectada, como servicios municipales, empresas de mantenimiento viario, compañías suministradoras o concesionarias, adaptándose en todo momento a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Con el fin de minimizar afecciones al tráfico, a los peatones y al normal funcionamiento de los servicios públicos, el Contratista podrá verse obligado a ejecutar determinadas fases de la obra en horarios nocturnos, fines de semana, o mediante fases parciales, incluyendo cortes temporales de carriles, todo ello sin que proceda indemnización alguna por las movilizaciones o reorganizaciones necesarias.

Durante los trabajos, el Contratista deberá garantizar la protección de los espacios de obra mediante cerramientos temporales, señalización y control de accesos acordes a la normativa vigente y adaptados a la evolución de la obra. Estos elementos deberán contar, en su caso, con la aprobación previa de los organismos o servicios afectados.

2.2.11 Plan de calidad

El Contratista estará obligado a presentar, al inicio de la ejecución de las obras, un Plan de Control de Calidad adecuado a las características del proyecto de alumbrado del

Puente del V Centenario, en el que se recojan los ensayos, controles, procedimientos y frecuencias de verificación previstos para los distintos elementos y unidades de obra, todo ello conforme a la normativa vigente y a lo establecido en este Pliego.

Este plan deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y se actualizará o complementará, en su caso, en función de la evolución de los trabajos y de las indicaciones técnicas que emita dicha Dirección. El seguimiento del mismo deberá justificarse mediante informes periódicos, que incluyan los resultados de los ensayos y comprobaciones realizadas.

Los ensayos de calidad de materiales y equipos (luminarias LED, báculos, cajas de acometida, sistemas de protección, etc.) serán realizados por laboratorios debidamente acreditados, de acuerdo con las especificaciones técnicas indicadas en el proyecto y conforme a las normas UNE, así como a las normas de ensayo del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo, en su caso.

El coste de los ensayos ordinarios de control de calidad se considerará incluido en los precios unitarios de cada unidad de obra. No obstante, la Dirección Facultativa podrá exigir la realización de pruebas complementarias o de idoneidad, cuyo coste será asumido por el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el artículo 145 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP), según determine el pliego de cláusulas administrativas particulares.

En ningún caso se podrán imputar sobrecostes adicionales a los ensayos más allá del coste directo, excluyendo cualquier incremento por gastos generales, beneficio industrial o conceptos análogos, salvo el IVA legalmente aplicable.

2.2.12 Equipos y materiales

2.2.12.1 Equipos

El Contratista estará obligado a disponer en la obra los equipos, medios auxiliares y maquinaria que haya ofertado en su propuesta técnica o que, a juicio de la Dirección Facultativa, resulten necesarios para garantizar el correcto desarrollo y ejecución de los trabajos previstos en el Proyecto.

Entre estos equipos se incluyen, a modo orientativo:

- Plataformas elevadoras y vehículos con brazo articulado para trabajos en altura,
- Equipos de izado y desmontaje de báculos y luminarias,
- Herramientas específicas para conexión eléctrica,
- Medios para la retirada, transporte y carga de residuos de demolición,
- Y cualesquiera otros que resulten necesarios en función del avance de las obras.

Todos los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento, legalmente homologados y asegurados, y quedarán adscritos a la obra durante toda su ejecución, sin posibilidad de ser retirados sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

En caso de retirada autorizada, si posteriormente resultara necesario volver a contar con dicho equipo, el Contratista deberá reintegrarlo a obra por su cuenta, sin que el tiempo invertido para ello suponga modificación alguna en los plazos contractuales ni justificación de posibles demoras.

Asimismo, toda la maquinaria y medios deberán cumplir con la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, señalización y emisiones ambientales.

2.2.12.1 Materiales

De conformidad con lo establecido en el artículo 161 del RGLCAP, no podrá procederse al empleo de ningún material en las unidades de obra previstas en este proyecto (luminarias, báculos, cimentaciones, cableado, cajas de protección, etc.) sin la previa revisión y aceptación por parte de la Dirección Facultativa, salvo que este Pliego establezca expresamente otra disposición.

Cuando la procedencia de los materiales no esté fijada en el Pliego ni en los planos del Proyecto, el Contratista podrá seleccionar libremente las fuentes de suministro (fabricantes, almacenes, canteras, etc.), siempre que sean aprobadas previamente por la Dirección Facultativa, tanto en calidad como en cantidad suficiente para atender el ritmo de la obra.

El cambio de procedencia, incluso si es solicitado por la Dirección Facultativa o necesario por razones técnicas o logísticas, no dará lugar en ningún caso a revisión de precios ni a modificación del plazo de ejecución de las obras.

El Contratista deberá notificar con antelación suficiente la procedencia de todos los materiales que pretenda emplear, y, cuando así se le requiera, deberá presentar muestras representativas, fichas técnicas, ensayos de calidad, declaraciones de conformidad CE u otra documentación pertinente, a fin de demostrar su idoneidad.

Queda terminantemente prohibido acopiar o emplear en obra materiales cuya procedencia no haya sido aprobada expresamente por la Dirección Facultativa. En caso de incumplimiento, dichos materiales podrán ser rechazados y retirados de obra sin derecho a compensación alguna.

En el caso de que el Pliego o los planos especifiquen procedencias concretas (por ejemplo, modelos de luminarias certificados, báculos galvanizados según norma UNE EN 40-5, etc.), el Contratista estará obligado a utilizar dichos materiales. Si dichas procedencias resultaran insuficientes o inadecuadas, deberá proponer otras equivalentes o superiores que cuenten con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin que ello implique modificación de precios ni plazos contractuales.

Si transcurrido un plazo razonable, no superior a un (1) mes, desde la detección de la insuficiencia de la procedencia inicial, el Contratista no hubiese propuesto una alternativa válida, la Dirección Facultativa podrá fijar directamente la procedencia, sin que el Contratista pueda formular reclamación alguna por ello.

2.2.13 Señalización de las obras

En materia de señalización de las obras, se estará a lo dispuesto en la cláusula 23 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG), así como a la normativa vigente sobre señalización temporal de obras en vías públicas, tanto de ámbito estatal como local.

El Contratista será responsable del suministro, instalación, mantenimiento y conservación de toda la señalización, vallas, cerramientos, luces, barreras, dispositivos reflectantes, cartelería y cualquier otro elemento necesario para delimitar la zona de

actuación y garantizar la seguridad de los usuarios, trabajadores y terceros durante todo el periodo de ejecución de las obras.

En el caso concreto del Puente del V Centenario y su entorno, dada la proximidad al tráfico rodado, accesos estratégicos y a la navegación en el canal de Alfonso XIII, el Contratista deberá prestar especial atención a:

- Señalizar adecuadamente los cortes de carriles, desvíos provisionales, pasos alternativos o reducciones de velocidad.
- Coordinar con las autoridades locales y portuarias (si procede) cualquier afección al tráfico rodado o fluvial.
- Instalar barreras físicas o cerramientos perimetrales en aquellas zonas en las que los trabajos de desmontaje, montaje o izado de báculos y luminarias impliquen riesgo de caída de objetos o interferencia con vehículos.
- Garantizar la visibilidad nocturna mediante dispositivos luminosos, balizas, o iluminación provisional.

Además, el Contratista deberá mantener señalizados y transitables los accesos provisionales, caminos de servicio y zonas de acopio, incluyendo aquellos necesarios para la entrada y salida de vehículos de obra y equipos de elevación o transporte.

Toda la señalización y cerramientos deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, quien podrá solicitar modificaciones si lo considera necesario. La conservación en buen estado, reposición inmediata en caso de deterioro y retirada al finalizar los trabajos será por cuenta exclusiva del Contratista.

El incumplimiento de estas obligaciones, así como cualquier daño derivado de una deficiente señalización o negligencia en su mantenimiento, será responsabilidad directa del Contratista, sin perjuicio de las sanciones que pudieran aplicarse ni del derecho a exigir la reparación de los daños ocasionados.

2.2.14 Seguro a suscribir por el contratista

Tras la comprobación del replanteo y antes del inicio de los trabajos, el Contratista estará obligado a presentar a la Dirección Facultativa la documentación acreditativa de haber suscrito una póliza de seguro de responsabilidad civil que cubra:

- Al propio Contratista.
- A los técnicos y personal bajo su dirección.
- A los facultativos de la Dirección Facultativa.
- Al personal encargado de la vigilancia de la obra.

Dicha póliza deberá amparar daños a terceros y cualquier eventualidad que pueda producirse durante la ejecución de los trabajos.

Además, el Contratista contratará con una compañía de seguros legalmente establecida en España una póliza que cubra, como mínimo, los riesgos sobre los equipos y maquinaria adscritos a la obra y sobre aquellos respecto a los cuales se hubieran abonado cantidades a cuenta, conforme a lo dispuesto en este Pliego.

En todo momento, el Contratista deberá mantener vigentes estas coberturas durante el plazo total de ejecución de la obra y hasta la recepción definitiva, siendo responsable de su renovación y de cualquier perjuicio derivado de su falta de vigencia o insuficiencia.

2.2.15 Medidas de seguridad

La obligación de cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia de seguridad está contemplada en la cláusula 11 del PCAG y en lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud incluido como anexo del presente proyecto.

El Contratista será responsable de las condiciones de seguridad de los trabajos, adoptando y haciendo cumplir, a su costa, todas las disposiciones vigentes en esta materia, así como las medidas que puedan dictar las autoridades y organismos competentes. El Plan de Seguridad y Salud deberá elaborarse de acuerdo con el Estudio Básico y será aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de las obras, recogiendo las

medidas específicas de prevención y protección aplicables a la instalación y montaje de los dispositivos y elementos contemplados en este proyecto.

El director designado para la ejecución del Plan será el indicado en el anejo correspondiente del proyecto. Los gastos derivados de la adopción de las medidas de seguridad y salud estarán íntegramente a cargo del Contratista y se consideran incluidos en el presupuesto, no teniendo este derecho a reclamación adicional por su aplicación.

2.2.16 Inspección y dirección de las obras

La inspección de las obras será realizada por la Dirección Facultativa durante todo el plazo de ejecución. Todo el personal que intervenga en las mismas será considerado, a todos los efectos, como dependiente del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá ordenar la suspensión de los trabajos cuando detecte anomalías o considere que no se ejecutan conforme a lo proyectado, pudiendo incluso ordenar la demolición de las partes afectadas, siendo todos los gastos ocasionados por cuenta del Contratista.

En la obra se dispondrá de un Libro de Órdenes, debidamente conservado, en el que la Dirección Facultativa consignará por escrito las instrucciones necesarias, debiendo el Contratista firmar su enterado a continuación de cada orden.

El Contratista deberá facilitar, sin derecho a abono adicional, los medios, personal auxiliar y acceso necesarios para la inspección de la obra, tanto en la propia obra como en talleres o instalaciones donde se fabriquen o acopien piezas o materiales destinados a ella. La Dirección Facultativa podrá exigir, en su presencia, la realización de pruebas para verificar la calidad de los materiales y rechazar aquellos que no cumplan los requisitos.

Asimismo, el Contratista no programará ningún trabajo sin informar previamente a la Dirección Facultativa con antelación suficiente, a fin de permitir la adecuada supervisión.

2.2.17 Servicios afectados

Antes del inicio de las obras, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una relación detallada de los servicios existentes en la zona de actuación, así

como los planes de prevención, reposición y compensación en caso de que las obras puedan afectar a dichos servicios.

La entrega de esta información no implica, por parte de la Dirección Facultativa, la aceptación ni validación de los datos aportados, permaneciendo en todo momento la responsabilidad del Contratista sobre la correcta localización de los servicios, la adecuada ejecución de las obras y la no afectación de estos.

El Contratista asume, por su cuenta y riesgo, todas las obligaciones inherentes a la ejecución de la obra, siendo el único responsable de cualquier alteración o perjuicio que estas puedan causar en las áreas próximas a la zona de trabajo.

2.3 Económicas

2.3.1 Condiciones generales de valoración

Las unidades de obra ejecutadas se abonarán únicamente si cumplen las condiciones técnicas del proyecto, están reflejadas en el presupuesto de mediciones o han sido autorizadas por la Dirección Facultativa.

En elementos ocultos, se deberá levantar croquis firmado por ambas partes para validar su medición. Si no se cumple este requisito, el Contratista asumirá los gastos derivados de su redescubrimiento.

Los precios unitarios incluyen todos los trabajos y medios necesarios para entregar cada unidad totalmente finalizada: materiales, mano de obra, maquinaria, transportes, pruebas, vertidos, EPIs, impuestos, y cualquier coste asociado, salvo que se indique expresamente como partida independiente en el presupuesto.

Se considerarán incluidas también las tareas preparatorias necesarias, como caminos de acceso o cerramientos provisionales, si no están valoradas aparte.

Las partidas no susceptibles de medición parcial serán certificadas únicamente cuando estén finalizadas y verificadas.

En caso de contradicción entre unidades de medición de este Pliego y las del Cuadro de Precios del proyecto, prevalecerá siempre lo indicado en los cuadros de precios.

2.3.2 Obras no especificadas en este capítulo

Las unidades de obra no descritas expresamente, pero ejecutadas conforme a las especificaciones técnicas y dentro del plazo, podrán ser valoradas en el caso de que proceda por longitud, superficie, volumen o peso, según su naturaleza.

Dicha valoración se realizará aplicando los precios establecidos en los Cuadros de Precios del Proyecto, y se ajustará a los criterios de medición determinados por la Dirección Facultativa.

2.3.3 Abono de partidas alzadas

Las partidas alzadas se abonarán en su totalidad una vez ejecutadas las unidades de obra correspondientes, con los materiales y condiciones establecidos en los capítulos 2 y 3 del presente Pliego.

En el caso de partidas alzadas "a justificar", cuyo alcance exacto no puede determinarse con antelación, el abono se realizará en función de la medición real efectuada.

Si alguna unidad incluida en una partida alzada a justificar no figura en los Cuadros de Precios del proyecto, se aplicará lo indicado en el artículo 4.4 del presente Pliego. En este caso, la introducción de nuevos precios no se considerará modificación del proyecto, siempre que:

- La Administración apruebe dichos precios junto con su justificación y descomposición.
- El importe total de la partida no exceda del valor asignado en el proyecto.

Cuando la descripción de las partidas alzadas resulte incompleta o ambigua en los documentos contractuales, se seguirán las instrucciones específicas que emita por escrito la Dirección Facultativa.

2.3.4 Abono de partidas alzadas

Toda unidad de obra no prevista en el Proyecto, pero necesaria para completar correctamente su ejecución, podrá ser abonada mediante precios contradictorios,

previamente acordados en obra y aprobados por la Administración, conforme al artículo 158 del RGLCAP.

La ejecución de estas unidades requerirá:

- Aprobación administrativa previa.
- Elaboración y validación de planos de detalle por parte de la Dirección Facultativa.

En caso de no alcanzarse acuerdo sobre el precio entre el Contratista y la Administración, el Contratista quedará exento de realizar dicha parte de la obra, sin derecho a indemnización, aunque se le abonarán los materiales aptos no utilizados debido a la modificación.

Si el Contratista ejecuta la unidad de obra sin que se haya aprobado previamente su precio, se entenderá que acepta el importe que fije la Administración, sin posibilidad de reclamación posterior.

2.3.5 Obras defectuosas pero aceptables

Si existieran obras que fueran defectuosas, pero aceptables a juicio de la Dirección Facultativa, ésta determinará el precio o partida de abono que pueda asignarse, después de oír al Contratista. Este podrá optar por aceptar la resolución o rehacerlas con arreglo a las condiciones de este Pliego, sin que el plazo de ejecución exceda del fijado. Todo ello conforme a la cláusula 44 de PCAG.

2.3.6 Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas

Las obras ejecutadas conforme a las especificaciones del presente Pliego, la documentación técnica del Proyecto y las instrucciones de la Dirección Facultativa, serán medidas y abonadas aplicando los precios definidos en el Cuadro de Precios del Proyecto, con los ajustes que correspondan conforme a la oferta económica presentada por el Contratista y el resultado del proceso de licitación.

En caso de resolución del contrato, rescisión o interrupción por causas debidamente justificadas, la valoración de las unidades de obra incompletas se realizará

conforme a los precios unitarios recogidos en dicho Cuadro de Precios, en proporción al grado de ejecución y con base en los criterios técnicos que establezca la Dirección Facultativa, sin que sea admisible presentar valoraciones alternativas no previstas en el proyecto.

En estos supuestos, el Contratista deberá dejar preparados y organizados los materiales acopiados y no utilizados, con el fin de que puedan ser verificados, medidos y recepcionados por la Dirección Facultativa en el plazo que esta determine. El abono de dichos materiales se realizará únicamente si resultan aptos para su uso en la obra y conforme a los precios recogidos en el proyecto, sin que el Contratista pueda reclamar compensación adicional por costes indirectos, transportes, almacenaje o lucro cesante.

En ningún caso se admitirá reclamación por insuficiencia en los precios establecidos, ni por la omisión de costes parciales en la composición de las partidas.

2.3.7 Obras en exceso

En aquellos casos en que el Contratista ejecute unidades de obra en exceso o fuera de especificación, ya sea por error de replanteo, interpretación incorrecta del proyecto o cualquier otra causa no derivada de una instrucción expresa y documentada por parte de la Dirección Facultativa, y dichas unidades comprometan la estabilidad, funcionalidad, integración estética o durabilidad del conjunto, estará obligado a proceder a su demolición y retirada por su cuenta y riesgo.

Asimismo, deberá reponer íntegramente las unidades de obra afectadas, incluyendo aquellas zonas colindantes cuya demolición sea necesaria para garantizar la correcta trabazón estructural o continuidad técnica de los elementos reconstruidos, conforme a las especificaciones del proyecto y bajo supervisión directa de la Dirección Facultativa.

Estos trabajos de demolición, retirada, reposición y adecuación no generarán derecho a compensación económica alguna, ni podrán justificar ampliaciones en los plazos de ejecución establecidos contractualmente.

2.3.8 Consideraciones generales sobre la medición de las obras

Durante toda la fase de ejecución del proyecto de renovación del alumbrado del Puente del V Centenario, todos los gastos derivados de la medición de las unidades de obra, así como de la comprobación de su calidad y cumplimiento técnico, serán íntegramente por cuenta del Contratista.

Este estará obligado a proporcionar, sin coste adicional, los medios materiales, técnicos y humanos que la Dirección Facultativa requiera para la ejecución de dichas mediciones, y deberá someterse a los procedimientos establecidos, firmando los documentos donde queden reflejados los datos obtenidos.

En caso de disconformidad con los datos recogidos, el Contratista podrá hacer constar sus observaciones de manera clara y documentada, y tendrá un plazo de tres (3) días naturales para aportar otros datos justificativos. Si no presenta observaciones en el plazo indicado, o se niega a firmar los documentos de medición, se entenderá que acepta los resultados determinados por la Dirección Facultativa y renuncia a todo derecho de reclamación respecto a estos aspectos.

El Contratista podrá solicitar copia de todos los documentos relacionados con las mediciones y valoraciones de obra, debidamente firmados por ambas partes, siendo de su cuenta los gastos derivados de la obtención de dichas copias.

2.3.9 Transportes

En el presente Proyecto, los costes de transporte de materiales, equipos, residuos y elementos auxiliares no se encuentran integrados en los precios unitarios del Cuadro de Precios. Por tanto, el Contratista deberá considerar y asumir separadamente dichos costes como parte de la correcta ejecución del contrato.

Esto incluye, entre otros:

- Transporte de luminarias, báculos, cajas de acometida, drivers, elementos de control, ópticas, herrajes y accesorios desde sus puntos de suministro hasta el emplazamiento de obra.

- Traslado de residuos, escombros y materiales desmontados hasta vertederos autorizados o centros de tratamiento indicados por la Dirección Facultativa.
- Cargas y descargas, así como movimientos internos de material entre zonas de acopio e instalación final.
- Transportes especiales o con requerimientos logísticos específicos.

Cualquier incidencia o coste adicional derivado de los transportes será por cuenta del Contratista, sin derecho a revisión de precios o compensación salvo autorización previa y expresa por parte de la Dirección Facultativa.

2.3.10 Replanteos

Todas las operaciones necesarias para la ejecución de los replanteos generales y parciales de la obra, así como los medios auxiliares empleados para su correcta realización (instrumentación, personal, señalización, marcaje, etc.), serán por cuenta exclusiva del Contratista.

El Contratista no podrá, por este concepto, formular reclamación económica alguna, aun en el caso de replanteos repetidos por ajustes del proyecto, cambios de orden de ejecución, o nuevas instrucciones de la Dirección Facultativa.

2.3.11 Relaciones valoradas y certificaciones

Las mediciones de obra ejecutada se realizarán conforme a lo dispuesto en el presente Pliego y a los criterios establecidos por la Dirección Facultativa, quien será la encargada de elaborar las certificaciones mensuales correspondientes a la evolución de los trabajos.

La tramitación de dichas certificaciones, así como la resolución de posibles discrepancias con el Contratista, se regirá por lo dispuesto en los artículos 149 y 150 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP).

Además, tras la finalización de los trabajos y en el momento de proceder a la liquidación final de la obra, la Dirección Facultativa podrá tomar cuantas mediciones y datos complementarios considere necesarios para verificar el estado real de ejecución.

Todas las certificaciones emitidas durante el transcurso de la obra tendrán carácter de cuenta a justificar respecto a la liquidación final, sin que su aprobación implique la aceptación definitiva de las cantidades certificadas hasta la emisión del acta final.

2.3.12 Medios auxiliares y abonos a cuenta por instalaciones y equipos

La totalidad de los medios auxiliares, herramientas, maquinaria, instalaciones temporales, elementos de protección, plataformas de trabajo, medios de elevación, y en general, todos los recursos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos previstos en el Proyecto serán aportados, gestionados y mantenidos por cuenta del Contratista.

Dado que en este Proyecto dichos elementos no se encuentran integrados en los precios unitarios, su coste no será objeto de abono directo, y el Contratista no podrá reclamar importe alguno por su adquisición, alquiler, uso o mantenimiento, al tratarse de elementos necesarios para la ejecución global de los trabajos contratados.

No obstante, la Dirección Facultativa podrá, si lo estima oportuno y previo cumplimiento de las condiciones previstas en los artículos 156 y 157 del RGLCAP y la cláusula 56 del PCAG, certificar a cuenta determinados materiales acopiados o equipos instalados en obra, siempre que:

- Se encuentren físicamente en el emplazamiento de ejecución.
- Sean fácilmente verificables y reconocibles como destinados al proyecto.
- Y cumplan con las condiciones técnicas exigidas en el pliego y proyecto.

Estas certificaciones, en ningún caso, eximirán al Contratista de su obligación de mantener dichos medios en estado operativo, seguro y conforme a normativa durante toda la ejecución de las obras.

2.3.13 Elementos de la instalación

Las luminarias, proyectores, controlador de luminaria, nodos, pasarelas de comunicación y demás elementos de la instalación de alumbrado se abonarán por unidad (ud) realmente instalada conforme a condiciones de proyecto.

2.3.14 Abono de seguridad y salud y gestión de residuos

Los importes reflejados en el Estudio Básico de Seguridad y Salud y en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición del presente Proyecto se abonarán como partidas alzadas, según lo establecido en el Presupuesto General.

El Contratista estará obligado a elaborar, con anterioridad al inicio de los trabajos, un Plan de Seguridad y Salud y un Plan de Gestión de Residuos, que desarrollen, adapten y complementen los estudios incluidos en el Proyecto. Dichos planes deberán ajustarse a los procedimientos constructivos reales del adjudicatario, analizando los riesgos específicos derivados de la ejecución del alumbrado público, tanto en el ámbito del viario afectado como en operaciones de desmontaje, manipulación de luminarias y trabajos en altura sobre báculos y estructuras existentes.

En los planes presentados podrán proponerse medidas alternativas de prevención y gestión siempre que se respeten los objetivos y principios establecidos en los estudios iniciales, y se encuentren dentro del importe asignado a dichas partidas alzadas en el presupuesto aprobado.

En ningún caso estas medidas podrán suponer un incremento económico respecto a la dotación fijada, ni modificar el alcance funcional previsto, y estarán sujetas a la aprobación de la Dirección Facultativa antes de su implantación.

2.3.15 Revisiones de precios

Las revisiones de precios se regirán por lo dispuesto en el Capítulo II, artículos 89, 93 y 94 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público; por los artículos 104 a 106 del RGLCAP; por el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, que aprueba las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras; así como por la restante legislación vigente en la materia.

El Contratista estará obligado a aceptar la fórmula o conjunto de fórmulas-tipo que resulten aplicables al contrato de este Proyecto, las cuales quedarán expresamente fijadas en el Pliego de Condiciones para la Contratación de las Obras.

2.3.16 Cumplimiento de plazos y penalidad por mora

El Contratista está obligado a cumplir el plazo total de ejecución del contrato, así como los plazos parciales que, en su caso, se establezcan en el programa de trabajos aprobado.

En caso de incumplimiento, se aplicarán las penalidades previstas en los artículos 196 y 197 de la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público (LCSP), así como lo dispuesto en los artículos 104 a 106 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP), calculadas en proporción al retraso y sin perjuicio de otras responsabilidades contractuales o legales que pudieran derivarse.

2.3.17 Gastos a cargo del adjudicatorio

Serán por cuenta del Contratista adjudicatario todos los gastos administrativos particulares de este contrato, así como aquellos que se deriven de la correcta ejecución de las obras y del cumplimiento de las obligaciones previstas en el presente Pliego y en la normativa aplicable.

2.3.18 Liquidación

Finalizadas las obras y transcurrido, en su caso, el plazo de garantía establecido se procederá a la liquidación definitiva de las mismas, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 170 y 172 del RGLCAP y la normativa vigente en materia de contratación pública.

La Dirección Facultativa elaborará el certificado de liquidación a partir de la medición final de todas las unidades ejecutadas, incluyendo las modificaciones, precios contradictorios y partidas complementarias que hubieran sido previamente aprobadas. En dicha medición se deducirán, en su caso, las penalidades aplicadas, las cantidades retenidas por garantía y los importes correspondientes a defectos o incumplimientos detectados y no subsanados por el Contratista.

El Contratista, previamente a la liquidación, deberá haber cumplido todas sus obligaciones contractuales, incluyendo la retirada de instalaciones provisionales, el

desalojo de materiales y residuos, la entrega de documentación final de obra (planos "as built", manuales, certificados de calidad, garantías y, en su caso, protocolos de mantenimiento) y la reparación de defectos señalados en el acta de recepción.

La aprobación de la liquidación por parte del órgano de contratación implicará el reconocimiento del saldo definitivo a favor o en contra del Contratista, procediéndose a su abono o compensación en los plazos previstos legalmente.

En ningún caso la liquidación eximirá al Contratista de las responsabilidades derivadas de vicios ocultos o defectos que pudieran aparecer con posterioridad, dentro de los plazos legales o contractuales establecidos.

2.4 Administrativas

2.4.1 Inicio de las Obras

Una vez formalizada la adjudicación del contrato y firmado el acta correspondiente, se procederá al replanteo general de la obra en un plazo máximo de un mes, con la presencia de la Dirección Facultativa, el Contratista y los representantes de la Administración.

Concluido el replanteo, el Contratista dispondrá de un plazo adicional, no superior a treinta días naturales, para presentar a la Dirección Facultativa el Programa de Ejecución de los Trabajos, en el que se reflejarán las fases, plazos y recursos previstos para las distintas actuaciones incluidas en el proyecto. Este programa deberá incluir especialmente la secuenciación de los trabajos de instalación del sistema de alumbrado exterior, tanto en su vertiente funcional como arquitectónica, así como los aspectos vinculados a la coordinación con la infraestructura existente.

La Dirección Facultativa, tras el análisis del documento presentado, comunicará su conformidad o solicitará las modificaciones necesarias para su aprobación definitiva.

2.4.2 Modificaciones del Proyecto

La ejecución del contrato será por cuenta y riesgo del Contratista, sin que este pueda reclamar compensaciones económicas por daños, retrasos o pérdidas derivadas de circunstancias ordinarias de la obra, salvo en aquellos casos justificados de fuerza mayor.

Las modificaciones del proyecto sólo podrán ser autorizadas por la Propiedad cuando respondan a necesidades funcionales sobrevenidas o a condiciones técnicas no previstas durante la fase de redacción de este, debidamente justificadas y documentadas.

En caso de que se decida introducir variaciones en las unidades de obra contempladas en el proyecto original, ya sea por ampliación, reducción, sustitución o eliminación de partidas, el Contratista deberá ejecutarlas conforme a lo indicado, sin que ello le otorgue derecho a indemnización, excepto si tales cambios suponen una variación acumulada superior al 20 % del presupuesto contratado o alteran sustancialmente la solución técnica inicial.

2.4.3 Programa de trabajos

En el punto 9 del documento Memoria se describe el plan de obra previsto a realizar, determinando una duración para las obras de construcción de aproximadamente 50,5 días laborables.

2.4.4 Orden de Inicio de las Obras

El inicio efectivo de los trabajos quedará supeditado a la emisión formal de la Orden de Inicio por parte de la Dirección Facultativa, una vez se haya aprobado el Programa de Trabajos y se haya realizado el acta de comprobación del replanteo.

El Contratista deberá iniciar las labores en las zonas indicadas específicamente por la Dirección, atendiendo a la secuencia planificada y asegurando la correcta organización de recursos, medios y personal técnico. Cualquier variación en la fecha o punto de arranque deberá ser previamente comunicada y autorizada.

2.4.5 Instalaciones, medios y obras auxiliares

El Contratista será responsable de ejecutar, por su cuenta y riesgo, todas aquellas obras auxiliares, medios técnicos, instalaciones provisionales y servicios generales necesarios para la correcta ejecución del presente proyecto de instalación del sistema de alumbrado del Puente del V Centenario.

Estas instalaciones incluirán, entre otros, las acometidas provisionales de energía, casetas de obra, zonas de acopio, almacenes, zonas de carga y descarga, y cualquier infraestructura temporal requerida para garantizar el desarrollo adecuado de los trabajos en tiempo, forma y condiciones técnicas establecidas.

Dichas instalaciones deberán:

- Ser proyectadas, ejecutadas y mantenidas en cumplimiento estricto de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, especialmente lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 y demás legislación sectorial aplicable.
- Ser sometidas a la aprobación previa de la Dirección Facultativa, quien podrá exigir modificaciones o mejoras para asegurar su adecuación técnica y normativa.

Asimismo, el Contratista deberá facilitar a la Dirección Facultativa, siempre que esta lo requiera, el acceso y disponibilidad de los medios materiales, herramientas, equipos de medición y elementos auxiliares necesarios para llevar a cabo labores de inspección, comprobación o verificación técnica durante el transcurso de la obra.

2.4.6 Propiedad industrial y comercial

El Contratista será responsable de cualquier reclamación relativa a los materiales suministrados, procedimientos empleados o medios utilizados para la ejecución de las obras, que pueda provenir de titulares de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio.

En caso necesario, corresponderá al Contratista la obtención de las licencias o autorizaciones pertinentes, así como el pago de los derechos e indemnizaciones que pudieran derivarse.

Si se produjeran acciones legales por parte de terceros titulares de derechos sobre licencias, autorizaciones, planos, modelos o marcas empleadas por el Contratista, éste asumirá íntegramente su defensa y las consecuencias económicas o técnicas que pudieran originarse, sin que ello suponga responsabilidad alguna para la Administración.

2.4.7 Obligaciones de carácter social y legislación laboral

El Contratista, como único responsable de la ejecución de las obras, se compromete, a su costa y riesgo, al cumplimiento de todas las obligaciones derivadas de su condición legal de patrono, en conformidad con la legislación laboral y de Seguridad Social vigente, así como con aquellas disposiciones que puedan dictarse durante la ejecución del contrato.

La Dirección Facultativa podrá exigir en cualquier momento la justificación documental de que el Contratista cumple con la normativa laboral y de Seguridad Social respecto del personal que intervenga en las obras, así como de las obligaciones de prevención de riesgos laborales.

El Contratista deberá observar, durante todo el periodo de ejecución, cuantas disposiciones laborales resulten de aplicación, siendo de su cargo todos los gastos relacionados con el establecimiento y mantenimiento de las atenciones sociales necesarias en la obra.

2.4.8 Retirada de las instalaciones provisionales

A la finalización de los trabajos, el Contratista deberá retirar, en un plazo máximo de treinta (30) días, todas las instalaciones provisionales, herramientas, maquinaria, materiales y demás elementos utilizados en la ejecución de las obras, dejando la zona completamente libre y limpia.

Quedarán excluidas de esta obligación, salvo indicación en contrario de la Dirección Facultativa, las vallas, luces y señales necesarias para garantizar la seguridad, señalización y correcto funcionamiento de la obra, que se mantendrán hasta que la Dirección disponga su retirada.

En caso de que el Contratista rehúse, demore o muestre negligencia en el cumplimiento de esta obligación, la Dirección Facultativa podrá ordenar la retirada de dichos elementos, repercutiendo su coste al Contratista mediante deducción de cualquier cantidad pendiente de abono.

2.4.9 Certificaciones de obras

Mensualmente, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa una relación valorada de las obras ejecutadas durante ducho periodo. Una vez revisada y conformada por la Dirección, dicha relación servirá de base para la expedición de la certificación correspondiente, a efecto de pago.

El procedimiento de certificación y abono se ajustará a lo establecido en el presente Pliego y demás condiciones de contratación aplicables al Proyecto.

2.4.10 Recepción

Una vez finalizadas las obras conforme a las condiciones establecidas en este Pliego, se procederá a su recepción siguiendo lo previsto en el artículo 164 del RGLCAP y en la normativa vigente en materia de recepción de obras públicas, incluyendo lo dispuesto en la Orden FOM/2564/2014, de 26 de diciembre, o normativa que la sustituya.

En caso de detectarse defectos de calidad, asentamientos u otras imperfecciones, el Contratista estará obligado, a su costa, a reparar o sustituir los elementos no conformes, según las indicaciones y a satisfacción de la Dirección Facultativa, antes de la recepción definitiva.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

MEDICIONES

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: Instalación de la iluminación vial……..……1

1.1 Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED y retirada de elementos no necesarios……..…….…..1

1.1.1 Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por LED en postes de 9 m…….……1

1.1.2 Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias …….……..1

1.1.3 Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m…….……1

1.2 Instalación de columnas y luminarias en el tablero del puente……..……1

1.2.1 Montaje de columnas de alumbrado AM-10 de 12 m…….…..1

1.2.2 Instalación de luminarias LED en columnas AM-10 de 12 m…..…..1

1.2.3 Instalación de cableado eléctrico RV-K 0,6/1 kV…….……2

1.2.4 Canalización fija en superficie con tubo rígido de PVC Ø25 mm…2

CAPÍTULO 2: Instalación de la iluminación ornamental…….……..…2

2.1 Instalación de luminarias ornamentales SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes…….……..…2

2.2 Instalación de luminarias ornamentales SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes……..…2

2.3 Instalación de luminarias ornamentales SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en las pilas 14 y 15 y caras interiores superiores del tablero…….……3

2.4 Instalación de luminarias ornamentales SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15 y caras interiores superiores del tablero…….3

2.5 Cableado eléctrico subterráneo 4x(1x6 mm²) en tubo instalado…….….3

2.6 Canalización fija en superficie con tubo rígido PVC Ø25 mm……3

2.7 Cableado eléctrico aéreo 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²) en tubo instalado…….……4

2.8 Canalización fija en superficie con tubo rígido PVC Ø20 y Ø25 mm…….4

CAPÍTULO 3: Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra …..…4

3.1 Instalación de cuadro de mando y protección completo con dispositivos eléctricos……4

3.2 Línea de protección y puesta a tierra……4

3.2.1 Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo (cable RV-K 1x16 mm²)…….…….4

3.2.2 Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m y 16 mm de diámetro…….…….5

CAPÍTULO 4: Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)……5

4.1 Contenedores diferenciales para fracciones de residuo……5

4.2 Recogida, almacenamiento y transporte interno de residuos en obra……5

4.3 Transporte especializado de RAEE a gestor autorizado……5

4.4 Tratamiento y valorización de residuos no peligrosos……..5

4.5 Gestión y eliminación de residuos peligrosos……..5

4.6 Segregación de fracciones no separables in situ……..5

4.7 Gestión documental y trazabilidad de residuos…….5

CAPÍTULO 5: EBSS……..……...…5

5.1 Protecciones colectivas en zonas elevadas…….……..5

5.2 Dotación y mantenimiento de EPIs……..5

5.3 Señalización de seguridad y emergencia……..5

5.4 Montaje de cuadros eléctricos provisionales……6

5.5 Revisión y mantenimiento de maquinaria y herramientas eléctricas……6

5.6 Formación en prevención de riesgos laborales…….6

5.7 Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud……6

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
1		**Instalación de la iluminación vial**	
1.1		**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED de alto rendimiento, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos RAEE. Eliminación de luminarias no necesarias según estudio luminotécnico, garantizando niveles de iluminación conforme a normativa vigente.**	
1.1.1	**Ud**	**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en postes de 9 m, en tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos, instalación de caja de fusibles con fusibles de 5 A, 12 m de conductor 3x2,5 mm², conexionado completo a red y luminaria, adaptación mecánica si procede y puesta en servicio. Luminaria LED de 120 W y 16.000 lm, óptica asimétrica A12419, TCC 3000 K, IP66, IK09, vida útil 100.000 h, con regulación autónoma horaria, protecciones contra sobretensiones y certificaciones ISO.**	**32,00**
1.1.2	**Ud**	**Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de soportes si procede, desconexión de acometidas, gestión de residuos conforme a normativa RAEE y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.**	**30,00**
1.1.3	**Ud**	**Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de cimentaciones si procede, desconexión de acometidas eléctricas, carga, transporte y gestión de residuos conforme a la normativa vigente, utilizando los medios auxiliares adecuados para su correcta ejecución.**	**30,00**
1.2		**Instalación de columnas y luminarias a lo largo del tablero del puente, incluyendo el tendido y conexionado de conductores, colocación de conductos, fijaciones y elementos auxiliares, así como la integración en la red de alumbrado existente, garantizando su correcto funcionamiento conforme a la normativa vigente.**	
1.2.1	**Ud**	**Montaje de columnas de alumbrado modelo AM-10 de 12 m de altura, marca BALCOLSA, fabricadas en acero galvanizado por inmersión en caliente según UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar, sección troncocónica de una sola pieza y puerta de registro estanca IP44 equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye fijación para luminarias tipo post-top o lateral, resistencia al viento hasta 145 km/h conforme a UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991, tornillería, accesorios y tratamiento superficial, quedando completamente instaladas y operativas.**	**40,00**
1.2.2	**Ud**	**Instalación de luminarias LED modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en columnas AM-10 de 12 m de altura, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, 12 m de conductor RV-K 3x2,5 mm² 0,6/1 kV para conexión luminaria–caja de fusibles y conexionado de esta con la red, así como pequeño material y adaptación mecánica si procede. Luminaria estanca de fundición de aluminio color gris RAL 9006, dimensiones 660 x 325 x 126 mm, bloque óptico LED de 180 W y 22.900 lm, cierre de cristal templado plano, lentes PMMA fotometría asimétrica A12419, TCC 3000K ±300K, driver Meanwell XLG-50-AB IP67, protección contra sobretensiones 10 kV/10 kA, grado de protección IK09, IP66, Clase II, vida útil 100.000 h [L80B10], FHS ≤ 1 %, temperatura de funcionamiento -20 ºC a +45 ºC, con regulación autónoma horaria de al menos 6 tramos y reducción mínima del 40 %, control por algoritmo de medianoche o tramos horarios y capacidad de modificación de programación mediante sistema SIPIC. Montaje completo, comprobado, en funcionamiento y conforme a normativa vigente.**	**40,00**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
1.2.3	m	Instalación de cableado eléctrico unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), para la conexión de las distintas luminarias con el cuadro de mando y protección, tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa instalación y puesta en servicio.	1121,76
1.2.4	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.	1121,76

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
2		**Instalación de la iluminación ornamental**	
2.1	Ud	Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.	80,00
2.2	Ud	Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5500K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.	8,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
2.3	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en la parte inferior de las pilas 14 y 15, así como en las caras interiores de la parte superior del tablero, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	**12,00**
2.4	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	**16,00**
2.5	m	**Instalación de cableado eléctrico subterráneo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	**1116,90**
2.6	m	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**1116,90**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
2.7	m	**Instalación de cableado eléctrico aéreo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	351,60
2.8	m	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 20 mm y 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	351,60

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
3		**Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra**	
3.1	Ud	**Instalación de cuadro de mando y protección compuesto por centralita mural estanca de superficie reforzada BTicino modelo F107N72D, capacidad 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), fabricada en material termoplástico libre de halógenos, protección IP65 e IK09, equipada con puerta transparente con cerradura, placa de montaje metálica, prensaestopas estancos, carriles DIN y accesorios de fijación. Incluye montaje y conexionado de dispositivos de protección: interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N 4P 20A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2; dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2 Schneider Electric Acti9 iPRD40 3P+N, tensión máxima 350 V~ y capacidad de descarga nominal 40 kA (8/20 µs); interruptor diferencial puro Schneider Electric Acti9 iID 4P 25A 30 mA tipo A-SI con inmunidad aumentada; e interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N referencia A9F79410, 4P 10A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2. Cuadro totalmente instalado, conexionado y en funcionamiento.**	2,00
3.2	Ud	**Instalación de línea de protección y puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo de sección adecuada según proyecto, tendido desde el cuadro de mando y protección hasta el sistema de puesta a tierra, incluyendo su conexión a las picas o electrodos de tierra y la interconexión con las masas metálicas de la instalación.**	2,00
3.2.1	m	**Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo mediante cable unipolar de cobre tipo RV-K 0,6/1 kV 1x16 mm² según UNE 21123-2, incluyendo tendido, conexionado a las masas metálicas y al sistema de puesta a tierra, así como p/p de pequeño material y accesorios necesarios para su fijación y protección. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.**	60,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
3.2.2	Ud	Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, fabricado en acero de alta resistencia mecánica con recubrimiento de cobre para optimizar la conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión, hincado en el terreno y conectado al sistema de puesta a tierra mediante conductor y grapa homologada, incluyendo p/p de pequeño material y trabajos necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.	2,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
4		**Gestión de RCD**	
4.1	Ud	Gestión y suministro de contenedores diferenciales para cada fracción de residuo: metales, RAEE, plásticos, embalajes y residuos peligrosos. Incluye señalización y mantenimiento durante el proceso.	6,00
4.2	Viaje	Recogida, almacenamiento temporal, manipulación y transporte interno de residuos generados en obra hacia puntos de acopio y de traslado. Considera logística, personal y medios auxiliares para gestión in situ.	8,00
4.3	Viaje	Transporte especializado y segregado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) — luminarias, drivers, componentes dispuestos para tratamiento final en gestor autorizado	2,00
4.4	t	Tratamiento y valorización en planta de residuos no peligrosos: chatarra metálica, plásticos, restos de cableado y canalizaciones PVC. Incluye pesaje, separación, reciclaje o valorización material.	2,70
4.5	kg	Gestión y eliminación de residuos peligrosos generados (aceites, envases contaminados, trapos, filtros) conforme a normativa ambiental de tratamiento específico	20,00
4.6	t	Segregación en instalaciones externas para fracciones no separables in situ debido a limitaciones logísticas o espaciales en obra	0,30
4.7	%	Gestión documental, coordinación ambiental y supervisión de la correcta recogida, separación, transporte y destino final de los residuos, con emisión de certificados de trazabilidad y control	1,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
5		**EBSS**	
5.1	%	Implantación de protecciones colectivas en zonas elevadas del puente: barandillas, redes, señalización y delimitaciones temporales	1,00
5.2	%	Dotación y mantenimiento de EPIs: casco dieléctrico, arnés, calzado de seguridad, protección ocular y auditiva, ropa alta visibilidad	1,00
5.3	%	Instalación de señalización de seguridad y emergencia conforme RD 485/1997: advertencia, obligación, evacuación y salvamento	1,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad
5.4	Ud	Montaje de cuadros eléctricos provisionales con protecciones diferenciales, puesta a tierra y corte de emergencia en zonas de obra	2,00
5.5	%	Revisión, control y mantenimiento de maquinaria y herramientas portátiles eléctricas conforme RD 1215/1997	1,00
5.6	h	Formación básica en prevención de riesgos laborales para trabajos eléctricos, en altura y con maquinaria	10,00
5.7	%	Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud: coordinación, control de acceso, libro de incidencias y medidas correctoras	1,00

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

PRESUPUESTOS

Autor: D. Daniel Laarbi González

Fecha: 5 de septiembre de 2025

ÍNDICE

1. Cuadro de precios 1

1.1 Cuadro de precios básicos 1

1.2 Cuadro de precios unitarios 6

1.3 Cuadro de precios descompuestos 12

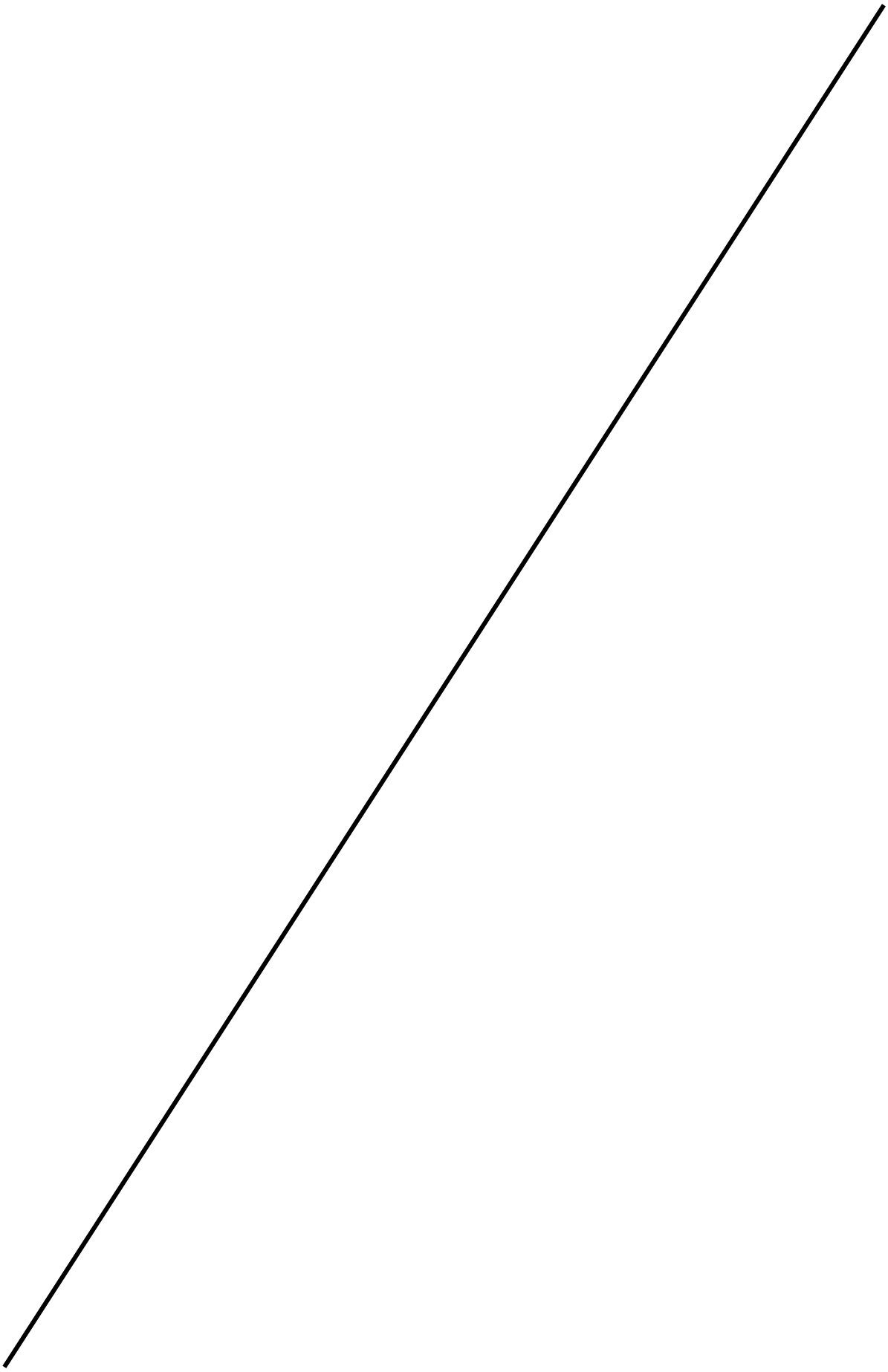
2. Presupuestos 28

2.1 Presupuesto de Ejecución Material 28

2.2 Presupuesto de Ejecución por Contrata 37

2.3 Presupuesto para la Administración 38

2.4 Resumen de Presupuestos 39



1. Cuadro de precios

1.1 Cuadro de precios básicos

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
1		**Instalación de la iluminación vial**	
1.1		**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED de alto rendimiento, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos RAEE. Eliminación de luminarias no necesarias según estudio luminotécnico, garantizando niveles de iluminación conforme a normativa vigente.**	
1.1.1	**Ud**	**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en postes de 9 m, en tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos, instalación de caja de fusibles con fusibles de 5 A, 12 m de conductor 3x2,5 mm², conexionado completo a red y luminaria, adaptación mecánica si procede y puesta en servicio. Luminaria LED de 120 W y 16.000 lm, óptica asimétrica A12419, TCC 3000 K, IP66, IK09, vida útil 100.000 h, con regulación autónoma horaria, protecciones contra sobretensiones y certificaciones ISO.**	**252,57**
1.1.2	**Ud**	**Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de soportes si procede, desconexión de acometidas, gestión de residuos conforme a normativa RAEE y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.**	**33,98**
1.1.3	**Ud**	**Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de cimentaciones si procede, desconexión de acometidas eléctricas, carga, transporte y gestión de residuos conforme a la normativa vigente, utilizando los medios auxiliares adecuados para su correcta ejecución.**	**65,80**
1.2		**Instalación de columnas y luminarias a lo largo del tablero del puente, incluyendo el tendido y conexionado de conductores, colocación de conductos, fijaciones y elementos auxiliares, así como la integración en la red de alumbrado existente, garantizando su correcto funcionamiento conforme a la normativa vigente.**	
1.2.1	**Ud**	**Montaje de columnas de alumbrado modelo AM-10 de 12 m de altura, marca BALCOLSA, fabricadas en acero galvanizado por inmersión en caliente según UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar, sección troncocónica de una sola pieza y puerta de registro estanca IP44 equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye fijación para luminarias tipo post-top o lateral, resistencia al viento hasta 145 km/h conforme a UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991, tornillería, accesorios y tratamiento superficial, quedando completamente instaladas y operativas.**	**565,15**
1.2.2	**Ud**	**Instalación de luminarias LED modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en columnas AM-10 de 12 m de altura, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, 12 m de conductor RV-K 3x2,5 mm² 0,6/1 kV para conexión luminaria–caja de fusibles y conexionado de esta con la red, así como pequeño material y adaptación mecánica si procede. Luminaria estanca de fundición de aluminio color gris RAL 9006, dimensiones 660 x 325 x 126 mm, bloque óptico LED de 180 W y 22.900 lm, cierre de cristal templado plano, lentes PMMA fotometría asimétrica A12419, TCC 3000K ±300K, driver Meanwell XLG-50-AB IP67, protección contra sobretensiones 10 kV/10 kA, grado de protección IK09, IP66, Clase II, vida útil 100.000 h [L80B10], FHS ≤ 1 %, temperatura de funcionamiento -20 ºC a +45 ºC, con regulación autónoma horaria de al menos 6 tramos y reducción mínima del 40 %, control por algoritmo de medianoche o tramos horarios y capacidad de modificación de programación mediante sistema SIPIC. Montaje completo, comprobado, en funcionamiento y conforme a normativa vigente.**	**237,99**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
1.2.3	m	Instalación de cableado eléctrico unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), para la conexión de las distintas luminarias con el cuadro de mando y protección, tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa instalación y puesta en servicio.	7,26
1.2.4	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.	9,77

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2		**Instalación de la iluminación ornamental**	
2.1	Ud	Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.	273,81
2.2	Ud	Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.	233,01

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2.3	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en la parte inferior de las pilas 14 y 15, así como en las caras interiores de la parte superior del tablero, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	248,78
2.4	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	289,58
2.5	m	**Instalación de cableado eléctrico subterráneo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	7,26
2.6	m	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	9,77

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2.7	m	Instalación de cableado eléctrico aéreo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.	31,74
2.8	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 20 mm y 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.	33,63

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
3		**Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra**	
3.1	Ud	Instalación de cuadro de mando y protección compuesto por centralita mural estanca de superficie reforzada BTicino modelo F107N72D, capacidad 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), fabricada en material termoplástico libre de halógenos, protección IP65 e IK09, equipada con puerta transparente con cerradura, placa de montaje metálica, prensaestopas estancos, carriles DIN y accesorios de fijación. Incluye montaje y conexionado de dispositivos de protección: interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N 4P 20A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2; dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2 Schneider Electric Acti9 iPRD40 3P+N, tensión máxima 350 V~ y capacidad de descarga nominal 40 kA (8/20 µs); interruptor diferencial puro Schneider Electric Acti9 iID 4P 25A 30 mA tipo A-SI con inmunidad aumentada; e interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N referencia A9F79410, 4P 10A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2. Cuadro totalmente instalado, conexionado y en funcionamiento.	1661,10
3.2	Ud	Instalación de línea de protección y puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo de sección adecuada según proyecto, tendido desde el cuadro de mando y protección hasta el sistema de puesta a tierra, incluyendo su conexión a las picas o electrodos de tierra y la interconexión con las masas metálicas de la instalación.	
3.2.1	m	Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo mediante cable unipolar de cobre tipo RV-K 0,6/1 kV 1x16 mm² según UNE 21123-2, incluyendo tendido, conexionado a las masas metálicas y al sistema de puesta a tierra, así como p/p de pequeño material y accesorios necesarios para su fijación y protección. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.	3,09

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
3.2.2	Ud	Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, fabricado en acero de alta resistencia mecánica con recubrimiento de cobre para optimizar la conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión, hincado en el terreno y conectado al sistema de puesta a tierra mediante conductor y grapa homologada, incluyendo p/p de pequeño material y trabajos necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.	90,93

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
4		Gestión de RCD	
4.1	Ud	Gestión y suministro de contenedores diferenciales para cada fracción de residuo: metales, RAEE, plásticos, embalajes y residuos peligrosos. Incluye señalización y mantenimiento durante el proceso.	75,00
4.2	Viaje	Recogida, almacenamiento temporal, manipulación y transporte interno de residuos generados en obra hacia puntos de acopio y de traslado. Considera logística, personal y medios auxiliares para gestión in situ.	80,00
4.3	Viaje	Transporte especializado y segregado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) — luminarias, drivers, componentes dispuestos para tratamiento final en gestor autorizado	150,00
4.4	t	Tratamiento y valorización en planta de residuos no peligrosos: chatarra metálica, plásticos, restos de cableado y canalizaciones PVC. Incluye pesaje, separación, reciclaje o valorización material.	60,00
4.5	kg	Gestión y eliminación de residuos peligrosos generados (aceites, envases contaminados, trapos, filtros) conforme a normativa ambiental de tratamiento específico	1,50
4.6	t	Segregación en instalaciones externas para fracciones no separables in situ debido a limitaciones logísticas o espaciales en obra	80,00
4.7	%	Gestión documental, coordinación ambiental y supervisión de la correcta recogida, separación, transporte y destino final de los residuos, con emisión de certificados de trazabilidad y control	150,00

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
5		EBSS	
5.1	%	Implantación de protecciones colectivas en zonas elevadas del puente: barandillas, redes, señalización y delimitaciones temporales	1350,00
5.2	%	Dotación y mantenimiento de EPIs: casco dieléctrico, arnés, calzado de seguridad, protección ocular y auditiva, ropa alta visibilidad	1050,00

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
5.3	%	Instalación de señalización de seguridad y emergencia conforme RD 485/1997: advertencia, obligación, evacuación y salvamento	420,00
5.4	Ud	Montaje de cuadros eléctricos provisionales con protecciones diferenciales, puesta a tierra y corte de emergencia en zonas de obra	590,00
5.5	%	Revisión, control y mantenimiento de maquinaria y herramientas portátiles eléctricas conforme RD 1215/1997	480,00
5.6	h	Formación básica en prevención de riesgos laborales para trabajos eléctricos, en altura y con maquinaria	30,00
5.7	%	Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud: coordinación, control de acceso, libro de incidencias y medidas correctoras	1200,00

1.2 Cuadro de precios unitarios

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
1		Instalación de la iluminación vial	
1.1		Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED de alto rendimiento, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos RAEE. Eliminación de luminarias no necesarias según estudio luminotécnico, garantizando niveles de iluminación conforme a normativa vigente.	
1.1.1	Ud	Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en postes de 9 m, en tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos, instalación de caja de fusibles con fusibles de 5 A, 12 m de conductor 3x2,5 mm², conexionado completo a red y luminaria, adaptación mecánica si procede y puesta en servicio. Luminaria LED de 120 W y 16.000 lm, óptica asimétrica A12419, TCC 3000 K, IP66, IK09, vida útil 100.000 h, con regulación autónoma horaria, protecciones contra sobretensiones y certificaciones ISO.	267,72
1.1.2	Ud	Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de soportes si procede, desconexión de acometidas, gestión de residuos conforme a normativa RAEE y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.	36,02
1.1.3	Ud	Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de cimentaciones si procede, desconexión de acometidas eléctricas, carga, transporte y gestión de residuos conforme a la normativa vigente, utilizando los medios auxiliares adecuados para su correcta ejecución.	69,75
1.2		Instalación de columnas y luminarias a lo largo del tablero del puente, incluyendo el tendido y conexionado de conductores, colocación de conductos, fijaciones y elementos auxiliares, así como la integración en la red de alumbrado existente, garantizando su correcto funcionamiento conforme a la normativa vigente.	
1.2.1	Ud	Montaje de columnas de alumbrado modelo AM-10 de 12 m de altura, marca BALCOLSA, fabricadas en acero galvanizado por inmersión en caliente según UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar, sección troncocónica de una sola pieza y puerta de registro estanca IP44 equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye fijación para luminarias tipo post-top o lateral, resistencia al viento hasta 145 km/h conforme a UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991, tornillería, accesorios y tratamiento superficial, quedando completamente instaladas y operativas.	599,06

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
1.2.2	Ud	**Instalación de luminarias LED modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en columnas AM-10 de 12 m de altura, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, 12 m de conductor RV-K 3x2,5 mm² 0,6/1 kV para conexión luminaria–caja de fusibles y conexionado de esta con la red, así como pequeño material y adaptación mecánica si procede. Luminaria estanca de fundición de aluminio color gris RAL 9006, dimensiones 660 x 325 x 126 mm, bloque óptico LED de 180 W y 22.900 lm, cierre de cristal templado plano, lentes PMMA fotometría asimétrica A12419, TCC 3000K ±300K, driver Meanwell XLG-50-AB IP67, protección contra sobretensiones 10 kV/10 kA, grado de protección IK09, IP66, Clase II, vida útil 100.000 h [L80B10], FHS ≤ 1 %, temperatura de funcionamiento -20 ºC a +45 ºC, con regulación autónoma horaria de al menos 6 tramos y reducción mínima del 40 %, control por algoritmo de medianoche o tramos horarios y capacidad de modificación de programación mediante sistema SIPIC. Montaje completo, comprobado, en funcionamiento y conforme a normativa vigente.**	**252,27**
1.2.3	m	**Instalación de cableado eléctrico unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), para la conexión de las distintas luminarias con el cuadro de mando y protección, tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa instalación y puesta en servicio.**	**7,70**
1.2.4	m	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**10,36**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2		**Instalación de la iluminación ornamental**	
2.1	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	**290,24**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2.2	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	246,99
2.3	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en la parte inferior de las pilas 14 y 15, así como en las caras interiores de la parte superior del tablero, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	263,71
2.4	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	306,95

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
2.5	**m**	**Instalación de cableado eléctrico subterráneo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	**7,70**
2.6	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**10,36**
2.7	**m**	**Instalación de cableado eléctrico aéreo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	**33,65**
2.8	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 20 mm y 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**35,64**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
3		**Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra**	
3.1	**Ud**	**Instalación de cuadro de mando y protección compuesto por centralita mural estanca de superficie reforzada BTicino modelo F107N72D, capacidad 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), fabricada en material termoplástico libre de halógenos, protección IP65 e IK09, equipada con puerta transparente con cerradura, placa de montaje metálica, prensaestopas estancos, carriles DIN y accesorios de fijación. Incluye montaje y conexionado de dispositivos de protección: interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N 4P 20A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2; dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2 Schneider Electric Acti9 iPRD40 3P+N, tensión máxima 350 V~ y capacidad de descarga nominal 40 kA (8/20 µs); interruptor diferencial puro Schneider Electric Acti9 iID 4P 25A 30 mA tipo A-SI con inmunidad aumentada; e interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N referencia A9F79410, 4P 10A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2. Cuadro totalmente instalado, conexionado y en funcionamiento.**	**1760,77**
3.2	**Ud**	**Instalación de línea de protección y puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo de sección adecuada según proyecto, tendido desde el cuadro de mando y protección hasta el sistema de puesta a tierra, incluyendo su conexión a las picas o electrodos de tierra y la interconexión con las masas metálicas de la instalación.**	
3.2.1	**m**	**Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo mediante cable unipolar de cobre tipo RV-K 0,6/1 kV 1x16 mm² según UNE 21123-2, incluyendo tendido, conexionado a las masas metálicas y al sistema de puesta a tierra, así como p/p de pequeño material y accesorios necesarios para su fijación y protección. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.**	**3,28**
3.2.2	**Ud**	**Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, fabricado en acero de alta resistencia mecánica con recubrimiento de cobre para optimizar la conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión, hincado en el terreno y conectado al sistema de puesta a tierra mediante conductor y grapa homologada, incluyendo p/p de pequeño material y trabajos necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.**	**96,39**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
4		**Gestión de RCD**	
4.1	**Ud**	**Gestión y suministro de contenedores diferenciales para cada fracción de residuo: metales, RAEE, plásticos, embalajes y residuos peligrosos. Incluye señalización y mantenimiento durante el proceso.**	**79,50**
4.2	**Viaje**	**Recogida, almacenamiento temporal, manipulación y transporte interno de residuos generados en obra hacia puntos de acopio y de traslado. Considera logística, personal y medios auxiliares para gestión in situ.**	**84,80**
4.3	**Viaje**	**Transporte especializado y segregado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) — luminarias, drivers, componentes dispuestos para tratamiento final en gestor autorizado**	**159,00**
4.4	**t**	**Tratamiento y valorización en planta de residuos no peligrosos: chatarra metálica, plásticos, restos de cableado y canalizaciones PVC. Incluye pesaje, separación, reciclaje o valorización material.**	**63,60**
4.5	**kg**	**Gestión y eliminación de residuos peligrosos generados (aceites, envases contaminados, trapos, filtros) conforme a normativa ambiental de tratamiento específico**	**1,59**
4.6	**t**	**Segregación en instalaciones externas para fracciones no separables in situ debido a limitaciones logísticas o espaciales en obra**	**84,80**
4.7	**%**	**Gestión documental, coordinación ambiental y supervisión de la correcta recogida, separación, transporte y destino final de los residuos, con emisión de certificados de trazabilidad y control**	**159,00**

Nº	Ud	Descripción	Precio (€)
5		**EBSS**	
5.1	**%**	**Implantación de protecciones colectivas en zonas elevadas del puente: barandillas, redes, señalización y delimitaciones temporales**	**1431,00**
5.2	**%**	**Dotación y mantenimiento de EPIs: casco dieléctrico, arnés, calzado de seguridad, protección ocular y auditiva, ropa alta visibilidad**	**1113,00**
5.3	**%**	**Instalación de señalización de seguridad y emergencia conforme RD 485/1997: advertencia, obligación, evacuación y salvamento**	**445,20**
5.4	**Ud**	**Montaje de cuadros eléctricos provisionales con protecciones diferenciales, puesta a tierra y corte de emergencia en zonas de obra**	**625,40**
5.5	**%**	**Revisión, control y mantenimiento de maquinaria y herramientas portátiles eléctricas conforme RD 1215/1997**	**508,80**
5.6	**h**	**Formación básica en prevención de riesgos laborales para trabajos eléctricos, en altura y con maquinaria**	**31,80**
5.7	**%**	**Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud: coordinación, control de acceso, libro de incidencias y medidas correctoras**	**1272,00**

1.3 Cuadro de precios descompuestos

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1		**Instalación de la iluminación vial**			
1.1		**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED de alto rendimiento, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos RAEE. Eliminación de luminarias no necesarias según estudio luminotécnico, garantizando niveles de iluminación conforme a normativa vigente.**			
1.1.1	**Ud**	**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en postes de 9 m, en tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos, instalación de caja de fusibles con fusibles de 5 A, 12 m de conductor 3x2,5 mm², conexionado completo a red y luminaria, adaptación mecánica si procede y puesta en servicio. Luminaria LED de 120 W y 16.000 lm, óptica asimétrica A12419, TCC 3000 K, IP66, IK09, vida útil 100.000 h, con regulación autónoma horaria, protecciones contra sobretensiones y certificaciones ISO.**			
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,25	123,7	30,93
	h	Oficial 1ª electricista	1,00	18,52	18,52
	h	Ayudante electricista	1,00	17,17	17,17
	Ud	Luminaria vial modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en poste de alumbrado de 9 m de altura Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5 A y 12 m de conductor de 3x2,5mm2 0,6/1kV para conexión luminaria con caja de fusibles. Conexionada caja de fusibles con red y con luminaria. Incluye pequeño material. Completamente instalada y en funcionamiento, incluye si es preciso adaptación mecánica a sistema de fijación luminaria vial con agarre post/top. Luminaria estanca cuerpo fundición de aluminio con agarre post/top y rotaciones de rótula +/- 90º. Color Gris RAL 9006. Dimensiones: 660 x 325 x 126 mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 120W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 16000 lm. Cierre de la ventana de visión de cristal templado plano de alta resistencia. Matriz de lentes de PMMA con fotometría A12419 asimétrica según referencia del fabricante, con resistencia a la radicación UV TCC = 3000K ± 300K. Driver Meanwell XLG-50-AB de potencia constante IP67. Certificado ENEC. Sistema de protección contra sobretensiones 10KV/10kA. Grado de protección IK: 09 IP 66. Clase II. Instalación en poste de tanto por fijación con abrazadera como cierre sobre perno de sujeción. Vida útil: 100.000 horas [L80B10]. FHS: ≤ 1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -20ºC a +45ºC. REGULACIÓN AUTÓNOMA DE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Con, al menos, 6 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de hasta, al menos, el 40%. Control de tiempos por tramos horarios o algoritmo medianoche (horario estimado según posición geográfica) Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC). Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015.	1,00	181,00	181,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
	%	Medios auxiliares	2,00	247,62	4,95
		Costes directos			**252,57**
	%	**Costes indirectos**	6,00	252,57	**15,15**
		Coste Total			**267,72**
1.1.2	**Ud**	**Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de soportes si procede, desconexión de acometidas, gestión de residuos conforme a normativa RAEE y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.**			
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,125	123,7	15,46
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,59
	%	Medios auxiliares	2,00	33,31	0,67
		Costes directos			**33,98**
	%	**Costes indirectos**	6,00	33,98	**2,03**
		Coste Total			**36,02**
1.1.3	**Ud**	**Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de cimentaciones si procede, desconexión de acometidas eléctricas, carga, transporte y gestión de residuos conforme a la normativa vigente, utilizando los medios auxiliares adecuados para su correcta ejecución.**			
	h	Grúa elevadora	0,15	200,00	30,00
	h	Oficial 1ª electricista	0,15	18,52	2,78
	h	Ayudante electricista	0,15	17,17	2,32
	h	Oficial 1ª estructurista	0,80	18,80	15,04
	h	Ayudante estructurista	0,80	17,96	14,37
	%	Medios auxiliares	2,00	64,51	1,29
		Costes directos			**65,80**
	%	**Costes indirectos**	6,00	65,80	**3,95**
		Coste Total			**69,75**
1.2		**Instalación de columnas y luminarias a lo largo del tablero del puente, incluyendo el tendido y conexionado de conductores, colocación de conductos, fijaciones y elementos auxiliares, así como la integración en la red de alumbrado existente, garantizando su correcto funcionamiento conforme a la normativa vigente.**			
1.2.1	**Ud**	**Montaje de columnas de alumbrado modelo AM-10 de 12 m de altura, marca BALCOLSA, fabricadas en acero galvanizado por inmersión en caliente según UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar, sección troncocónica de una sola pieza y puerta de registro estanca IP44 equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye fijación para luminarias tipo post-top o lateral, resistencia al viento hasta 145 km/h conforme a UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991, tornillería, accesorios y tratamiento superficial, quedando completamente instaladas y operativas.**			
	Ud	Columna de alumbrado modelo AM de 12 m, de la marca BALCOLSA, fabricada en acero galvanizado por inmersión en caliente, conforme a norma UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar y puerta de registro para conexiones eléctricas. Columna de sección troncocónica de una sola pieza, sin soldaduras longitudinales visibles, con acabado exterior preparado para pintura poliéster en polvo si se requiere Diseñada para soportar luminarias con fijación tipo post-top o lateral mediante brazo, según configuración requerida. Resistencia mecánica adecuada para cargas de viento de hasta 145 km/h, con cálculo estructural según UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991. Compatible con equipos de iluminación LED. Dispone de orificio y puerta inferior de registro con tapa estanca IP44,	1,00	462,00	462,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye p/p de tornillos de fijación, tratamiento superficial y accesorios necesarios para su instalación, completamente montada y en funcionamiento.			
	h	Grúa elevadora	0,15	200,00	30,00
	h	Oficial 1ª electricista	0,15	18,52	2,78
	h	Ayudante electricista	0,15	17,17	2,32
	h	Oficial 1ª estructurista	0,80	18,8	15,04
	h	Ayudante estructurista	0,80	17,96	14,37
	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	1,00	2,56	2,56
	Ud	Caja de conexión y protección	1,00	25,00	25,00
	%	Medios auxiliares	2,00	554,07	11,08
		Costes directos			**565,15**
	%	**Costes indirectos**	6,00	565,15	**33,91**
		Coste Total			**599,06**
1.2.2	**Ud**	**Instalación de luminarias LED modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en columnas AM-10 de 12 m de altura, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, 12 m de conductor RV-K 3x2,5 mm² 0,6/1 kV para conexión luminaria–caja de fusibles y conexionado de esta con la red, así como pequeño material y adaptación mecánica si procede. Luminaria estanca de fundición de aluminio color gris RAL 9006, dimensiones 660 x 325 x 126 mm, bloque óptico LED de 180 W y 22.900 lm, cierre de cristal templado plano, lentes PMMA fotometría asimétrica A12419, TCC 3000K ±300K, driver Meanwell XLG-50-AB IP67, protección contra sobretensiones 10 kV/10 kA, grado de protección IK09, IP66, Clase II, vida útil 100.000 h [L80B10], FHS ≤ 1 %, temperatura de funcionamiento -20 ºC a +45 ºC, con regulación autónoma horaria de al menos 6 tramos y reducción mínima del 40 %, control por algoritmo de medianoche o tramos horarios y capacidad de modificación de programación mediante sistema SIPIC. Montaje completo, comprobado, en funcionamiento y conforme a normativa vigente.**			
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,125	123,7	15,46
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,58
	Ud	Luminaria vial modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en poste de alumbrado de 12 m de altura Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5 A y 12 m de conductor de 3x2,5mm2 0,6/1kV para conexión luminaria con caja de fusibles. Conexionado caja de fusibles con red y con luminaria. Incluye pequeño material. Completamente instalada y en funcionamiento, incluye si es preciso adaptación mecánica a sistema de fijación luminaria vial con agarre post/top. Luminaria estanca cuerpo fundición de aluminio con agarre post/top y rotaciones de rótula +/- 90º. Color Gris RAL 9006. Dimensiones: 660 x 325 x 126 mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 180W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 22900 lm. Cierre de la ventana de visión de cristal templado plano de alta resistencia. Matriz de lentes de PMMA con fotometría A12419 asimétrica según	1,00	200,00	200,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		referencia del fabricante, con resistencia a la radicación UV TCC = 3000K ± 300K. Driver Meanwell XLG-50-AB de potencia constante IP67. Certificado ENEC. Sistema de protección contra sobretensiones 10KV/10kA. Grado de protección IK: 09 IP 66. Clase II. Instalación en poste de tanto por fijación con abrazadera como cierre sobre perno de sujeción. Vida útil: 100.000 horas [L80B10]. FHS: ≤ 1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -20ºC a +45ºC. REGULACIÓN AUTÓNOMA DE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Con, al menos, 6 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de hasta, al menos, el 40%. Control de tiempos por tramos horarios o algoritmo medianoche (horario estimado según posición geográfica) Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC). Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015.			
	%	Medios auxiliares	2,00	233,32	4,67
		Costes directos			**237,99**
	%	**Costes indirectos**	6,00	237,99	**14,28**
		Coste Total			**252,27**
1.2.3	**m**	**Instalación de cableado eléctrico unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), para la conexión de las distintas luminarias con el cuadro de mando y protección, tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa instalación y puesta en servicio.**			
	m	Cable unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV de sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluso p/p de pequeño material y conexiones, totalmente instalada.	1,00	2,92	2,92
	h	Oficiales especialistas	0,14	30,00	4,20
	%	Medios auxiliares	2,00	7,12	0,14
		Costes directos			**7,26**
	%	**Costes indirectos**	6,00	7,26	**0,44**
		Coste Total			**7,70**
1.2.4	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**			
	m	Tubo rígido de PVC, diámetro nominal 25 mm	1,00	0,81	0,81
	h	Oficiales especialistas	0,29	30,23	8,77
	%	Medios auxiliares	2,00	9,58	0,19
		Costes directos			**9,77**
	%	**Costes indirectos**	6,00	9,77	**0,59**
		Coste Total			**10,36**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2		**Instalación de la iluminación ornamental**			
2.1	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**			
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,58
	Ud	Luminaria ornamental modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 instalada en bases de tirantes. Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5A y conductores de 3x2,5mm² 0,6/1kV de la longitud necesaria para la conexión entre la luminaria y la caja de fusibles. Incluye conexionado de la caja de fusibles con la red y con la luminaria, así como pequeño material auxiliar. Completamente instalada y en funcionamiento, incluyendo, si es necesario, la adaptación mecánica al sistema de fijación de la luminaria en el tirante. Luminaria estanca con cuerpo de fundición en aleación de aluminio de alta capacidad de disipación térmica, con fijación adaptable sobre soporte/base y posibilidad de regulación de inclinación por pasos de 2,5º. Color gris RAL 9006 (opcional carta RAL). Dimensiones: 550 x 320 x 220mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 100W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 13,200lm en TCC 4.000K neutro. LEDs OSRAM OSCONIQ P3737®. Matriz de lentes de PMMA con distribución fotométrica P12 (proyección concentrada). Cierre de ventana óptica de cristal templado plano de alta resistencia (opcional policarbonato). Driver Meanwell homologado ENEC, tipo MBTS, factor de potencia >0,96, protección contra sobretensiones 20kV/10kA e IP67. Índice de protección IK: 09, IP66; clase II. Vida útil: >100.000 horas (L90B10 a 25ºC). FHS: ≤0,1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -40ºC a +45ºC. REGULACIÓN AUTÓNOMA DE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Programable hasta en 10 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de nivel de potencia de al menos el 40%. Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC).	1,00	140,00	140,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y cumplimiento RoHS.			
		Nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA para luminarias con control autónomo y regulación de dispositivos DALI/ DALI2 mediante red mallada Bluetooth, sin necesidad de concentradores ni software adicional. Configurable y controlable desde smartphone o tablet vía la app gratuita Casambi. Cada nodo almacena su configuración y la red permite funcionamiento autónomo, control remoto por la nube Casambi y agrupación de luminarias o programación horaria avanzada. Carcasa IP66 de policarbonato anti-UV, resistente e idónea para exterior, con fijación rápida ZHAGA book 18. Consumo <0,6W, alimentación 24Vcc SELV y rango de regulación 0-100%. Soporta actualización de firmware OTA, perfiles múltiples DALI (broadcast, grupos, tuneable white, RGB, sensores...) e integración de sensores DALI2. Comunicación segura y robusta mediante encriptación AES, gestión de usuarios y acceso a datos IoT por API. Certificaciones CE, RoHS y ENEC, apto para instalaciones inteligentes de exterior y alumbrado público.	1,00	110,60	110,60
	%	Medios auxiliares	2,00	268,44	5,37
		Costes directos			**273,81**
	%	**Costes indirectos**	6,00	273,81	**16,43**
		Coste Total			**290,24**
2.2	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**			
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,58
	Ud	Luminaria ornamental modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 instalada en bases de tirantes. Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5A y conductores de 3x2,5mm² 0,6/1kV de la longitud necesaria para la conexión entre la luminaria y la caja de fusibles. Incluye conexionado de la caja de fusibles con la red y con la luminaria, así como pequeño material auxiliar. Completamente instalada y en funcionamiento, incluyendo, si es necesario, la adaptación mecánica al sistema de fijación de la luminaria en el tirante. Luminaria estanca con cuerpo de fundición en aleación de aluminio de alta capacidad de disipación térmica, con fijación adaptable sobre soporte/base	1,00	100,00	100,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		gris RAL 9006 (opcional carta RAL). Dimensiones: 415 x 255 x 52 mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 50W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 7,100 lm en TCC 4.000K neutro. LEDs OSRAM OSCONIQ P3737®. Matriz de lentes de PMMA con distribución fotométrica P12 (proyección concentrada). Cierre de ventana óptica de cristal templado plano de alta resistencia (opcional policarbonato). Driver Meanwell homologado ENEC, tipo MBTS, factor de potencia >0,96, protección contra sobretensiones 20kV/10kA e IP67. Índice de protección IK: 09, IP66; clase II. Vida útil: >100,000 horas (L90B10 a 25ºC). FHS: ≤0,1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -40ºC a +45ºC. tiempos diferenciadosDE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Programable hasta en 10 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de nivel de potencia de al menos el 40%. Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC). Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y cumplimiento RoHS.			
		Nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA para luminarias con control autónomo y regulación de dispositivos DALI/ DALI2 mediante red mallada Bluetooth, sin necesidad de concentradores ni software adicional. Configurable y controlable desde smartphone o tablet vía la app gratuita Casambi. Cada nodo almacena su configuración y la red permite funcionamiento autónomo, control remoto por la nube Casambi y agrupación de luminarias o programación horaria avanzada.Carcasa IP66 de policarbonato anti-UV, resistente e idónea para exterior, con fijación rápida ZHAGA book 18. Consumo <0,6W, alimentación 24Vcc SELV y rango de regulación 0-100%. Soporta actualización de firmware OTA, perfiles múltiples DALI (broadcast, grupos, tuneable white, RGB, sensores...) e integración de sensores DALI2. Comunicación segura y robusta mediante encriptación AES, gestión de usuarios y acceso a datos IoT por API. Certificaciones CE, RoHS y ENEC, apto para instalaciones inteligentes de exterior y alumbrado público.	1,00	110,60	110,60
	%	Medios auxiliares	2,00	228,44	4,57
		Costes directos			**233,01**
	%	**Costes indirectos**	6,00	233,01	**13,98**
		Coste Total			**246,99**
2.3	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en la parte inferior de las pilas 14 y 15, así como en las caras interiores de la parte superior del tablero, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica,**			

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.			
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,58
	Ud	Luminaria ornamental modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 instalada en bases de tirantes. Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5A y conductores de 3x2,5mm² 0,6/1kV de la longitud necesaria para la conexión entre la luminaria y la caja de fusibles. Incluye conexionado de la caja de fusibles con la red y con la luminaria, así como pequeño material auxiliar. Completamente instalada y en funcionamiento, incluyendo, si es necesario, la adaptación mecánica al sistema de fijación de la luminaria en el tirante. Luminaria estanca con cuerpo de fundición en aleación de aluminio de alta capacidad de disipación térmica, con fijación adaptable sobre soporte/base y posibilidad de regulación de inclinación por pasos de 2,5º. Color gris RAL 9006 (opcional carta RAL). Dimensiones: 415 x 255 x 52 mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 50W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 7,100 lm en TCC 4.000K neutro. LEDs OSRAM OSCONIQ P3737®. Matriz de lentes de PMMA con distribución fotométrica P12 (proyección concentrada). Cierre de ventana óptica de cristal templado plano de alta resistencia (opcional policarbonato). Driver Meanwell homologado ENEC, tipo MBTS, factor de potencia >0,96, protección contra sobretensiones 20kV/10kA e IP67. Índice de protección IK: 09, IP66; clase II. Vida útil: >100,000 horas (L90B10 a 25ºC). FHS: ≤0,1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -40ºC a +45ºC. tiempos diferenciadosDE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Programable hasta en 10 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de nivel de potencia de al menos el 40%. Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC). Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y cumplimiento RoHS.	1,00	100,00	100,00
		Nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA para luminarias con control autónomo y regulación de dispositivos DALI/ DALI2 mediante red mallada Bluetooth, sin necesidad de concentradores ni software adicional. Configurable y controlable desde smartphone o tablet vía la app gratuita Casambi. Cada nodo almacena su configuración y la red permite funcionamiento autónomo, control remoto por la nube	1,00	110,60	110,60

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		Casambi y agrupación de luminarias o programación horaria avanzada. Carcasa IP66 de policarbonato anti-UV, resistente e idónea para exterior, con fijación rápida ZHAGA book 18. Consumo <0,6W, alimentación 24Vcc SELV y rango de regulación 0-100%. Soporta actualización de firmware OTA, perfiles múltiples DALI (broadcast, grupos, tuneable white, RGB, sensores...) e integración de sensores DALI2. Comunicación segura y robusta mediante encriptación AES, gestión de usuarios y acceso a datos IoT por API. Certificaciones CE, RoHS y ENEC, apto para instalaciones inteligentes de exterior y alumbrado público.			
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,125	123,7	15,46
	%	Medios auxiliares	2,00	243,90	4,88
		Costes directos			**248,78**
	%	**Costes indirectos**	6,00	248,78	**14,93**
		Coste Total			**263,71**
2.4	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**			
	h	Oficial 1ª electricista	0,50	18,52	9,26
	h	Ayudante electricista	0,50	17,17	8,58
	Ud	Luminaria ornamental modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 instalada en bases de tirantes. Incluye: caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar, fusibles de 5A y conductores de 3x2,5mm² 0,6/1kV de la longitud necesaria para la conexión entre la luminaria y la caja de fusibles. Incluye conexionado de la caja de fusibles con la red y con la luminaria, así como pequeño material auxiliar. Completamente instalada y en funcionamiento, incluyendo, si es necesario, la adaptación mecánica al sistema de fijación de la luminaria en el tirante. Luminaria estanca con cuerpo de fundición en aleación de aluminio de alta capacidad de disipación térmica, con fijación adaptable sobre soporte/base y posibilidad de regulación de inclinación por pasos de 2,5º. Color gris RAL 9006 (opcional carta RAL). Dimensiones: 550 x 320 x 220mm. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: Bloque óptico LED de 100W de consumo eléctrico y flujo lumínico de 13,200lm en TCC 4.000K neutro. LEDs OSRAM OSCONIQ P3737®. Matriz de lentes de PMMA con distribución fotométrica P12 (proyección concentrada). Cierre de ventana óptica de cristal templado plano de alta resistencia (opcional	1,00	140,00	140,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		policarbonato). Driver Meanwell homologado ENEC, tipo MBTS, factor de potencia >0,96, protección contra sobretensiones 20kV/10kA e IP67. Índice de protección IK: 09, IP66; clase II. Vida útil: >100.000 horas (L90B10 a 25ºC). FHS: ≤0,1% en posición horizontal. Tª funcionamiento: -40ºC a +45ºC. REGULACIÓN AUTÓNOMA DE LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN POR CONTROL HORARIO: Programable hasta en 10 tramos de tiempo diferenciados y una reducción de nivel de potencia de al menos el 40%. Capacidad de modificación de programación entre 5 programas diferentes mediante ciclos de encendido de tiempo controlado (SIPIC). Fabricado bajo certificación ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y cumplimiento RoHS.			
		Nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA para luminarias con control autónomo y regulación de dispositivos DALI/ DALI2 mediante red mallada Bluetooth, sin necesidad de concentradores ni software adicional. Configurable y controlable desde smartphone o tablet vía la app gratuita Casambi. Cada nodo almacena su configuración y la red permite funcionamiento autónomo, control remoto por la nube Casambi y agrupación de luminarias o programación horaria avanzada.Carcasa IP66 de policarbonato anti-UV, resistente e idónea para exterior, con fijación rápida ZHAGA book 18. Consumo <0,6W, alimentación 24Vcc SELV y rango de regulación 0-100%. Soporta actualización de firmware OTA, perfiles múltiples DALI (broadcast, grupos, tuneable white, RGB, sensores...) e integración de sensores DALI2. Comunicación segura y robusta mediante encriptación AES, gestión de usuarios y acceso a datos IoT por API. Certificaciones CE, RoHS y ENEC, apto para instalaciones inteligentes de exterior y alumbrado público.	1,00	110,60	110,60
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,125	123,70	15,46
	%	Medios auxiliares	2,00	283,90	5,68
		Costes directos			**289,58**
	%	**Costes indirectos**	6,00	289,58	**17,38**
		Coste Total			**306,95**
2.5	**m**	**Instalación de cableado eléctrico subterráneo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**			
	m	Cable unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV de sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluso p/p de pequeño material y conexiones, totalmente instalada.	1,00	2,92	2,92
	h	Oficiales especialistas	0,14	30,00	4,20
	%	Medios auxiliares	2,00	7,12	0,14
		Costes directos			**7,26**
	%	**Costes indirectos**	6,00	7,26	**0,44**
		Coste Total			**7,70**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2.6	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**			
	m	Tubo rígido de PVC, diámetro nominal 25 mm	1,00	0,81	0,81
	h	Oficiales especialistas	0,29	30,23	8,77
	%	Medios auxiliares	2,00	9,58	0,19
		Costes directos			**9,77**
	%	**Costes indirectos**	6,00	9,77	**0,59**
		Coste Total			**10,36**
2.7	**m**	**Instalación de cableado eléctrico aéreo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**			
	m	Cable unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV de sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluso p/p de pequeño material y conexiones, totalmente instalada.	1,00	2,92	2,92
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,15	160,00	24,00
	h	Oficiales especialistas	0,14	30,00	4,20
	%	Medios auxiliares	2,00	31,12	0,62
		Costes directos			**31,74**
	%	**Costes indirectos**	6,00	30,97	**1,86**
		Coste Total			**33,65**
2.8	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 20 mm y 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**			
	m	Tubo rígido de PVC, diámetro nominal 20 mm y 25 mm	1,00	0,81	0,81
	h	Oficiales especialistas	0,27	30,23	8,16
	h	Alquiler diario de cesta elevadora	0,15	160,00	24,00
	%	Medios auxiliares	2,00	32,97	0,66
		Costes directos			**33,63**
	%	**Costes indirectos**	6,00	33,63	**2,01**
		Coste Total			**35,64**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3		**Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra**			
3.1	**Ud**	**Instalación de cuadro de mando y protección compuesto por centralita mural estanca de superficie reforzada BTicino modelo F107N72D, capacidad 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), fabricada en material termoplástico libre de halógenos, protección IP65 e IK09, equipada con puerta transparente con cerradura, placa de montaje metálica, prensaestopas estancos, carriles DIN y accesorios de fijación. Incluye montaje y conexionado de dispositivos de protección: interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N 4P 20A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2; dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2 Schneider Electric Acti9 iPRD40 3P+N, tensión máxima 350 V~ y capacidad de descarga nominal 40 kA (8/20 µs); interruptor diferencial puro Schneider Electric Acti9 iID 4P 25A 30 mA tipo A-SI con inmunidad aumentada; e interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N referencia A9F79410, 4P 10A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2. Cuadro totalmente instalado, conexionado y en funcionamiento.**			
	Ud	Centralita mural estanca de 72 módulos, marca BTicino, modelo F107N72D de superficie reforzada, fabricada en material termoplástico de alta resistencia mecánica y térmica, libre de halógenos, con protección IP65 contra polvo y proyecciones de agua, y grado de resistencia al impacto IK09 según norma UNE-EN 62208. Capacidad para 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), equipada con puerta transparente y cerradura con llave, adecuada para la instalación de protecciones eléctricas y elementos de control y mando en cuadros de alumbrado público u otras instalaciones exteriores. Temperatura de trabajo entre -25 °C y +60 °C. Incluye placa de montaje metálica galvanizada, prensaestopas estancos para entradas de cable, carriles DIN para la fijación de los dispositivos, sistema de ventilación con válvula de compensación de presión y accesorios de fijación mural.	1,00	160,00	160,00
	Ud	Interruptor automático magnetotérmico de la gama Acti9 iC60N, de 4 polos, con una corriente nominal de 20 A, curva de disparo tipo C, con poder de corte de 6.000 A según norma UNE-EN 60898-1 y 10.000 A según norma IEC/EN 60947-2. Diseñado para protección contra sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones eléctricas de baja tensión, con capacidad de conexión en sistemas trifásicos con neutro. Apto para montaje sobre carril DIN, con indicación visual de estado y bornes de conexión de alta seguridad. Fabricado por Schneider Electric.	1,00	51,65	51,65
	Ud	Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias tipo 2 de la gama Acti9 iPRD40, con configuración de 3 polos + neutro (3P+N), tensión máxima permanente de 350 V~ y capacidad de descarga nominal de hasta 40 kA (8/20 µs). Diseñado para la protección de instalaciones eléctricas y equipos sensibles frente a sobretensiones inducidas por maniobras o descargas indirectas. Incorpora cartuchos extraíbles con indicador visual de estado y contactos auxiliares opcionales para señalización remota. Cumple	1,00	100,00	100,00

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		con las normas IEC/EN 61643-11. Instalación sobre carril DIN. Fabricado por Schneider Electric.			
	Ud	Interruptor diferencial puro de la gama Acti9 iID, de 4 polos (4P), con corriente nominal de 25 A y sensibilidad de disparo de 30 mA. Tipo A-SI, con inmunidad aumentada frente a disparos intempestivos provocados por perturbaciones transitorias o corrientes de fuga con componentes continuas. Diseñado para la protección de personas frente a contactos indirectos y fugas a tierra en instalaciones con alta sensibilidad. Apto para montaje sobre carril DIN y con bornes de conexión de alta seguridad. Cumple con las normas IEC/EN 61008-1. Fabricado por Schneider Electric.	6,00	125,11	750,66
	Ud	Interruptor automático magnetotérmico de la gama Acti9 iC60N, referencia A9F79410, de 4 polos (4P), con corriente nominal de 10 A y curva de disparo tipo C. Dispone de un poder de corte de 6.000 A según norma UNE-EN 60898-1 y 10.000 A según IEC/EN 60947-2. Ofrece protección contra sobrecargas y cortocircuitos en sistemas eléctricos de baja tensión. Apto para montaje sobre carril DIN, con indicador visual de estado y bornes de conexión seguros. Especialmente indicado para instalaciones trifásicas con neutro. Fabricado por Schneider Electric.	6,00	46,78	280,70
	h	Oficial 1ª electricista	8,00	18,52	148,16
	h	Ayudante electricista	8,00	17,17	137,36
	%	Medios auxiliares	2,00	1628,53	32,57
		Costes directos			**1661,10**
	%	**Costes indirectos**	6,00	1661,10	**99,67**
		Coste Total			**1760,77**
3.2	**Ud**	**Instalación de línea de protección y puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo de sección adecuada según proyecto, tendido desde el cuadro de mando y protección hasta el sistema de puesta a tierra, incluyendo su conexión a las picas o electrodos de tierra y la interconexión con las masas metálicas de la instalación.**			
3.2.1	**m**	**Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo mediante cable unipolar de cobre tipo RV-K 0,6/1 kV 1x6 mm² según UNE 21123-2, incluyendo tendido, conexionado a las masas metálicas y al sistema de puesta a tierra, así como p/p de pequeño material y accesorios necesarios para su fijación y protección. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.**			
	m	Cable unipolar de cobre según UNE 21123-2 (RV-K 0,6/1 kV 1x6 mm²), pie de obra.	1,00	1,73	1,73
	h	Oficiales especialistas	0,04	30,23	1,30
	%	Medios auxiliares	2,00	3,03	0,06
		Costes directos			**3,09**
	%	**Costes indirectos**	6,00	3,09	**0,19**
		Coste Total			**3,28**
3.2.2	**Ud**	**Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, fabricado en acero de alta resistencia mecánica con recubrimiento de cobre para optimizar la conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión, hincado en el terreno y conectado al sistema de puesta a tierra mediante conductor y grapa homologada, incluyendo p/p de pequeño material y trabajos necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.**			
	Ud	Electrodo de acero cobreado, de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro. Fabricado con acero de alta resistencia mecánica, recubierto con una capa de cobre para mejorar la conductividad eléctrica y la resistencia a la	2,00	26,73	53,46

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		corrosión. Diseñado para su uso en sistemas de puesta a tierra, garantizando una baja resistencia de contacto con el suelo y una eficiente disipación de corrientes de falla. Compatible con instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales.			
	h	Oficial 1ª electricista	1,00	18,52	18,52
	h	Ayudante electricista	1,00	17,17	17,17
	%	Medios auxiliares	2,00	89,15	1,78
		Costes directos			**90,93**
	%	**Costes indirectos**	6,00	90,93	**5,46**
		Coste Total			**96,39**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
4		**Gestión de RCD**			
4.1	**Ud**	**Gestión y suministro de contenedores diferenciales para cada fracción de residuo: metales, RAEE, plásticos, embalajes y residuos peligrosos. Incluye señalización y mantenimiento durante el proceso.**	**1,00**	**75,00**	**75,00**
		Costes directos			**75,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	75,00	**4,50**
		Coste Total			**79,50**
4.2	**Viaje/cont**	**Recogida, almacenamiento temporal, manipulación y transporte interno de residuos generados en obra hacia puntos de acopio y de traslado. Considera logística, personal y medios auxiliares para gestión in situ.**	**1,00**	**80,00**	**80,00**
		Costes directos			**80,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	80,00	**4,80**
		Coste Total			**84,80**
4.3	**Viaje**	**Transporte especializado y segregado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) — luminarias, drivers, componentes dispuestos para tratamiento final en gestor autorizado**	**1,00**	**150,00**	**150,00**
		Costes directos			**150,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	150,00	**9,00**
		Coste Total			**159,00**
4.4	**t**	**Tratamiento y valorización en planta de residuos no peligrosos: chatarra metálica, plásticos, restos de cableado y canalizaciones PVC. Incluye pesaje, separación, reciclaje o valorización material.**	**1,00**	**60,00**	**60,00**
		Costes directos			**60,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	60,00	**3,60**
		Coste Total			**63,60**
4.5	**kg**	**Gestión y eliminación de residuos peligrosos generados (aceites, envases contaminados, trapos,**	**1,00**	**1,50**	**1,50**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
		filtros) conforme a normativa ambiental de tratamiento específico			
		Costes directos			**1,50**
	%	**Costes indirectos**	6,00	1.50	**0,09**
		Coste Total			**1,59**
4.6	**t**	**Segregación en instalaciones externas para fracciones no separables in situ debido a limitaciones logísticas o espaciales en obra**	**1,00**	**80,00**	**80,00**
		Costes directos			**80,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	80,00	**4,80**
		Coste Total			**84,80**
4.7	**%**	**Gestión documental, coordinación ambiental y supervisión de la correcta recogida, separación, transporte y destino final de los residuos, con emisión de certificados de trazabilidad y control**	**1,00**	**150,00**	**150,00**
		Costes directos			**150,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	150,00	**9,00**
		Coste Total			**159,00**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
5		**EBSS**			
5.1	**%**	**Implantación de protecciones colectivas en zonas elevadas del puente: barandillas, redes, señalización y delimitaciones temporales**	**1,00**	**1350,00**	**1350,00**
		Costes directos			**1350,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	1350,00	**81,00**
		Coste Total			**1431,00**
5.2	**%**	**Dotación y mantenimiento de EPIs: casco dieléctrico, arnés, calzado de seguridad, protección ocular y auditiva, ropa alta visibilidad**	**1,00**	**1050,00**	**1050,00**
		Costes directos			**1050,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	1050,00	**63,00**
		Coste Total			**1113,00**
5.3	**%**	**Instalación de señalización de seguridad y emergencia conforme RD 485/1997: advertencia, obligación, evacuación y salvamento**	**1,00**	**420,00**	**420,00**
		Costes directos			**420,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	420,00	**25,20**
		Coste Total			**445,20**
5.4	**Ud**	**Montaje de cuadros eléctricos provisionales con protecciones diferenciales, puesta a tierra y corte de emergencia en zonas de obra**	**1,00**	**590,00**	**590,00**
		Costes directos			**590,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	590,00	**35,40**
		Coste Total			**625,40**
5.5	**%**	**Revisión, control y mantenimiento de maquinaria y herramientas portátiles eléctricas conforme RD 1215/1997**	**1,00**	**480,00**	**480,00**
		Costes directos			**480,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	480,00	**28,80**
		Coste Total			**508,80**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
5.6	**h**	**Formación básica en prevención de riesgos laborales para trabajos eléctricos, en altura y con maquinaria**	**1,00**	**30,00**	**30,00**
		Costes directos			**30,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	30,00	**1,80**
		Coste Total			**31,80**
5.7	**%**	**Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud: coordinación, control de acceso, libro de incidencias y medidas correctoras**	**1,00**	**1200,00**	**1200,00**
		Costes directos			**1200,00**
	%	**Costes indirectos**	6,00	1200,00	**72,00**
		Coste Total			**1272,00**

2. Presupuestos

2.1 Presupuesto de Ejecución Material

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
1		**Instalación de la iluminación vial**				
1.1		**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED de alto rendimiento, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos RAEE. Eliminación de luminarias no necesarias según estudio luminotécnico, garantizando niveles de iluminación conforme a normativa vigente.**				
1.1.1	**Ud**	**Sustitución de luminarias de vapor de mercurio por equipos LED modelo SOLITEC Vulcan-120-C-A12419 en postes de 9 m, en tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo desmontaje, retirada y gestión de residuos, instalación de caja de fusibles con fusibles de 5 A, 12 m de conductor 3x2,5 mm², conexionado completo a red y luminaria, adaptación mecánica si procede y puesta en servicio. Luminaria LED de 120 W y 16.000 lm, óptica asimétrica A12419, TCC 3000 K, IP66, IK09, vida útil 100.000 h, con regulación autónoma horaria, protecciones contra sobretensiones y certificaciones ISO.**	**32,00**	**267,72**	**8567,04**	**OCHO MIL QUINIENTOS SESENTA Y SIETE CON CUATRO**
1.1.2	**Ud**	**Desmontaje de luminarias de vapor de mercurio no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de soportes si procede, desconexión de acometidas, gestión de residuos conforme a normativa RAEE y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.**	**30,00**	**36,02**	**1080,6**	**MIL OCHENTA CON SESENTA**
1.1.3	**Ud**	**Desmontaje de columnas de alumbrado de 9 m no necesarias en los tramos anteriores y posteriores a las pilas 12 y 17, incluyendo retirada de cimentaciones si procede, desconexión de acometidas eléctricas, carga, transporte y gestión de residuos conforme a la normativa vigente, utilizando los medios auxiliares adecuados para su correcta ejecución.**	**30,00**	**69,75**	**2092,5**	**DOS MIL NOVENTA Y DOS CON CINCUENTA**
1.2		**Instalación de columnas y luminarias a lo largo del tablero del puente, incluyendo el tendido y conexionado de conductores, colocación de conductos, fijaciones y elementos auxiliares, así como la integración en la red de alumbrado**				

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
		existente, garantizando su correcto funcionamiento conforme a la normativa vigente.				
1.2.1	**Ud**	**Montaje de columnas de alumbrado modelo AM-10 de 12 m de altura, marca BALCOLSA, fabricadas en acero galvanizado por inmersión en caliente según UNE-EN ISO 1461, con base para empotrar, sección troncocónica de una sola pieza y puerta de registro estanca IP44 equipada con pletina de conexión y tornillería de latón. Incluye fijación para luminarias tipo post-top o lateral, resistencia al viento hasta 145 km/h conforme a UNE-EN 40-5 y UNE-EN 1991, tornillería, accesorios y tratamiento superficial, quedando completamente instaladas y operativas.**	**40,00**	**599,06**	**23962,40**	**VEINTITRÉS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y DOS CON CUARENTA**
1.2.2	**Ud**	**Instalación de luminarias LED modelo SOLITEC Vulcan-180-C-A12419 en columnas AM-10 de 12 m de altura, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, 12 m de conductor RV-K 3x2,5 mm² 0,6/1 kV para conexión luminaria–caja de fusibles y conexionado de esta con la red, así como pequeño material y adaptación mecánica si procede. Luminaria estanca de fundición de aluminio color gris RAL 9006, dimensiones 660 x 325 x 126 mm, bloque óptico LED de 180 W y 22.900 lm, cierre de cristal templado plano, lentes PMMA fotometría asimétrica A12419, TCC 3000K ±300K, driver Meanwell XLG-50-AB IP67, protección contra sobretensiones 10 kV/10 kA, grado de protección IK09, IP66, Clase II, vida útil 100.000 h [L80B10], FHS ≤ 1 %, temperatura de funcionamiento -20 ºC a +45 ºC, con regulación autónoma horaria de al menos 6 tramos y reducción mínima del 40 %, control por algoritmo de medianoche o tramos horarios y capacidad de modificación de programación mediante sistema SIPIC. Montaje completo, comprobado, en funcionamiento y conforme a normativa vigente.**	**40,00**	**252,27**	**10090,80**	**DIEZ MIL NOVENTA CON OCHENTA**
1.2.3	**m**	**Instalación de cableado eléctrico unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), para la conexión de las distintas luminarias con el cuadro de mando y protección, tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos**	**1121,76**	**7,70**	**8637,55**	**OCHO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE CON CINCUENTA Y CINCO**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
		necesarios para su completa instalación y puesta en servicio.				
1.2.4	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**1121,76**	**10,36**	**11621,43**	**ONCE MIL SEISCIENTOS VEINTIUNO CON CUARENTA Y TRES**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
2		**Instalación de la iluminación ornamental**				
2.1	**Ud**	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	**80,00**	**290,24**	**23219,20**	**VEINTITRÉS MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE CON VEINTE**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
2.2	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en bases de tirantes, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2, programación avanzada y certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, RoHS, CE y ENEC.**	**8,00**	**246,99**	**1975,92**	**MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO CON NOVENTA Y DOS**
2.3	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-50-N-P12 en la parte inferior de las pilas 14 y 15, así como en las caras interiores de la parte superior del tablero, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria, conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 50 W y 7.100 lm, TCC 5.500 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2.**	**12,00**	**263,71**	**3164,52**	**TRES MIL CIENTO SESENTA Y CUATRO CON CINCUENTA Y DOS**
2.4	Ud	**Instalación de luminarias ornamentales modelo SOLITEC PNaviaG-100-N-P12 en las pilas 14 y 15, incluyendo caja de fusibles Claved 1469MC (IP44) o similar con fusibles de 5 A, conductores de 3x2,5 mm² 0,6/1 kV de la longitud necesaria,**	**16,00**	**306,95**	**4911,20**	**CUATRO MIL NOVECIENTOS ONCE CON VEINTE**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
		conexionado completo a red y luminaria, pequeño material auxiliar y, en su caso, adaptación mecánica al sistema de fijación en el tirante. Luminaria LED estanca de 100 W y 13.200 lm, TCC 4.000 K, óptica P12 concentrada, cuerpo de fundición de aluminio con alta disipación térmica, cierre de cristal templado, protección contra sobretensiones 20 kV/10 kA, grado IK09, IP66, clase II, vida útil >100.000 h (L90B10 a 25 ºC), regulación autónoma horaria programable en hasta 10 tramos con reducción mínima del 40%, y nodo de control CAS-24V-ZHAGA-4P-40-DA con comunicación Bluetooth, regulación DALI/DALI2				
2.5	**m**	**Instalación de cableado eléctrico subterráneo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección, totalmente instalado y en funcionamiento.**	**1116,90**	**7,70**	**8600,13**	**OCHO MIL SEISCIENTOS CON TRECE**
2.6	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o abocardado, de color negro o gris, de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.**	**1116,90**	**10,36**	**11571,08**	**ONCE MIL QUINIENTOS SETENTA Y UN CON OCHO**
2.7	**m**	**Instalación de cableado eléctrico aéreo mediante conductor unipolar de cobre RV-K 0,6/1 kV, sección 4x(1x4 mm²) y 4x(1x6 mm²), tendido en tubo previamente instalado, incluyendo pequeño material, conexiones y trabajos necesarios para su completa colocación, conexión con las luminarias ornamentales y el cuadro de mando y protección.**	**351,60**	**33,65**	**11831,34**	**ONCE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN CON TREINTA Y CUATRO**
2.8	**m**	**Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, enchufable o**	**351,60**	**35,64**	**12531,02**	**DOCE MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN CON DOS**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
		abocardado, de color negro o gris, de 20 mm y 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 54, grado de protección frente a daños mecánicos grado 7, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 60423, incluyendo p/p manguitos, enlaces a caja, caja de derivación, soportes, racores y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado.				**OCHENTA Y SEIS CON OCHENTA Y SIETE**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
3		**Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra**				
3.1	**Ud**	**Instalación de cuadro de mando y protección compuesto por centralita mural estanca de superficie reforzada BTicino modelo F107N72D, capacidad 72 módulos DIN (18 módulos x 4 filas), fabricada en material termoplástico libre de halógenos, protección IP65 e IK09, equipada con puerta transparente con cerradura, placa de montaje metálica, prensaestopas estancos, carriles DIN y accesorios de fijación. Incluye montaje y conexionado de dispositivos de protección: interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N 4P 20A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2; dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2 Schneider Electric Acti9 iPRD40 3P+N, tensión máxima 350 V~ y capacidad de descarga nominal 40 kA (8/20 µs); interruptor diferencial puro Schneider Electric Acti9 iID 4P 25A 30 mA tipo A-SI con inmunidad aumentada; e interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N referencia A9F79410, 4P 10A curva C, poder de corte 6 kA según UNE-EN 60898-1 y 10 kA según IEC/EN 60947-2. Cuadro totalmente instalado, conexionado y en funcionamiento.**	**2,00**	**1760,77**	**3521,54**	**TRES MIL QUINIENTOS VEINTIUNO CON CINCUENTA Y CUATRO**

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
3.2	Ud	Instalación de línea de protección y puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo de sección adecuada según proyecto, tendido desde el cuadro de mando y protección hasta el sistema de puesta a tierra, incluyendo su conexión a las picas o electrodos de tierra y la interconexión con las masas metálicas de la instalación.	2,00			
3.2.1	m	Instalación de conductores de protección bajo tubo subterráneo mediante cable unipolar de cobre tipo RV-K 0,6/1 kV 1x16 mm² según UNE 21123-2, incluyendo tendido, conexionado a las masas metálicas y al sistema de puesta a tierra, así como p/p de pequeño material y accesorios necesarios para su fijación y protección. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.	60,00	3,28	196,80	CIENTO NOVENTA Y SEIS CON OCHENTA
3.2.2	Ud	Instalación de electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, fabricado en acero de alta resistencia mecánica con recubrimiento de cobre para optimizar la conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión, hincado en el terreno y conectado al sistema de puesta a tierra mediante conductor y grapa homologada, incluyendo p/p de pequeño material y trabajos necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalado, comprobado y en funcionamiento.	2,00	96,39	192,78	CIENTO NOVENTA Y DOS CON SETENTA Y OCHO

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letras
4		**Gestión de RCD**				
4.1	Ud	Gestión y suministro de contenedores diferenciales para cada fracción de residuo: metales, RAEE, plásticos, embalajes y residuos peligrosos. Incluye señalización y mantenimiento durante el proceso.	6,00	79,50	477,00	CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE CON CERO

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
4.2	Viaje	Recogida, almacenamiento temporal, manipulación y transporte interno de residuos generados en obra hacia puntos de acopio y de traslado. Considera logística, personal y medios auxiliares para gestión in situ.	8,00	84,80	678,40	SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO CON CUARENTA
4.3	Viaje	Transporte especializado y segregado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) — luminarias, drivers, componentes dispuestos para tratamiento final en gestor autorizado	2,00	159,00	318,00	TRESCIENTOS DIECIOCHO CON CERO
4.4	t	Tratamiento y valorización en planta de residuos no peligrosos: chatarra metálica, plásticos, restos de cableado y canalizaciones PVC. Incluye pesaje, separación, reciclaje o valorización material.	2,70	63,60	171,72	CIENTO SETENTA Y UNO CON SETENTA Y DOS
4.5	kg	Gestión y eliminación de residuos peligrosos generados (aceites, envases contaminados, trapos, filtros) conforme a normativa ambiental de tratamiento específico	20,00	1,59	31,80	TREINTA Y UNO CON OCHENTA
4.6	t	Segregación en instalaciones externas para fracciones no separables in situ debido a limitaciones logísticas o espaciales en obra	0,30	84,80	25,44	VEINTICINCO CON CUARENTA Y CUATRO
4.7	%	Gestión documental, coordinación ambiental y supervisión de la correcta recogida, separación, transporte y destino final de los residuos, con emisión de certificados de trazabilidad y control	1,00	159,00	159,00	CIENTO CINCUENTA Y NUEVE CON CERO

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
5		**EBSS**				
5.1	%	Implantación de protecciones colectivas en zonas elevadas del puente: barandillas, redes, señalización y delimitaciones temporales	1,00	1431,00	1431,00	MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y UNO CON CERO
5.2	%	Dotación y mantenimiento de EPIs: casco dieléctrico, arnés, calzado de seguridad, protección ocular y auditiva, ropa alta visibilidad	1,00	1113,00	1113,00	MIL CIENTO TRECE CON CERO
5.3	%	Instalación de señalización de seguridad y emergencia conforme RD 485/1997: advertencia, obligación, evacuación y salvamento	1,00	445,20	445,20	CUATROCIEN-TOS CUARENTA Y CINCO CON VEINTE

Nº	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)	
					Cifra	Letra
5.4	**Ud**	**Montaje de cuadros eléctricos provisionales con protecciones diferenciales, puesta a tierra y corte de emergencia en zonas de obra**	**2,00**	**625,40**	**1250,80**	**MIL DOSCIENTOS CINCUENTA CON OCHENTA**
5.5	**%**	**Revisión, control y mantenimiento de maquinaria y herramientas portátiles eléctricas conforme RD 1215/1997**	**1,00**	**508,80**	**508,80**	**QUINIENTOS OCHO CON OCHENTA**
5.6	**h**	**Formación básica en prevención de riesgos laborales para trabajos eléctricos, en altura y con maquinaria**	**10,00**	**31,80**	**318,00**	**TRESCIENTOS DIECIOCHO CON CERO**
5.7	**%**	**Elaboración y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud: coordinación, control de acceso, libro de incidencias y medidas correctoras**	**1,00**	**1272,00**	**1272,00**	**MIL DOSCIENTOS SETENTA Y DOS CON CERO**

Se puede resumir el Presupuesto de Ejecución Material:

Nº	Descripción	Importe (€)	
		En cifra	En letra
1	Instalación de la iluminación vial	66052,32	SESENTA Y SEIS MIL CINCUENTA Y DOS CON TREINTA Y DOS
2	Instalación de la iluminación ornamental	77804,41	SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CUATRO CON CUARENTA Y UNO
3	Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra	4300,70	CUATRO MIL TRESCIENTOS CON SETENTA
4	Gestión de RCD	1861,36	MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UNO CON TREINTA Y SEIS
5	EBSS	6338,80	SEIS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO CON OCHENTA
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**156357,59**	**CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y NUEVE**

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material, a la citada cantidad de **156357,59 (CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y NUEVE) euros**.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

2.2 Presupuesto de Ejecución por Contrata

Nº	Descripción	Importe (€)	
		En cifra	En letra
1	Instalación de la iluminación vial	66052,32	SESENTA Y SEIS MIL CINCUENTA Y DOS CON TREINTA Y DOS
2	Instalación de la iluminación ornamental	77804,41	SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CUATRO CON CUARENTA Y UNO
3	Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra	4300,70	CUATRO MIL TRESCIENTOS CON SETENTA
4	Gestión de RCD	1861,36	MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UNO CON TREINTA Y SEIS
5	EBSS	6338,80	SEIS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO CON OCHENTA
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**156357,59**	**CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y NUEVE**
	GASTOS GENERALES (13%)	20326,49	VEINTE MIL TRESCIENTOS VEINTISÉIS CON CUARENTA Y NUEVE
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	17668,41	DIECISÉTE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO CON CUARENTA Y UNO
	TOTAL BASE IMPONIBLE IVA	194352,48	CIENTO NOVENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON CUARENTA Y OCHO
	IVA (21%)	40814,02	CUARENTA MIL OCHOCIENTOS CATORCE CON DOS
	TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	**235166,51**	**DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y SEIS CON CINCUENTA Y UNO**

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata, a la citada cantidad de **235166,51 (DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y SEIS CON CINCUENTA Y UNO) euros**.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

2.3 Presupuesto para la Administración

Descripción	Importe (€)	
	En cifra	En letra
REDACCIÓN DEL PROYECTO	5000,00	CINCO MIL CON CERO
DIRECCIÓN FACULTATIVA	10000,00	DIEZ MIL CON CERO
TOTAL HONORARIOS	15000,00	QUINCE MIL CON CERO
IVA	3150,00	TRES MIL CIENTO CINCUENTA CON CERO
PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	235166,51	DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y SEIS CON CINCUENTA Y UNO
PRESUPUESTO FINAL	253316,51	DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS CON CINCUENTA Y UNO

Asciende el Presupuesto para la Administración, a la citada cantidad de **253316,51 (DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS CON CINCUENTA Y UNO) euros**.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González

2.4 Resumen de Presupuestos

Nº	Descripción	Importe (€)	
		En cifra	En letra
1	Instalación de la iluminación vial	66052,32	SESENTA Y SEIS MIL CINCUENTA Y DOS CON TREINTA Y DOS
2	Instalación de la iluminación ornamental	77804,41	SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CUATRO CON CUARENTA Y UNO
3	Instalación del cuadro de mando y protección y su puesta a tierra	4300,70	CUATRO MIL TRESCIENTOS CON SETENTA
4	Gestión de RCD	1861,36	MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UNO CON TREINTA Y SEIS
5	EBSS	6338,80	SEIS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO CON OCHENTA
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**156357,59**	**CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y NUEVE**
	GASTOS GENERALES (13%)	20326,49	VEINTE MIL TRESCIENTOS VEINTISÉIS CON CUARENTA Y NUEVE
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	17668,41	DIECISÉTE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO CON CUARENTA Y UNO
	TOTAL BASE IMPONIBLE IVA	194352,48	CIENTO NOVENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON CUARENTA Y OCHO
	IVA (21%)	40814,02	CUARENTA MIL OCHOCIENTOS CATORCE CON DOS
	TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	**235166,51**	**DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y SEIS CON CINCUENTA Y UNO**
	REDACCIÓN DEL PROYECTO	5000,00	CINCO MIL CON CERO
	DIRECCIÓN FACULTATIVA	10000,00	DIEZ MIL CON CERO
	TOTAL HONORARIOS	15000,00	QUINCE MIL CON CERO
	IVA (21%)	3150,00	TRES MIL CIENTO CINCUENTA CON CERO
	PRESUPUESTO FINAL	**253316,51**	**DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS CON CINCUENTA Y UNO**

Asciende el Presupuesto Total, a la citada cantidad de **253316,51 (DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS CON CINCUENTA Y UNO) euros**.

En Sevilla, a 3 de septiembre de 2025.

Fdo.: D. Daniel Laarbi González