



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría aprovechar la ocasión para agradecer, en primer lugar, a mi tutor Saturnino Catalán Izquierdo, porque ha resuelto todas y cada una de las dudas que me han ido surgiendo en la realización de este TFG y he tenido su apoyo en todo momento.

Asimismo no puedo olvidar a Manolo Jiménez, técnico en el Ayuntamiento de Paterna, quien me ha proporcionado los planos en formato DWG del municipio de La Cañada y me ha facilitado toda la información requerida. Quería agradecer su amabilidad.

En tercer lugar me gustaría agradecer a Juanjo Pérez, miembro del Departamento de Ingeniería Electrónica (DIE), quien me ayudó a resolver un gran problema que tuve de pérdida de información. Gracias a su hospitalidad y profesionalidad pude recuperarla.

Por último, quiero agradecer el apoyo incondicional de mis familiares y de mi pareja, quienes me han estado dando ánimos continuamente y gracias a eso he cogido con muchas ganas este proyecto.

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Grado pretende diseñar una nueva instalación de alumbrado público exterior en La Cañada (municipio de Paterna) mediante la utilización de luminarias LED. Para ello se determinan qué calles van a ser estudiadas y se recoge información acerca de su estructura y de las exigencias marcadas por la normativa vigente para poder realizar así, un estudio luminotécnico completo mediante el programa de cálculo DIALux 4.13, verificándose el cumplimiento de todos los requerimientos establecidos en el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* y obteniendo un resultado óptimo desde el punto de vista luminotécnico, energético y ambiental. Pretende también, rediseñar el cableado eléctrico de la red de baja tensión de la instalación verificando el cumplimiento del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión* mediante el uso del programa Cypelec.

Palabras clave: alumbrado público, dialux, La Cañada.

RESUM

El present Treball de Fi de Grau pretén dissenyar una instal·lació nova d'enllumenat públic exterior en La Canyada (municipi de Paterna) per mitjà de l'utilització de lluminàries LED. Per això, es determinen quines carrers seran estudiades y s'arreglega informació en quant a la seua estructura i a les exigències marcades per la normativa vigent per a poder realitzar així, un estudi luminotècnic complet per mitjà del programa de càlcul DIALux, verificant-se el compliment de tots els requeriments establits en el *Reglament d'Eficiència Energètica en Instal·lacions d'Enllumenat Exterior* i obtenint un resultat òptim des del punt de vista luminotècnic, energètic i ambiental. Pretén també, redissenyar el cablejat elèctric de la xarxa de baixa tensió de la instal·lació verificant el compliment del *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió* mitjançant l'ús del programa Cypelec.

Paraules clau: enllumenat públic, dialux, La Canyada

ABSTRACT

The aim of this Final Degree Project is to design a new streetlighting installation in the village of La Cañada (Paterna) through LED streetlights. To do this, it is necessary to determine which streets are going to be studied and collect information about its structure and the requirements set by legislation in order to perform an entire research through DIALux 4.13 calculation program, verifying the fulfillment of every requirements established on el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*. It is also intended to design the electric wiring thorough Cypelec verifying the fulfillment of *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*.

Key Word: streetlighting, dialux, La Cañada.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| MEMORIA..... | 11 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1.1 Objetivo | 12 |
| 1.2 Alcance | 12 |
| 1.3 Introducción al problema | 12 |
| 1.4 Relación del TFG con el grado | 12 |
| 1.5 Legislación. Normativa. Reglamentación. Ordenanzas | 13 |
| 1.6 Metodología de diseño y cálculo..... | 13 |
| 1.7 Elección de la zona de estudio. | 14 |
| 2. DISEÑO LUMINOTÉCNICO..... | 16 |
| 2.1 Clase de alumbrado | 16 |
| 2.2 Selección de la distribución | 17 |
| 2.3 Altura y separación de las luminarias..... | 18 |
| 2.4 Cálculos previos | 19 |
| 2.5 Elección de las luminarias..... | 21 |
| 2.6 Cálculo luminotécnico | 36 |
| 2.7 Factor de utilización y factor de mantenimiento | 36 |
| 3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 39 |
| 3.1 Potencia total instalada..... | 39 |
| 3.2 Cuadros de mando..... | 40 |
| 3.3 Puesta a tierra | 41 |
| 4. RESULTADOS | 43 |
| 4.1 Resultados instalación luminotécnica | 43 |
| 4.2 Resultados instalación eléctrica | 52 |
| 4.3 Análisis de Eficiencia Energética..... | 55 |
| 4.4 Análisis de contaminación lumínica | 57 |
| 4.5 Obra civil..... | 57 |
| 5. PRESUPUESTO Y CONCLUSIÓN..... | 59 |
| 5.1 Análisis económico: presupuesto de ejecución y de explotación. | 59 |
| 5.2 Discusión y conclusiones | 61 |

| | |
|--|----|
| MEDICIONES Y PRESUPUESTO..... | 63 |
| 1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS | 64 |
| 2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS..... | 70 |
| 3. MEDICIONES DETALLADAS | 71 |
| 4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 75 |
| | |
| PLANOS..... | 77 |
| PLANO 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO..... | 78 |
| PLANO 2: ZONIFICACIÓN | 79 |
| PLANO 3: UNIFILAR CUADRO DE MANDO 1..... | 80 |
| PLANO 4: DISTRIBUCIÓN DE LINEAS CUADRO DE MANDO 1 | 81 |
| PLANO 5: UNIFILAR CUADRO DE MANDO 2 | 82 |
| PLANO 6: UNIFILAR CUADRO DE MANDO 3..... | 83 |
| PLANO 7: UNIFILAR CUADRO DE MANDO 4..... | 84 |
| PLANO 8: UNIFILAR CUADRO DE MANDO 5 | 85 |
| | |
| ANEJOS | 86 |
| 1. TABLAS (NORMATIVA)..... | 87 |
| 2. INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA. CÁLCULO Y RESULTADOS DETALLADOS..... | 93 |
| 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. CATÁLOGOS | 97 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA | 99 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Plano general de Paterna | 14 |
| Ilustración 2: Tipos de distribución | 17 |
| Ilustración 3: Calles Residenciales | 22 |
| Ilustración 4: Estructura calles residenciales | 22 |
| Ilustración 5: Calle 1 | 23 |
| Ilustración 6: Calle Barranc de Serra | 24 |
| Ilustración 7: Calle Vicent Ferrer | 25 |
| Ilustración 8: Estructura Calle Vicent Ferrer | 25 |
| Ilustración 9: Calle 23 | 26 |
| Ilustración 10: Calle 15 | 27 |
| Ilustración 11: Calle 406 | 28 |
| Ilustración 12: Calle 30 | 28 |
| Ilustración 13: Calle 17 | 29 |
| Ilustración 14: Calle 29 | 30 |
| Ilustración 15: Ubicación de los pasos a nivel | 31 |
| Ilustración 16: Rotondas..... | 32 |
| Ilustración 17: Campo de fútbol del complejo deportivo | 33 |
| Ilustración 18: Parque municipal..... | 34 |
| Ilustración 19: Plaza puerta del Sol | 35 |
| Ilustración 20: Ubicación de los cuadros de mando | 40 |
| Ilustración 21: Resultado final iluminado..... | 45 |
| Ilustración 22: Valores en luxes de la calzada, calle 406..... | 46 |
| Ilustración 23: Resultados lumínicos calle 406..... | 46 |
| Ilustración 24: Campo de futbol iluminado..... | 47 |
| Ilustración 25: Resultados lumínicos del campo | 47 |
| Ilustración 26: Gama de grises campo de fútbol..... | 47 |
| Ilustración 27: Rotonda 1 iluminada | 48 |
| Ilustración 28: Resultados luminotécnicos Rotonda 1 | 48 |
| Ilustración 29: Valores lumínicos de la Rotonda 1 | 48 |
| Ilustración 30: Rotonda 2 iluminada | 49 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 31: Inclinación de los proyectores, Rotonda 2 | 49 |
| Ilustración 32: Resultado lumínicos Rotonda 2 | 49 |
| Ilustración 33: Plaza Puerta del Sol iluminada | 50 |
| Ilustración 34: Resultados luminosos de la plaza | 50 |
| Ilustración 35: Parque iluminado | 51 |
| Ilustración 36: Resultados luminosos del parque | 51 |
| Ilustración 37: Curvas características de disparo I/t de un IA | 55 |
| Ilustración 38: Calificación energética | 56 |
| Ilustración 39: Puesta a tierra de la luminaria. Arqueta | 58 |
| Ilustración 40: Datos de planificación de la calle 406 | 93 |
| Ilustración 41: Recuadro de evaluación de la calle 406 | 93 |
| Ilustración 42: Recuadro de evaluación calle 29 (tramo 3) | 94 |
| Ilustración 43: Recuadro de evaluación PN1 | 95 |
| Ilustración 44: Valores en luxes del campo de fútbol | 95 |
| Ilustración 45: Representación en colores falsos campo de fútbol | 95 |
| Ilustración 46: Representación en colores falsos Rotonda 2 | 96 |
| Ilustración 47: Valores en luxes de la Rotonda 2 | 96 |
| Ilustración 48: Representación en colores falsos plaza | 96 |
| Ilustración 49: Valores en luxes de la plaza (parte de arriba) | 97 |
| Ilustración 50: Valores en luxes de la plaza (parte abajo) | 97 |
| Ilustración 51: Representación en colores falsos parque | 96 |
| Ilustración 52: Curvas Stela Round | 97 |
| Ilustración 53: Modelo Stela Round | 97 |
| Ilustración 54: Curvas CitySoul DK | 97 |
| Ilustración 55: Modelo CitySoul | 97 |
| Ilustración 56: Curvas CitySoul DW | 98 |
| Ilustración 57: Curvas CitySoul DRW | 98 |
| Ilustración 58: Curvas Luma DM70 | 98 |
| Ilustración 59: Modelo Luma | 98 |
| Ilustración 60: Curvas Stela Square NRN | 98 |
| Ilustración 61: Modelo Stela Square | 98 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 62: Curvas Micenas DM70 BL1 | 99 |
| Ilustración 63: Modelo Micenas..... | 99 |
| Ilustración 64: Curvas Micenas difusor DX10..... | 99 |
| Ilustración 65: Curvas Coreline campo fútbol | 99 |
| Ilustración 66: Modelo Coreline | 99 |
| Ilustración 67: Curvas Coreline de Rotondas y Plaza | 99 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Clase de alumbrado | 16 |
| Tabla 2: Altura y separación de las luminarias | 18 |
| Tabla 3: Flujo luminoso | 21 |
| Tabla 4: Factor de utilización..... | 37 |
| Tabla 5: Potencia total de la instalación..... | 39 |
| Tabla 6: Resultados lumínicos de todas las calles | 45 |
| Tabla 7: Rendimiento luminaria/ eficiencia de la lámpara | 52 |
| Tabla 8: Resultados eléctricos de las líneas | 53 |
| Tabla 9: Resultados de protección frente a sobrecargas | 53 |
| Tabla 10: Resultados de protección frente a cortocircuitos | 54 |
| Tabla 11: Resultados de protección frente a contactos indirectos..... | 54 |
| Tabla 12 | 87 |
| Tabla 13 | 87 |
| Tabla 14 | 87 |
| Tabla 15 | 88 |
| Tabla 16..... | 88 |
| Tabla 17 | 88 |
| Tabla 18..... | 89 |
| Tabla 19..... | 89 |
| Tabla 20..... | 89 |
| Tabla 21..... | 90 |
| Tabla 22..... | 91 |
| Tabla 23..... | 91 |

| | |
|----------------|----|
| Tabla 24 | 91 |
| Tabla 25 | 92 |
| Tabla 26 | 92 |
| Tabla 27 | 92 |
| Tabla 28 | 92 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1: Flujo luminoso..... | 18 |
| Ecuación 2: flujo luminoso a partir de la luminancia..... | 19 |
| Ecuación 3: Factor de utilización..... | 35 |
| Ecuación 4: Factor de mantenimiento..... | 37 |
| Ecuación 5: Condición 1 protección frente a sobrecargas..... | 40 |
| Ecuación 6: Condición 2 protección frente a sobrecargas..... | 41 |
| Ecuación 7: Condición protección frente a cortocircuitos..... | 41 |
| Ecuación 8: Eficiencia Energética..... | 54 |
| Ecuación 9: índice de eficiencia energética..... | 55 |

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) es diseñar una instalación de alumbrado público, realizando un estudio lumínico y un estudio eléctrico para la distribución de energía de manera que se cumplan con los requerimientos establecidos por el *Reglamento de Eficiencia Energética* y el *Reglamento de Baja Tensión* respectivamente. Se considera un objetivo secundario de este TFG la finalización del Grado en Ingenierías Industriales.

1.2 Alcance

El alcance de este proyecto es rediseñar parte del alumbrado público del municipio de La Cañada mediante luminarias LED para obtener una solución que cumpla con los requerimientos establecidos por la normativa vigente además de ser una solución viable económicamente.

1.3 Introducción al problema

El desarrollo de este proyecto surge debido a que el cableado eléctrico actual del municipio de La Cañada es un tendido eléctrico al aire libre, el cual no es el más apropiado en una zona urbana en la que cada año se suman más familias.

La opción que se propone es un cableado enterrado bajo tubo, y además de que no resulta apreciable visualmente para los vecinos, se van a poder evitar contactos directos indeseables. Aprovechando dicho proyecto, se ha querido rediseñar la distribución del alumbrado público, ya que aunque se conoce que hace un par de años cambiaron todas las luminarias de descarga por luminarias con tecnología LED, no se rediseñaron los puntos de luz, es decir, se aprovecharon las farolas ya existentes con su altura y separación establecidas.

1.4 Relación del TFG con el grado

El diseño de una instalación de alumbrado permite aplicar algunos de los conocimientos adquiridos durante la realización del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Las asignaturas a las que se ha recurrido se describen a continuación.

En primer lugar, cabe mencionar asignaturas como “Tecnología Eléctrica”, la cual ha aportado conocimientos necesarios para el entendimiento y realización de este proyecto, tanto para la parte de luminotecnia como para la parte eléctrica. Conocimientos tales como el flujo luminoso de las lámparas, alcance y dispersión, luminancia e iluminancia, diseño del cableado eléctrico, protección frente a cortocircuitos y sobrecargas, etc.

En segundo lugar la asignatura de “Proyectos”, que ha sido realmente importante para saber estructurar un proyecto de esta índole, es decir, conocer las partes necesarias y requeridas por un proyecto, además de haber aprendido a realizar un presupuesto con todo lo que éste implica: unidades de obra, cuadro de precios descompuestos, etc.

Finalmente, han sido de gran utilidad los programas de diseño aprendidos en las asignaturas de “Ingeniería Gráfica” y “Expresión Gráfica”, sobre todo AutoCAD, el cual ha sido imprescindible para la elaboración y manipulación de los distintos planos.

1.5 Legislación. Normativa. Reglamentación. Ordenanzas

Los documentos de normativa que se han tomado como referente para el diseño de la instalación, tanto para los cálculos de luminotécnicos como para los cálculos eléctricos han sido:

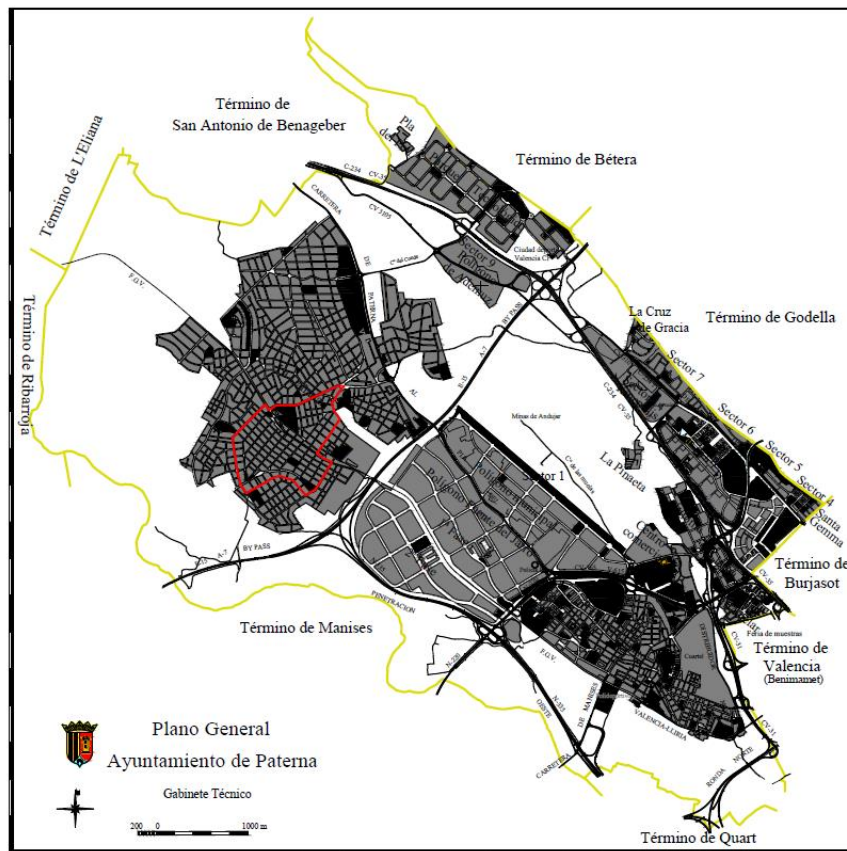
- *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* aprobado en el Real Decreto 1980/2008 de 14 de noviembre de 2008 (BOE número 279, 19 noviembre).
- Norma UNE-EN 13201 *Iluminación de carreteras*.
- Norma UNE-EN 12193 *Iluminación en instalaciones deportivas*, noviembre del 2000.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Normativa municipal del Ayuntamiento de Paterna.
- Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE número 97, 23 abril 1997)

1.6 Metodología de diseño y cálculo

Para la realización del presente TFG se va a comenzar por la definición de la zona a estudiar, ya que La cañada presenta un gran número de calles y no se han incluido todas. A continuación, se ha tenido que realizar un estudio para determinar todos los requerimientos lumínicos necesarios para cada calle, para las dos rotondas, para el parque, para el campo de fútbol y para la plaza del centro. Para ello se ha recurrido al Reglamento de *Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*. Le sigue el diseño preliminar. Por una parte el diseño luminotécnico dónde se realiza un cálculo aproximado del flujo luminoso requerido para cada calle, de la separación entre luminarias consecutivas y de la altura de las mismas; por otra parte, un diseño eléctrico en el cual se determinan la sección del cableado de cada una de las líneas que forman los distintos cuadros de mando, la forma de distribuir la electricidad (bajo tubo, al aire, bandeja, etc), el sistema de distribución (monofásico o trifásico), el sistema de puesta a tierra, etc. Una vez definidos todos estos parámetros del diseño preliminar, se procede a realizar el cálculo mediante la utilización de dos programas de ordenador, Dialux 4.13 para el cálculo luminotécnico y Cypelec para el cálculo eléctrico. Se realiza primeramente los cálculos luminosos y se comprueba que la luminaria escogida para cada calle cumple con los requerimientos establecidos en la norma de alumbrado público exterior. Seguidamente se realizan los cálculos eléctricos, dónde se ha de comprobar que los parámetros definidos para cada línea cumplen con el reglamento electrotécnico de baja tensión. Si no se cumpliera algunos de los requerimientos se vuelve al diseño preliminar para corregir los cálculos oportunos. Si sí cumple, se procede a realizar una optimización de los resultados obtenidos y por último a elaborar las conclusiones finales de alumbrado de este proyecto.

1.7 Elección de la zona de estudio.

El primer paso, antes de empezar con el diseño, es la elección de las distintas calles a estudiar. El municipio de la Cañada es muy amplio, es el más grande de todos los municipios pertenecientes a Paterna. Recoge un gran número de calles residenciales además de varios parques públicos, un pabellón municipal, varios colegios, etc., por lo que se ha decidido estudiar una parte de éste. El criterio principal para esta elección ha sido empezar desde el núcleo urbano y extender al máximo el número de calles posibles de manera coherente. Se han incluido un parque público, una plaza, un campo de fútbol, dos pasos a nivel y dos rotondas.



Fuente: Ayuntamiento de Paterna

Ilustración 1: Plano general de Paterna

En la figura 1 se puede observar el municipio de Paterna, compuesto por La Cañada, el polígono industrial La Fuente del Jarro, Paterna, el Parque Tecnológico, el polígono industrial L'Andana, Kinopolis, Más del Rosari, Casas Verdes, La Coma, etc. La zona situada más a la izquierda de la figura 1 es La Cañada y mediante una línea roja se ha querido representar la zona elegida para el estudio de este TFG. Esta figura 1 se encuentra referida a los *planos 1: Situación y emplazamiento* y al *plano 2: Zonificación* dónde se muestra la zona en concreto de La Cañada que se ha estudiado.

Se han escogido un total de 61 calles a iluminar. Son:

- c/ 1
- c/ 2
- c/ 3
- c/ 4
- c/ 5
- c/ 6
- c/ 7
- c/ 8
- c/ 9
- c/ 10
- c/ 11
- c/ 12
- c/ 13
- c/ 14
- c/ 15
- c/ 18
- c/ 19
- c/ 20
- c/ 21
- c/ 22
- c/ 23
- c/ 24
- c/ 25
- c/ 30
- c/ Barranc de Serra
- c/ 60
- c/ 409
- c/ 322
- c/ 323
- c/ 324
- c/ 325
- c/ 326
- c/ 405
- c/ 406
- c/ 409
- c/ 410
- c/ 411
- c/ 412
- c/ 413
- c/ 414
- c/ 418
- c/ 416
- c/ 419
- c/ 502
- c/ 523
- c/ 524
- c/ 524
- c/ 525
- c/ 529
- c/ 531
- c/ 532
- c/ 533
- c/ 534
- c/ 540
- c/ 543
- c/ 544
- c/ 545
- c/ 546
- c/ 547
- c/ 548
- c/ Vicent Ferrer

Sin embargo, para una mayor facilidad del estudio, se ha decidido agrupar todas estas calles en cinco zonas diferenciadas según la tipología de vía. De modo que se pueden distinguir entre:

- Zona residencial: Dependiendo de la clase de alumbrado, se ha diferenciado en Residencial A, Residencial B, la calle 1 y la calle Barran de Serra.
- Calle 29: Calle principal y una de las entradas directas al centro de la Cañada. Se ha decidido dividir dicha calle en tres tramos debido a que cambian las condiciones de estudio.
- Zona centro: Compuesta por la calle 23 y la calle Vicent Ferrer, calles ubicadas en pleno centro urbano de la Cañada (zona comercial y de ocio).
- Calles transitadas: Se les ha querido dar un estudio individual debido a que son calles frecuentemente transitadas sobre todo por vehículos, porque son de acceso directo a zonas específicas. Esta tipología está formada por la calle 15 (diferenciada en dos tramos, ya que una parte de la calle 15, aparte de disponer de un carril bici a uno de los lados de la calzada, es la continuación de uno de los dos pasos a nivel), calle 406, calle 30 y calle 17 (sólo un tramo).
- Pasos a nivel: Hay un total de dos pasos a nivel en todo el municipio y se han incluido ambos.

También se van a estudiar dos rotondas, situadas en los extremos de la calle 29 que se ha elegido para estudio, un campo de fútbol, un parque municipal y una plaza dividida por las vías del metro.

Una vez establecido los límites físicos a estudiar, hace falta recoger una serie de mediciones. Para ello se ha recurrido a los planos en formato *DWG* proporcionados por el Ayuntamiento de Paterna.

2. DISEÑO LUMINOTÉCNICO

2.1 Clase de alumbrado

Para la clasificación de las distintas zonas se recurre al *Reglamento de Eficiencia Energética para instalaciones de alumbrado exterior*, de modo que se establecerán los valores medios de iluminancia y luminancia (en función de la clase de estudio que se quiera dar) de las distintas tipologías de calles.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la tabla 1 de la ITC-EA-02 (Anejo 1, Tabla 12). A continuación le siguen otros criterios tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD) que permiten establecer subgrupos dentro de la primera clasificación. Esto conduce a las tablas 3, 4 y 5 de la ITC-EA-02 (Anejo 1, Tablas 13, 14 y 15).

Siguiendo este orden, la clasificación de cada zona queda reflejada en la Tabla 1.

| Zona | Clasificación | Situación de proyecto | IMD | Clase de alumbrado | Niveles de iluminación |
|------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------------------|------------------------|
| Residencial A | D | D3-D4 | Alto | S2 | 10 lux |
| Residencial B | D | D3-D4 | Normal | S3 | 7,5 lux |
| Calle 1 | D | D3-D4 | Normal | S4 | 5 lux |
| Calle Barranc de Serra | D | D3-D4 | Normal | S3 | 7,5 lux |
| Calle 29 | B | B2 | >7000 | ME3b | 1 cd/m ² |
| Calles centro | E | E1 | Alto | S1 | 15 lux |
| Calles transitadas | B | B1 | >7000 | ME4b | 10 lux |
| Calle 15 | B | B1 | <7000 | ME5 | 7,5 lux |
| Pasos a nivel | | | | CE2 | 20 lux |
| Glorietas | | | | | 22,5 lux |
| Parque | E | E1 | Normal | S2 | 10 lux |
| Plazas | E | E2 | Alto | CE2 | 20 lux |
| Campo de fútbol | | | | | 75 lux |

Tabla 1: Clase de alumbrado

Los niveles de iluminación asociados al vial urbano, a los parques, a la plaza, a los pasos a nivel y a las glorietas se establecen en las tablas 6, 8 y 9 de la ITC-EA-02 (correspondientes al Anejo 1, Tablas 16, 17, 18 y 19). Los niveles de iluminación correspondientes al campo de fútbol se establecen en las tablas 1, 2 y A2.1 de la Norma española de *Iluminación en instalaciones deportivas* (correspondientes al Anejo 1, tabla 20, 21 y 22).

Cabe mencionar que para determinar los niveles de iluminación de las rotondas, tal y como determina el reglamento, se establece que ha de ser un 50% superior a los niveles de iluminación de las calles que concurren en ella. Esto es, si en ambas rotondas concurre la calle 29 y siendo su nivel de 15 luxes, el nivel de iluminación resultante para las glorietas es de 22,5 luxes.

Como se puede observar en la Tabla 1, el nivel de iluminación de la calle 29 no está en unidades de luxes si no en candelas por metro cuadrado (cd/m^2), esto es porque para dicha calle se ha decidido llevar a cabo un estudio más riguroso en cuanto a posibles deslumbramientos ya que se trata de una de las vías de principal acceso al centro urbano de La Cañada. Para ello, su flujo luminoso se va a estudiar mediante el parámetro de la luminancia media requerida. En el apartado 2.5 *Cálculos previos* se verá la diferencia entre luminancia e iluminancia.

Para la elección de las clases de alumbrado se ha intentado estimar aquella que se ha considerado la más adecuada en función a su ubicación dentro del municipio, al tránsito de vehículos y peatones diariamente y a las condiciones que le rodean.

2.2 Selección de la distribución

Un factor muy importante para el cálculo lumínico es la determinación del tipo de distribución en cada una de las calles que forman el objeto de estudio. Se distinguen entre tres tipos distintos:

- Distribución unilateral: Consiste en una distribución en la que los puntos de luz se encuentran ubicados en un único lado de la vía.
- Distribución bilateral tresbolillo: Consiste en una distribución en la que los puntos de luz se encuentran a ambos lados de la vía pero desfasados, es decir alternados.
- Distribución bilateral pareada: Consiste en una distribución en la que los puntos de luz se encuentran enfrentados a ambos lados de la vía.

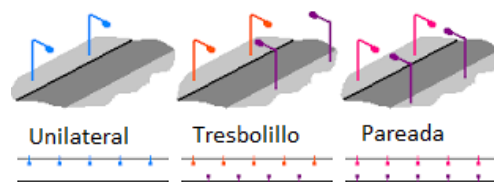


Ilustración 2: Tipos de distribución

En lo que a este TFG se refiere, la mayoría de las vías son del tipo bilateral pareada, debido a que presentan anchos superiores a los 9 metros y no se ha querido que la altura de las luminarias fuera excesiva, ya que existen pinos en la gran mayoría de las calles que pueden interferir en la iluminación, de modo que se ha preferido que los puntos de luz queden por debajo de los árboles. Sin embargo, existen algunas calles que por su ubicación, anchura y tipología no se han podido considerar bilaterales sino, unilaterales. Se trata, por un lado de la calle 1 y la calle 17, calles están situadas a ambos lados de las vías del tren, y por otro lado la calle Barranc de Serra, ya que no está asfaltada en su totalidad.

2.3 Altura y separación de las luminarias

Para el diseño de la altura de las distintas luminarias, se puede estimar que una altura razonable del punto de luz coincide con la anchura de la zona a iluminar. Sin embargo, el alto total de la luminaria puede variar entre 0,8 y 1,2 veces la anchura dependiendo de la dispersión seleccionada de la luminaria, la cual puede ser estrecha (por lo que la altura sería 0,8 veces en ancho), ancha (adoptando 1,2 veces) o media (coincidiendo la altura con la anchura).

Como se ha comentado anteriormente, la distribución escogida para la gran mayoría de las calles de este proyecto es bilateral, de modo que la altura de las luminarias será del orden de la anchura de la zona a iluminar, es decir, lo que corresponde a la mitad del ancho de la vía, al disponer de dos luminarias enfrentadas.

Todo lo anteriormente mencionado puede verse recogido en la tabla 2.

| Zona | Altura (m) | Ancho (m) | Separación luminarias (m) |
|------------------------|------------|-----------|---------------------------|
| Residencial (A Y B) | 5 | 9 | 11 |
| Calle 1 | 6 | 5 | 13 |
| Calle Barranc de Serra | 7 | 9 | 15 |
| PN1 | 7 | 15 | 22 |
| PN2 | 6 | 9 | 15 |
| Calle 29 | 9 | 17,5 | 30,5 |
| Calle 23 | 4 | 10,5 | 10 |
| Calle V. Ferrer | 5 | 9 | 10 |
| Calle 15 (y 15 PN) | 7 | 15 | 21 |
| Calle 406 | 5 | 9 | 15 |
| Calle 30 | 5 | 10,5 | 20 |
| Calle 17 | 9 | 12,5 | 20,5 |
| plazas | 4 | 9 | 11 |
| parque | 4 | 3 | 7 |

Tabla 2: Altura y separación de las luminarias

Cabe destacar que para todas las luminarias de este TFG, tanto las calles, la plaza, ambas rotondas, el parque y el campo de fútbol se van a montar sobre columnas de distintas alturas, y además, se ha definido de manera que calles consecutivas dispongan de alturas semejantes para una mejor adecuación con el entorno.

En la tabla 2 también vienen recogida la separación establecida entre dos luminarias consecutivas. Para determinar dicha separación se ha de tener en cuenta que existe la posibilidad de establecer separaciones muy diversas. Por un lado, para alumbrado de carreteras y autovías se busca que haya el

menor número de luminarias posibles siendo cada una de ellas de mayor potencia. Sin embargo, para alumbrados de zonas urbanas, se ha de tener en cuenta que no se busca únicamente tener un coste lo más económico posible, sino es importante que exista una cierta integración con el entorno urbano, es decir, adaptar la instalación a un mayor número de luminarias con una menor separación entre ellas (menor alcance).

Por lo tanto, se tendrá que escoger la separación más conveniente siguiendo el criterio de diseño establecido en que la distancia ha de ser del orden de 2 a 5 veces el ancho de la vía. De modo que 5 veces la anchura se utilizará para alcances muy largos y 2 para alcances cortos, dependiendo del tipo de vía que se trate. Todo esto también se ve recogido en la tabla 2.

2.4 Cálculos previos

Antes de proceder al cálculo luminotécnico, se ha de realizar un estudio previo del flujo lumínico (Φ) necesario para cada uno de los puntos de luz de cada calle de manera que se cumplan con los requerimientos mínimos de luz establecidos por la normativa. Se define el flujo luminoso como:

$$\Phi = \frac{E_m \cdot S}{F_M \cdot F_U}$$

Ecuación 1: Flujo luminoso

Donde:

- Φ : Flujo luminoso (lm).
- E_m : Iluminancia media (lux).
- S : Superficie a iluminar por cada lámpara (m^2).
- F_M : Factor de mantenimiento (entre 0-1).
- F_U : Factor de utilización (entre 0-1).

Para la realización de este estudio luminotécnico preliminar, se han de escoger los valores más adecuados para cada parámetro acorde al diseño de iluminación.

En primer lugar, la iluminancia media (E_m), la cual ya ha sido obtenida en la tabla 1 del apartado 2.2 *Clase de alumbrado* dependiendo de la velocidad de circulación y del tráfico tal y como establece el *Reglamento de Eficiencia Energética*.

A continuación la superficie (S), siendo ésta el área resultado del producto de la distancia existente entre dos puntos de luz consecutivos por el ancho de la zona a iluminar (coincidiendo con la mitad del ancho de la vía).

El factor de mantenimiento hace referencia a labores de limpieza periódicas de las luminarias, de manera que se evite la pérdida de flujo lumínico por ensuciamiento de la carcasa exterior. Este parámetro se calcula a partir del factor de ensuciamiento por el factor de envejecimiento (depreciación): $F_M = F_E \cdot F_D$. Respecto a este factor, su valor será el mayor alcanzable según la ITC-EA-06 del *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*, sin embargo,

inicialmente se va a suponer un valor de 0,7 para todos los cálculos, ya que varía dependiendo del modelo de la luminaria.

Por último, el factor de utilización, el cual determina la relación existente entre el flujo útil procedente de la luminaria que llega a la superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas. Este factor es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa, del rendimiento de las luminarias y de la geometría de la instalación (superficie a iluminar, disposición de las luminarias y altura y separación entre puntos de luz). Al ser difícil de determinar, se opta por tomar un valor medio de 0,5.

Como se puede observar, tanto el factor de utilización como el de mantenimiento han sido supuestos con un valor el cual se ha considerado el más conveniente, sin embargo, en el apartado *2.8 Factor de mantenimiento y utilización* se van a comprobar si estos factores han sido bien supuestos a partir del flujo real proporcionado por el modelo de lámpara escogido para cada calle.

Cabe destacar que para el cálculo del flujo luminoso de la Calle 29 se ha recurrido a la ecuación del flujo mediante el parámetro de la luminancia media (L_m) ya que al tratarse de una calle principal y con una longitud total mayor a 800 metros, se le ha querido dar un estudio más exhaustivo en cuanto a posibles deslumbramientos. Esto es debido a que dicha calle al ser lo suficientemente larga existe la posibilidad de que la reflexión del flujo en la calzada a distancias entre los 60 y 160 metros provoque posibles deslumbramientos a los conductores de los vehículos. Además, la calle 29 dispone de un nivel de iluminación apto para el estudio mediante luminancia. Para ello, la ecuación a emplear para el cálculo del flujo es:

$$\Phi = \frac{L_m \cdot S}{q_0 \cdot F_U \cdot F_M}$$

Ecuación 2: flujo luminoso a partir de la luminancia

Donde:

- L_m : Luminancia media (cd/m^2).
- q_0 : Constante adimensional, resultado de dividir el factor de reflexión del suelo entre Π (número pi). Para asfaltos dicho parámetro asume el valor de 0,07.

Todo lo anteriormente comentado se encuentra en la tabla 3:

| Zonas | Ancho (m) | Lados | E_m (lux) | Superficie (m^2) | $\Phi_{lámpara}$ (lm) |
|-----------------|-----------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|
| Residencial A | 9 | 2 | 10 | 49,5 | 1450 |
| Residencial B | 9 | 2 | 7,5 | 49,5 | 1100 |
| Calle 1A | 4 | 1 | 5 | 52 | 743 |
| Calle 1B | 6 | 1 | 5 | 78 | 1115 |
| Calle Barranc | 9 | 1 | 5 | 126 | 1800 |
| PN1 | 15 | 2 | 20 | 165 | 9500 |
| PN2 | 9 | 2 | 20 | 67,5 | 3900 |
| Calle 29 | 17,5 | 2 | 15 | 267 | 11500 |
| Calle 23 | 10,4 | 2 | 15 | 52 | 2230 |
| Calle V. Ferrer | 9 | 2 | 15 | 45 | 1900 |
| Calle 15 | 15 | 2 | 7,5 | 157,5 | 3500 |
| Calle 15 PN | 15 | 2 | 15 | 157,5 | 6750 |
| Calle 406 | 9,3 | 2 | 15 | 69,75 | 3000 |
| Calle 30 | 10,5 | 2 | 10 | 79 | 2250 |
| Calle 17 | 12 | 1 | 10 | 246 | 7000 |

Tabla 3: Flujo luminoso

2.5 Elección de las luminarias

Una vez se han definido las alturas de las luminarias, las distancias entre ellas y el flujo lumínico de cada punto de luz, se procede a seleccionar las luminarias en función del alcance y la dispersión deseadas para cada una de ellas. De entre las múltiples opciones disponibles hoy en día que cumplan con las especificaciones, se ha considerado únicamente el fabricante Philips que cuenta con un gran prestigio y experiencia en luminarias LED.

Cabe destacar que la elección de las lámparas LED para este TFG ha sido considerada para satisfacer los requisitos luminotécnicos que se especifican para la zona de alumbrado escogida. Sin embargo, un factor que también se ha tenido en cuenta a la hora de escogerlas, ha sido ofrecer una temperatura de color adecuada. Más cálida para el alumbrado de las calles residenciales, céntricas (23 y Vicent Ferrer), la plaza y el parque; una temperatura neutra a la hora de iluminar las calles más transitadas (calle 29, 30, 406, 15); y una temperatura fría para los pasos a nivel, las rotondas y el campo de fútbol, donde se ha optado por dotarlos de una sensación de gran iluminación.

A continuación se van a estudiar todas las tipologías de calles.

Zona residencial

Dentro de esta tipología se encuentran la zona residencial A y la zona residencial B. Estas zonas abarcan la gran mayoría de la parte del municipio que se ha escogido para el estudio. En la figura 3, se puede observar una zona marcada en rojo, la cual corresponde a la zona residencial B y una zona marcada en verde, que corresponde a la zona residencial A. La diferencia existente entre ambas es que, con

respecto a las vías de mayor flujo luminoso, ha de existir una adecuación de luz para que la distribución sea lo más degradada posible.



Ilustración 3: Calles Residenciales

Para estas calles se buscan luminarias del tipo de tipo vial y que dispongan de una dispersión estrecha ya que el ancho medio de la zona a iluminar de este tipo de calles es de unos 3 metros por cada luminaria enfrentada y un alcance medio debido a que la separación entre luminarias consecutivas es de 11 metros siendo la altura de las mismas de unos 5 metros. El tipo de calle a iluminar corresponde a la figura 4, formada por dos aceras de 1,5 metros cada una y una calzada de alrededor de los 6 metros de ancho. Existe una zona de aparcamiento no señalizada a uno de los dos lados de la calzada, sin embargo, como dicha zona puede variar según el día o la hora, no se ha querido tener en cuenta para el estudio.

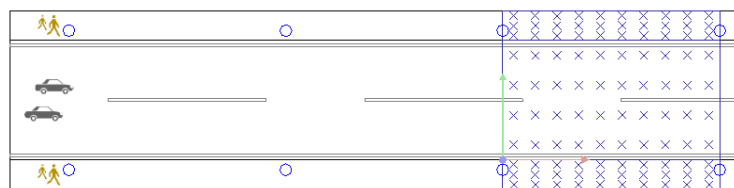


Ilustración 4: Estructura calles residenciales

La luminaria disponible más apropiada para las calles residenciales A y B es la luminaria Stela+gen2 Round con difusor WRN. Para ambas zonas se ha escogido la misma luminaria con el mismo difusor, pero con un flujo distinto como se puede apreciar en la tabla 3 del punto 2.4 *Cálculos previos* ya que las condiciones de iluminación no son las mismas. Este difusor es apropiado para aquellas vías que sean simétricas como es este caso.

Por otra parte, dentro de esta tipología, también se encuentra la calle 1. Esta calle está formada por dos calles distintas (1A y 1B), una a cada lado de las vías del metro. La peculiaridad que tiene esta calle

es que se ha considerado de dispersión unilateral debido a la cercanía de las vías del metro y la poca anchura que presenta. Es la mostrada en rojo en la figura 5.

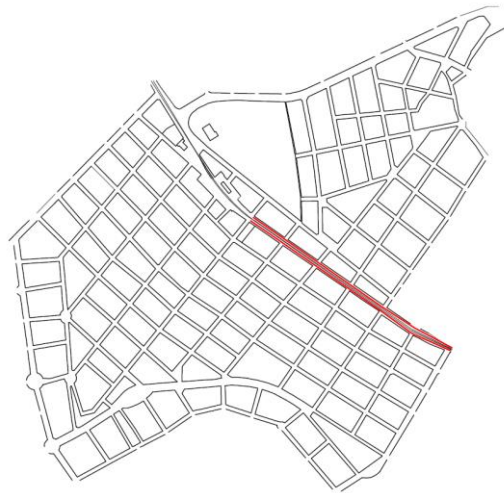


Ilustración 5: Calle 1

Ambas calles presentan alcance medio, porque aun siendo la distancia entre puntos de luz consecutivos de 15 metros, la altura de las luminarias es de 6 metros, por lo que el ángulo generado es menor a los 70° . La calle 1A, calle peatonal, presenta una dispersión estrecha ya que el ancho total de la calle es de 5 metros y tanto la acera como el carril bici presentan anchuras aproximadas, sin embargo, la calle 1B, compuesta por una acera estrecha y una calzada del doble de ancho, se va a requerir de una dispersión con un ángulo de inclinación mayor para poder cubrir todos los requisitos de la calle. Se trata entonces de una dispersión media.

El modelo de luminaria escogida para estas dos calles ha sido Stela+gen2 Round. Para ambas calles se ha escogido un difusor WRN aunque, por su morfología, cada una de ellas presenta un flujo luminoso distinto debido a la diferente estructuración de la vía.

Por último dentro de esta tipología se encuentra la calle Barranc de Serra. Se le ha querido dar un estudio individual a esta calle porque no está completamente asfaltada, lo que impide un estudio óptimo de la iluminación necesaria. Se propone una solución provisional válida hasta que la calle esté totalmente terminada. Se ha determinado que disponga de una distribución unilateral con un flujo mínimo pero suficiente, ya que se desconocen muchos de los requisitos necesarios para calcular la iluminancia y por lo tanto el flujo lumínico total de la lámpara. Podemos ver la calle Barranc de Serra representada en rojo en la figura 6.

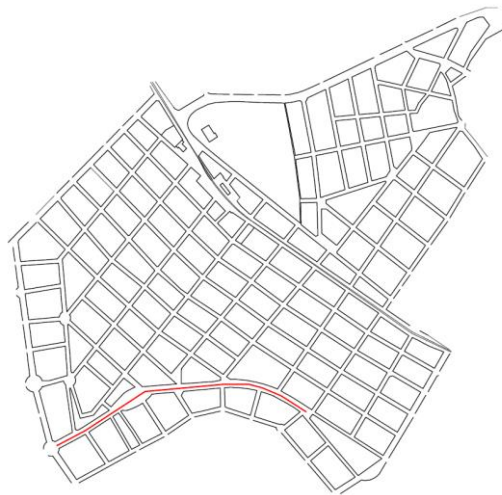


Ilustración 6: Calle Barranc de Serra

La luminaria escogida para dicha calle es la Stela+gen2 Round con difusor WRN. El ancho total de la calle es de unos 13 metros, y si se ha escogido una distribución unilateral, la altura de la luminaria debería de ser del mismo orden que la anchura de la zona a iluminar, sin embargo, no lo es. Se ha decidido esto porque al no estar completamente terminada la calle, se ha preferido escoger una luminaria que cubra las necesidades mínimas de iluminación para ahorrar en costes. Se ha escogido un alcance corto y una dispersión estrecha, en cambio, deberían de haber sido mayores.

Se ha escogido el mismo modelo de luminaria, Stela Round, para todas las calles de la tipología residenciales ya que el propósito para el alumbrado público viario, aparte de ser funcional, ha de ser decorativo.

Calles zona centro

En primer lugar se encuentra la calle Vicent Ferrer. Es la representada en rojo en la figura 7. La calle Vicent Ferrer es una calle de acceso directo a la zona comercial de La Cañada, además de encontrarse en ella la Iglesia, un centro social, la biblioteca municipal y varios comercios.

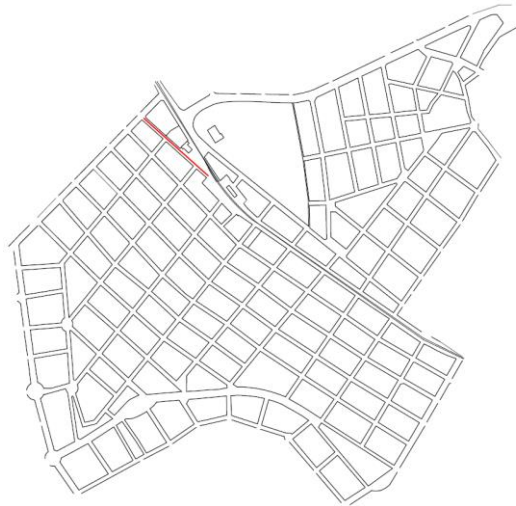


Ilustración 7: Calle Vicent Ferrer

Para esta calle también se busca una luminaria de tipo vial. La estructura con respecto a las residenciales es la misma añadiendo una zona de aparcamiento establecida. El tipo de calle a iluminar corresponde a la figura 8. Está formada por dos aceras de un metro y medio cada una, una zona de parking de 2 metros y la calzada de un único sentido de 4,5 metros de ancho.

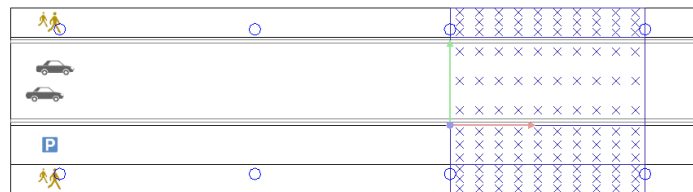


Ilustración 8: Estructura Calle Vicent Ferrer

Se ha escogido la luminaria Stela gen+2 Square con difusor NRN. Se ha buscado que tenga una apariencia física distinta a la Stela Round para denotar que es una calle más principal a todas las residenciales que la rodean. Dispone de una dispersión estrecha al tratarse de una calle cuyo ancho de la zona a iluminar es de unos 4,5 metros y la altura de las luminarias es de 5 metros. Respecto al alcance, éste es corto, ya que la separación entre luminarias es de 10 metros, menor a la separación en las calles residenciales. Se ha escogido esta separación porque es una calle situada en el centro urbano, y a parte de cumplir con los requerimientos de la normativa, se le ha querido añadir un valor decorativo ya que cuantos más puntos de luz hayan, mayor sensación de luminosidad.

En segundo lugar se encuentra la calle 23. Se trata de la calle que bordea la plaza del centro por la parte superior y además tiene acceso directo a la parada de metro. Se puede observar dicha calle representada en rojo en la figura 9. La longitud total de la calle no supera los 85 metros, sin embargo, se ha querido estudiar de manera individual debido a su ubicación y por ser la única calle por la que se puede acceder a la estación mediante coche.

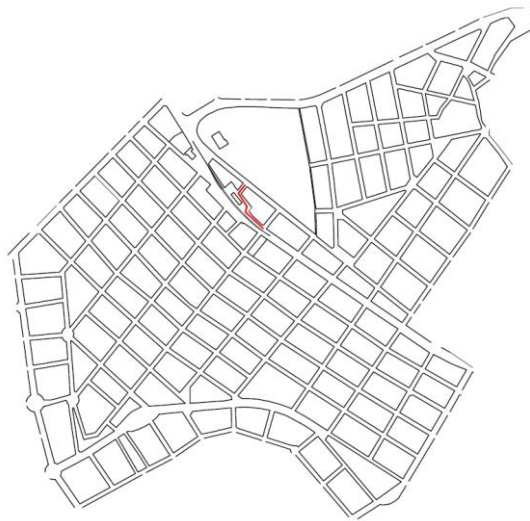


Ilustración 9: Calle 23

A diferencia de la Calle Vicent Ferrer, ésta dispone de zona de aparcamiento a ambos lados de la calzada. Está formada por dos aceras de aproximadamente 1,5 metros cada una, las dos zonas de parking de 2 metros de ancho cada una y la calzada de un único sentido de 3,5 metros. La dispersión es estrecha ya que el ancho de la zona a iluminar es poco más de 5 metros siendo la altura de las luminarias de 4 metros por lo que el ángulo que forma el haz de luz requerido para cada luminaria es pequeño. La longitud establecida entre dos puntos de luz consecutivos es de 10 metros, por lo que el alcance definido para esta luminaria es corto.

Se ha escogido la luminaria Micenas gen2 LED para darle a la calle un estilo clásico, este modelo es el que también se ha utilizado para la plaza. Se ha escogido el difusor DM70 BL1 ya que gracias a éste se cumplen todos los requisitos luminosos en las distintas partes que forman la calle 23.

Para ambas calles, se ha considerado una temperatura la temperatura de color de la luminaria LED escogida ha sido cálida, puesto que en estas zonas de poco tránsito de vehículos se ha querido crear ambientes cálidos y acogedores.

Calles zonas transitadas

Se ha querido estudiar algunas calles de La Cañada por separado porque se ha considerado que por sus características merecían un enfoque individual.

En primer lugar se encuentra la calle 15. Se ha decidido estudiar esta calle porque presenta una gran anchura y, además, es acceso directo a la zona sur del municipio. Se puede ver representada en la figura 10 dividida en dos tramos claramente diferenciados. Un primer tramo representado en verde y le sigue otro tramo representado en rojo. Se han querido diferenciar porque el tramo en verde está compuesto por un carril bici hasta la penúltima calle de la izquierda. Ambas zonas no tienen establecidas zonas de aparcamiento, sin embargo, en el segundo tramo sí se aparca a uno de los lados, debido a los mismos motivos que en las calles residenciales.



Ilustración 10: Calle 15

Está formada por dos aceras y la calzada de entre 11 y 12 metros de ancho, que a diferencia de las calles residenciales, ésta cuenta con una diferenciación física de doble sentido del carril.

La luminaria escogida para el tramo rojo de la calle 15 es la City Soul Gen2 modelo LED Mini con difusor DRW para poder obtener una dispersión más ajustada a los requerimiento de iluminancia. Dicha dispersión es estrecha y respecto al alcance, éste se ha determinado largo ya que la distancia de separación entre luminarias se encuentra entorno a los 22 metros y la altura de la luminaria sobre unos 7 metros, por lo que se obtiene un ángulo de dispersión mayor a 70º.

Para el tramo verde se ha escogido el mismo modelo de luminaria pero con difusor DK, el cual se ajusta mejor a las especificaciones marcadas por la composición de esta calle ya que por una parte las aceras presentan una clase de alumbrado S3 (5 luxes), el carril bici S2 (10 luxes) y la calzada S1 (15 luxes).

Otra de las calles a estudio dentro de esta tipología es la calle 406, representada en rojo en la figura 11. Esta calle es la continuación del paso a nivel situado al sur-este del centro de La Cañada (PN2). No se ha incluido el primer tramo de calle ya que se han de respetar un mínimo de 40 metros tras el paso a nivel.

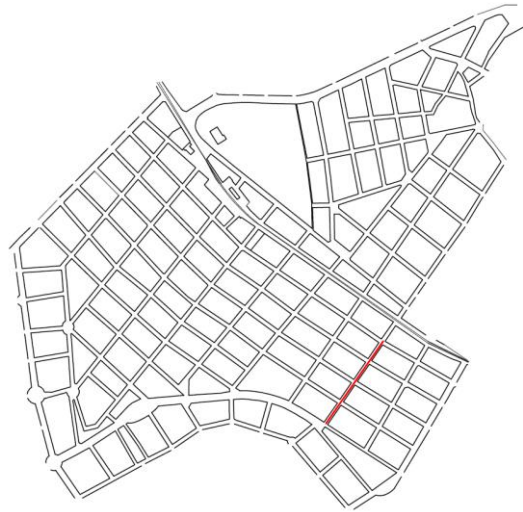


Ilustración 11: Calle 406

Esta calle cuenta con dos aceras y la calzada. Tanto el ancho y como la iluminancia de ésta son de valores muy parecidos a las calles residenciales, sin embargo, se ha querido estudiar por separado ya que es la continuación del paso a nivel y por lo tanto ha de haber una adecuación de los niveles de iluminación, además de ser una calle con mucha afluencia de vehículos.

La luminaria escogida para esta calle es la City Soul Gen2 LED Mini y el difusor que mejor se puede acoplar a las condiciones lumínicas (S2 para las aceras y S1 para la calzada) es el DW. La altura de las luminarias es de 5 metros y la distancia entre luminarias es de 15 metros así que se ha buscado un alcance medio y una dispersión estrecha debido a que el ancho a iluminar no supera los 4,5 metros.

También se encuentra la calle 30, Esta calle ha sido escogida para el estudio porque es el punto de unión entre la zona céntrica y la parte este del municipio (conecta directamente con la calle 406). Se puede observar en la figura 12 representada en rojo.

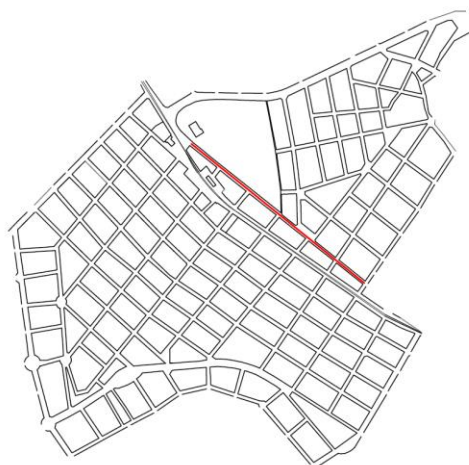


Ilustración 12: Calle 30

La calle 30 cuenta con acera y zona de aparcamiento a ambos lados y la calzada, todas las partes con clase de alumbrado S2. Es muy transitada tanto por peatones como por vehículos, ya que por una parte dispone de acceso directo a la parada de metro (conecta directamente con la calle 23 anteriormente estudiada) y por otra parte porque dispone de varias entradas peatonales al parque municipal.

La luminaria escogida para esta calle es la City Soul LED Mini con difusor DWR. Dispone de una dispersión estrecha ya que el ancho a iluminar es poco más de 5 metros y un corto alcance porque el ángulo de la luminaria con el punto máximo en transversal es de unos 58°.

Por último dentro de esta tipología se encuentra la calle 17, es la continuación de la calle 1 una vez pasado el centro de La Cañada. Sólo se ha cogido un tramo de 50 metros porque entra dentro de la delimitación establecida para este estudio. Es la representada en rojo en la figura 13.

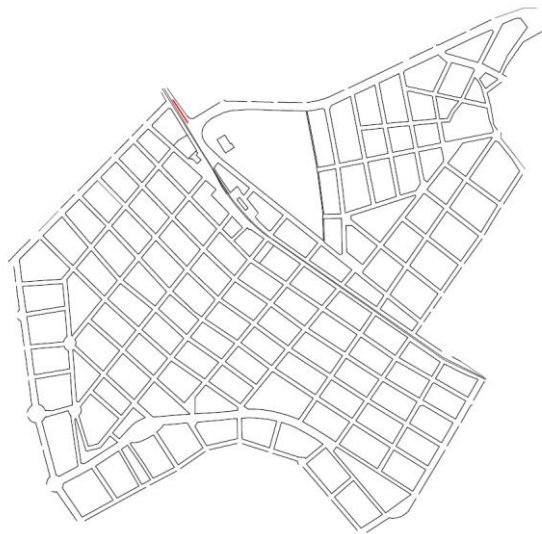


Ilustración 13: Calle 17

Se ha establecido que esta calle disponga de distribución unilateral por el mismo motivo que la calle 1, porque por ella pasan las vías del metro. Dispone de mucha mayor anchura, por lo que el tipo de luminaria cambia. Está formada por dos aceras de 1,5 metros de ancho con una clase de alumbrado S3 y una calzada de doble sentido de 6 metros de ancho con clase de alumbrado S2.

La luminaria escogida para esta calle ha sido la City Soul LED Mini con difusor DW para cumplir con los requisitos establecidos por normativa. Su dispersión es estrecha porque aun siendo mayor la anchura de la vía, la altura de la luminaria también lo es. En cuanto al alcance es medio, ya que la altura de estas luminarias es de 12 metros y la separación establecida entre dos consecutivas es de unos 20 metros.

Para todas estas calles transitadas se ha escogido el modelo de luminaria modelo City Soul, ya que es adaptable a cualquier aplicación urbana.

Calle 29

La calle 29 es la calle principal de la Cañada. Es uno de los accesos principales desde Paterna y desde la autovía, además de contener numerosos comercios, entre ellos un Mercadona y un Consum y varios restaurantes. Su estudio ha sido dividido en tres tramos, ya que dispone de distintas morfologías a lo largo de ésta. Se puede observar la calle 29 representada en la figura 14.

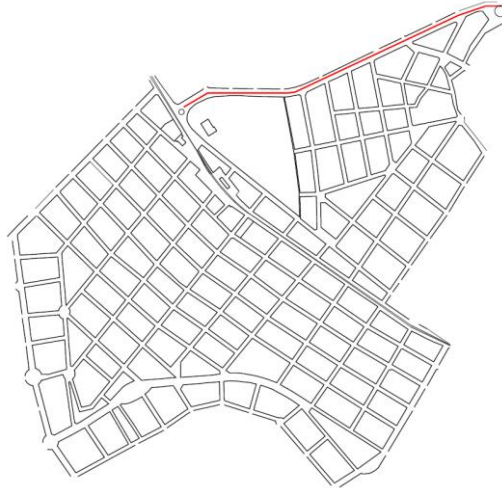


Ilustración 14: Calle 29

Se ha decidido dividir en tres tramos distintos porque existe un primer tramo en el que la calle no dispone de aparcamiento a ninguno de los dos lados de la acera, le sigue de un tramo en el que sólo hay aparcamiento a un lado de la vía y un último tramo en el que la zona de parking se encuentra a ambos lados. Los tres tramos presentan un alcance medio, siendo la distancia que separa dos luminarias consecutivas de 33,5 metros, y una dispersión media, ya que aunque la anchura de la calle sea mayor a las demás calles de este TFG, la altura de las luminarias también lo es, de modo que la dispersión se mantiene.

Se ha escogido una luminaria modelo Luma. Dicha luminaria es idónea para vías principales y muy transitadas, tanto por peatones como por automóviles. También es muy apropiada para grandes alturas, en este caso el punto de luz se encuentra a unos 9 metros de alto. Se ha escogido con difusor DM70 para todos los tramos ya que la diferencia de niveles de iluminación entre las diferentes partes que forman la calle son grandes (10 luxes en las aceras frente a 15 luxes en la calzada).

Pasos a nivel

Existen dos pasos a nivel en el municipio de la Cañada y ambos se han considerado para este TFG. Los he denominado PN1 al paso a nivel situado entre las calles 17 y 15, y PN2 al situado entre las calles 406 y 1. Se pueden ver representados en la figura 15 con una cruz rodeada en rojo.

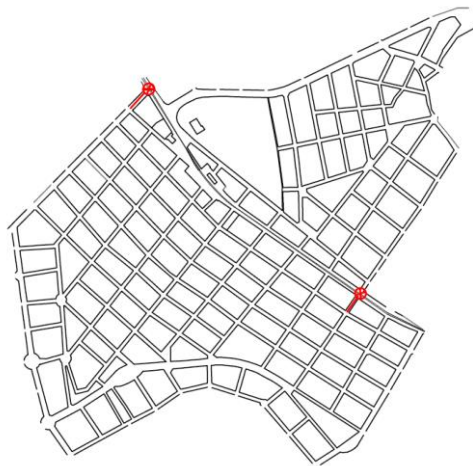


Ilustración 15: Ubicación de los pasos a nivel

Según la normativa de eficiencia energética, los requisitos lumínicos en pasos a nivel han de cubrir un rango mínimo de unos 40 metros después de dicho paso a nivel. Esto queda reflejado en la figura 14 con una línea roja sobresaliendo del paso a nivel (cruz rodeada). Se ha estudiado dicha zona en ambos casos hasta la manzana siguiente a pesar de ser una distancia mayor a los 40 metros.

Para ambas situaciones se ha elegido una luminaria con un alcance largo, ya que para el PN1 la separación entre luminarias consecutivas es de 22 metros con una altura del punto de luz de 7 metros y para el PN2 la separación es de 15 metros en cambio la altura es de 6 metros, y para los dos pasos a nivel el ángulo obtenido es mayor a los 70° . Respecto a la dispersión, es estrecha aunque focalizando en que el haz de luz esté orientado hacia el centro de la calzada y no en las proximidades de la vertical de la luminaria, ya que la clase de alumbrado de la acera es S2 (10 lux) y en la calzada es de S1 (15 lux).

Se ha escogido la luminaria CitySoul Gen2, el mismo modelo que para la calle 15 y 406 que son la continuación de los pasos a nivel 1 y 2 respectivamente. El difusor escogido es DK porque gracias a la apertura de este difusor se consiguen obtener los niveles lumínicos en las aceras, pero sobretodo, en la calzada.

Rotondas

Se han estudiado un total de dos rotondas, situadas al principio y al final del tramo de la calle 29 que se ha cogido para estudio. Los requisitos lumínicos para rotondas establecidos en el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* marcan que los niveles de iluminación para glorietas han de ser un 50% superior a los niveles de accesos o entradas a la misma. De manera que para ambas rotondas, al ser la calle 29 una de las calles que concurren en ella, la iluminancia de éstas será un 50% mayor a los 15 lux que han sido establecidos para la calle 29, es decir, un total de 22,5 luxes para ambas glorietas.



Ilustración 16: Rotondas

Por una parte la rotonda 2, la más cercana al paso a nivel del centro de la Cañada y a la calle 30, la cual está formada por tres entradas (cada una con una pequeña isleta) y con un radio interior de 6,25 metros y exterior de aproximadamente 14 metros.

Se ha llevado a cabo el estudio de dos posibles casos para verificar qué distribución era la más eficiente y económica. Por una parte existía la posibilidad de poner un único mástil en el centro de la rotonda con 4 proyectores a 90° cada uno para cubrir todo el rango a iluminar, y por otra parte colocar cuatro proyectores independientes, una en cada una de las isletas y la acera, situadas a unos 90° cada una aproximadamente. Se obtuvo como mejor solución la primera opción ya que al no tratarse de una rotonda con dimensiones muy grandes se puede permitir cubrir toda la superficie a iluminar con un único mástil, consiguiendo así el ahorro económico de tres mástiles .

Se ha utilizado un mástil de 9 metros de altura, acorde a la altura de las luminarias tanto de la calle 29 como de la calle 30. La columna soporta los cuatro proyectores modelo CORELINE con difusor A ya que gracias a esta distribución de los haces de luz de manera asimétrica (A) se ha podido conseguir abarcar el ángulo establecido para cada proyector.

Por otra parte la rotonda 1, ubicada más al norte del municipio, formada por cuatro entradas con isleta cada una y con un diámetro interior de 25 metros y exterior de 42 metros. El tamaño de esta rotonda no da opción a la hora de ubicar las luminarias, la única alternativa posible es colocarlas alrededor de la rotonda inteniendo cubrir todas la zona a iuminar. Se ha escogido un total de 10 puntos de luz ubicados en las isletas y aceras que la rodean, separadas entre ellas un ángulo aproximado de 36° .

Los proyectores escogidos son también CORELINE con difusor A, situados a 11 metros de altura. No se ha considerado la altura de los proyectores igual a la de las calles que concurren en ella ya que para cubrir todas las zonas con la mejor uniformidad posible se va a necesitar una mayor altura.

Campo de fútbol

Se ha decidido estudiar el campo de fútbol situado en la parte exterior del pabellon deportivo municipal de La Cañada. Se encuentra entre las calles 418 y 419. Se trata de un campo de fútbol sala de 43x23 metros tal y como se puede observar en la figura 17. Según las tablas 1, 2 y A.21 de la Norma UNE-EN 12193 *Iluminación en instalaciones deportivas* (Anexo 1, tablas 18, 19 y 20) la iluminancia media requerida para este uso es de 75 lux con una uniformidad (E_{min} / E_m) de 0,5.

Tras un estudio detallado preliminar sobre cuántos mástiles utilizar, la ubicación de éstos y de cuántos proyectores por mástil poner para poder iluminar de manera uniforme todo el campo, se ha llegado a la conclusión de que el número de mástiles adecuado al tamaño del campo, es de dos por lado con dos proyectores cada uno, es decir, un total de 8 proyectores. Los postes están situados a 11 metros de los laterales y separados 21 metros entre ellos.

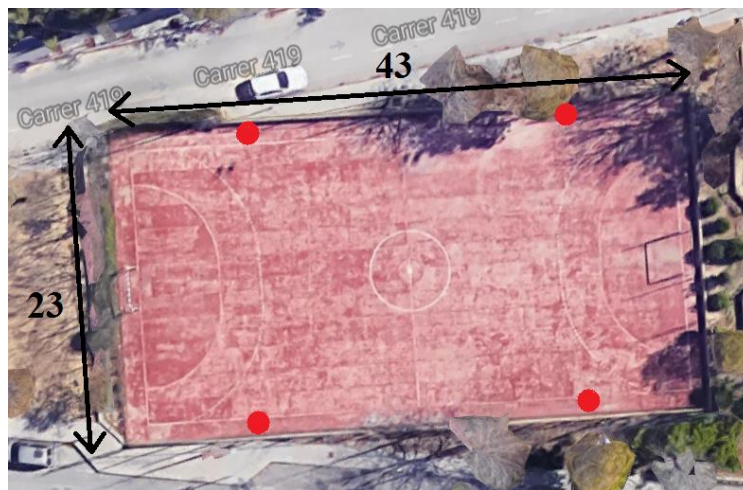


Ilustración 17: Campo de fútbol del complejo deportivo

Para calcular el flujo total del campo se recurre a la ecuación 1 del flujo luminoso. La iluminancia es de 75 luxes; la superficie total del campo es el área cuadrada calculada como 43x23; los factores de mantenimiento y utilización se siguen suponiendo de 0,7 y 0,5 respectivamente aunque es posible el de utilización sea menor porque en estas situaciones existe una mayor pérdida de flujo. El flujo luminoso obtenido de este cálculo es de 265 klm, es decir, 33 klm por proyector aproximadamente.

La altura de los proyectores es de 11 metros y se ha decidido separarlos un ángulo de 45° entre ellos y 45° con la horizontal intentando cubrir toda la superficie con la mayor uniformidad posible. Para poder cubrir la demanda de flujo lumínico se ha utilizado el proyector CORELINE Large con difusor A.

Parque

La Cañada cuenta con un parque municipal de aproximadamente 48.000 m² situado en pleno centro urbano, entre las calles 30, 29 y 508 (el lado de la calle 508 mide 306 metros de longitud, el de la calle 30, 308 metros y el de la calle 29, 174 metros). Dispone de varias entradas repartidas a lo largo de todo su perímetro, cuatro desde la calle 30, una al principio de la calle 29 y abierto desde la calle 508 ya que se trata de una vía de sólo acceso peatonal. Se ha decidido realizar un estudio individual de este parque, a parte de por su considerable tamaño, porque dispone de varios caminos peatonales que conectan un campo de fútbol situado en el medio del parque, varias zonas de juego infantiles repartidas por todo el parque y el centro de salud ubicado a la izquierda, incluyendo una zona de aparcamiento porpía, tal y como se puede observar en la figura 18.



Ilustración 18: Parque municipal

El modelo de luminaria elegida para el parque es Micenas gen2 LED con difusor DS, ya que se ha buscado una apariencia apropiada para esta zona verde. Los caminos tienen aproximadamente una anchura de 2,5 metros y como se ha considerado que las luminarias tengan dispersión unilateral, la altura de éstas se ha definido que sea de 3 metros, separadas entre ellas 7 metros. En la altura escogida se ha tenido en cuenta la cantidad de pinos existentes repartidos por todo el parque, por lo que la altura de 3 metros es idónea para que se creen las menores sombras posibles. El parque también cuenta con zonas de mesas de píknic y zonas infantiles las cuales se han iluminado mediante puntos de luz separados entre sí pero considerando la misma distancia entre ellos que en los caminos. Para las zonas de parque en las que no hay ni caminos establecidos ni zonas comunes se ha decidido disponer de varios puntos de luz puntuales de forma que exista luz en estas zonas pero sin llegar a ser objeto de estudio.

Para La zona del campo de fútbol se han utilizado las mismas luminarias que para los caminos y las zonas comunes debido a que dicho campo no es utilizado con un fin deportivo de competición (como es el caso del campo de fútbol del pabellón al cual sí se le ha dedicado un estudio individual), si no que es para un fin meramente de entretenimiento. No se ha añadido, por eso, ningún proyector que permita añadir un extra de luz.

Plaza

La Cañada cuenta con una plaza (plaza Puerta del Sol) en pleno centro urbano, situada entre la calle Vicent Ferrer por la izquierda, la calle 1 por la derecha, por arriba la calle 23 y por abajo la calle 6. Físicamente la plaza está formada por dos partes divididas por las vías del metro existiendo un paso peatonal para poder cruzar. La parada de metro de *La Cañada* se encuentra justo en la plaza tal y como se observa en la figura 19, está formada por dos andenes, uno a cada lado de las vías, sin embargo, no se han considerado para el estudio porque forman parte del mobiliario de FGV (Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana) y no al Ayuntamiento de Paterna.

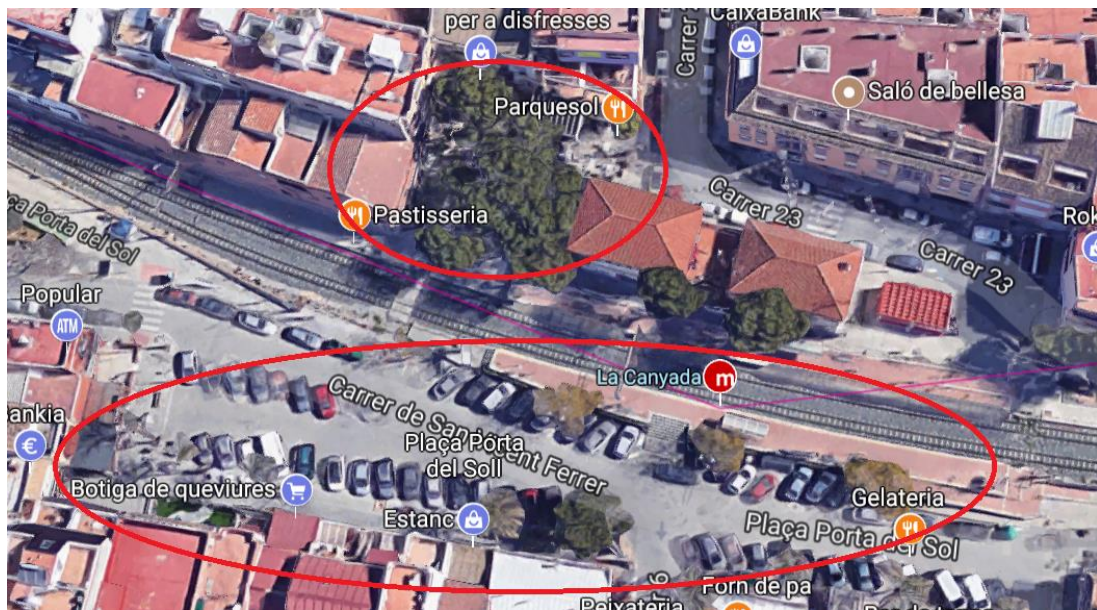


Ilustración 19: Plaza puerta del Sol

Para poder determinar el flujo luminoso necesario, se ha estimado un ancho medio de la calle de 20 metros, tanto para la parte de arriba de las vías como para la de abajo. Con lo que resulta, haciendo uso de la ecuación 1, y suponiendo de nuevo que los factores de utilización y mantenimiento son que el flujo lumínico total para la plaza es de unos 4500 lm. Se ha supuesto una separación entre puntos de luz de 8 metros, ya que se considera una distancia apropiada para zonas transitadas y una altura de las mismas de 4 metros.

Las luminarias escogidas para la plaza son las mismas que para la calle 23 ya que existe paso directo de la calle a la plaza. Se trata por tanto del modelo Micenas gen2 LED con difusor DM70 BL1. Además de estas luminarias en la zona perimetral de la plaza, se han incluido también tres proyectores puntuales modelo CORELINE con difusor A (asimétrico), situados a una altura de 9 metros para poder cubrir aquellas zonas más oscuras, sobretodo se trata de la zona central de la plaza. Se han colocado 2 en la parte de abajo y 1 en la parte de arriba.

2.6 Cálculo luminotécnico

La realización de los cálculos luminotécnicos se ha llevado a cabo mediante el programa informático DIALux 4.13. Se trata de un software que permite determinar y comprobar que los niveles de iluminación establecidos para cada tipología de calle cumplen con los requerimientos establecidos en la tabla 1 del punto 2.2 *Clase de alumbrado*.

El primer paso a seguir es plantear una calle de longitud infinita en la que se debe establecer su organización: calzada, camino peatonal, carril de estacionamiento, carril para bicicletas, vía de escape o línea verde. Una vez queda esto perfectamente definido, se han de determinar por un lado la anchura de cada uno de los elementos que configuran la vía y para ello se ha recurrido a realizar mediciones en ortofotos, ya que esta información no se encuentra en los mapas que han sido proporcionados por el Ayuntamiento de Paterna, y por otro lado el factor de mantenimiento, el cual se ha supuesto en un valor inicial de 0,7 para todas las calles estudiadas.

A continuación, se ha de elegir la luminaria que más se adapte a las necesidades de la vía teniendo en cuenta el alcance y dispersión deseada. Se ha recurrido al catálogo de Philips, que como ya se ha comentado, es uno de los fabricantes más preparados y competitivos dentro del sector de luminarias LED. Una vez elegida dicha luminaria, se han de indicar los valores de la altura del punto de luz, la separación entre puntos de luz consecutivos y la distancia que se quiera dejar entre el mástil y la calzada dependiendo de si va a llevar soporte.

Por último, indicar al programa que realice los cálculos luminotécnicos dónde se va a poder comprobar si los niveles de iluminación que tiene cada calle en función de la luminaria escogida y de los parámetros establecidos cumplen con los mínimos exigidos por el reglamento sin pasarse más del 120%. Dichos niveles dependen de la clase de alumbrado y se encuentran en las tablas 6, 8 y 9 de la ITC-EA-02 (Anejo 1, Tablas 9, 10, 11 y 12).

2.7 Factor de utilización y factor de mantenimiento

Una vez se ha obtenido el cálculo preliminar luminotécnico para cada calle, las dos rotondas, el parque y el campo de fútbol se pretende comprobar a continuación que el factor de utilización y el factor de mantenimiento supuestos previamente en el apartado 2.6 *Cálculos previos* ha sido supuesto correctamente a partir del flujo que establece la lámpara que ha sido escogida.

Para ello, conociendo el flujo luminoso utilizado por la lámpara, se trata de despejar el factor F_U de la ecuación 1, tal y como se muestra en la ecuación 3:

$$F_U = \frac{S \cdot E_m}{F_M \cdot \Phi}$$

Ecuación 3: Factor de utilización

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

| Zona | $\Phi_{lámpara}$ (lm) | $(S \cdot E_m)$ ($m^2 \cdot lux$) | Factor de utilización |
|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Residencial A | 2000 | 495 | 0,35 |
| Residencial B | 1300 | 371,25 | 0,41 |
| Calle 1 A | 2000 | 357,5 | 0,26 |
| Calle 1B | 2300 | 380,25 | 0,24 |
| Calle Barranc de Serra | 3700 | 630 | 0,24 |
| PN1 | 6500 | 2528,4 | 0,56 |
| PN2 | 3000 | 1350 | 0,64 |
| Calle 29.1 | 7000 | 3075 | 0,63 |
| Calle 29.2 | 7600 | 3534,25 | 0,66 |
| | 8600 | 3433,75 | 0,57 |
| Calle 29.3 | 8600 | 3810,63 | 0,63 |
| Calle 23 | 2500 | 780 | 0,45 |
| Calle V. Ferrer | 1600 | 675 | 0,6 |
| Calle 15 | 4000 | 1181,25 | 0,42 |
| Calle 15 PN | 5000 | 2047,5 | 0,59 |
| | 5500 | 2126,25 | 0,55 |
| Calle 406 | 2200 | 948,75 | 0,62 |
| Calle 30 | 2500 | 787,5 | 0,45 |
| Calle 17 | 6000 | 2306,25 | 0,55 |
| Parque | 1500 | 158 | 0,15 |
| Rotonda 1 | 8000 | 2827,43 | 0,504 |
| Rotonda 2 | 12000 | 4294,13 | 0,51 |
| Campo de fútbol | 26000 | 9271,88 | 0,509 |
| Plazas | 4000 | 1200 | 0,43 |

Tabla 4: Factor de utilización

Como se puede observar en la tabla 4, en algunos casos el factor de utilización está por encima al 0,5 supuesto y en otros casos inferior, en cambio, se aproxima bastante en la mayoría al valor inicialmente supuesto. Sólo existe el caso del parque que, al ser un camino de anchura media de 3 metros, el flujo luminoso total necesario para alumbrar el camino es de 450 lm. Se ha escogido la luminaria con menor flujo disponible, pero aun así es muy superior al requerido.

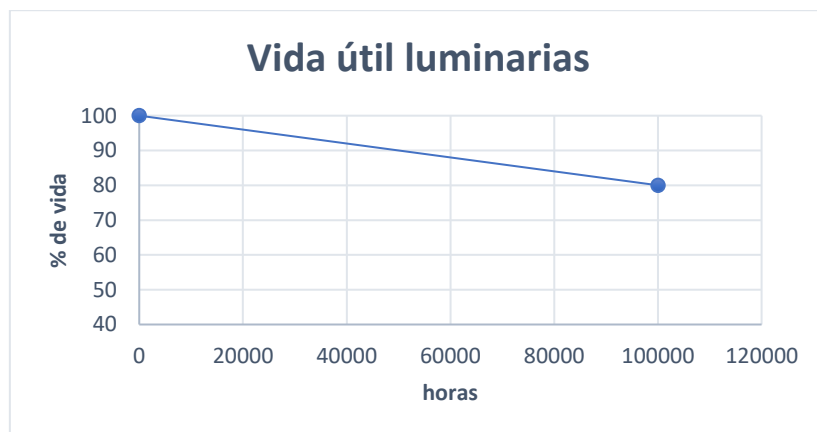
El factor de mantenimiento es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un periodo de funcionamiento y la iluminancia media al inicio. Ha de ser siempre menor que la unidad, pero interesa que resulte lo más elevado posible para que la frecuencia de mantenimiento sea lo más baja posible. Se puede determinar su valor real una vez escogida la luminaria. Para ello es necesario hallar el factor de ensuciamiento y el factor de depreciación (envejecimiento), de modo que su producto dé dicho parámetro, como se observa en la ecuación 4.

$$F_M = F_E \cdot F_D$$

Ecuación 4: Factor de mantenimiento

En primer lugar el factor de ensuciamiento (F_E). Para determinarlo se ha de conocer el grado IP de la luminaria, es decir, el grado de protección que presenta la carcasa exterior de la luminaria frente a posibles agentes sólidos y líquidos. Este valor IP es posible conocerlo ya que es proporcionado en la ficha técnica del producto por el fabricante Philips. Una vez fijado el valor, se ha de recurrir a la tabla 3 del ITC-EA-06 del Reglamento de *Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* (Anejo 1, tabla 23), y conociendo que todas las luminarias escogidas disponen de un IP66, con un grado de contaminación medio y un intervalo de limpieza de 3 años, dicho valor es de $F_E = 0,87$.

En segundo lugar el factor de depreciación o envejecimiento (F_D). Dicho factor es sencillo hallarlo conociendo la vida útil de la luminaria, la cual también se puede conocer en la ficha técnica de producto. Para todas las luminarias escogidas, la vida útil se encuentra en las 100.000 horas (se nota L80B10). Se puede ver representado en la gráfica 1.



Gráfica 1: Vida útil de las luminarias con L80B10

Según establece el IDAE, las luminarias han de ser provistas para iluminar unas 4000 horas al año. Si la vida de diseño establecida para la instalación es de 25 años, las luminarias elegidas deben tener una vida útil tal que cumpla con este período de vida. Se comprueba que, según el fabricante, todos los modelos de luminarias escogidos tienen una vida útil de 100.000 horas, con lo que 100.000 horas totales a 4.00 horas al año, resulta de una vida de 25 años, lo que se había estimado. El factor de depreciación es entonces de $F_D = 0,8$.

Finalmente, conociendo ambos factores, se puede determinar el factor de mantenimiento real como $F_M = 0,87 \cdot 0,8 = 0,696$ aproximadamente 0,7, tal y como se había supuesto al inicio del diseño, por lo que los cálculos obtenidos son óptimos.

3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1 Potencia total instalada

Para empezar con el diseño preliminar eléctrico, es necesario calcular la energía eléctrica necesaria para la puesta en marcha del sistema de iluminación previsto en los apartados anteriores. Para ello se elabora la tabla 5 donde se recoge la potencia total del sistema a partir del consumo de cada modelo de luminaria escogida y del número total de luminarias.

| Calle | Modelo de luminaria | Número de luminarias | Potencia (W) | Potencia total (kW) |
|------------------------|------------------------------|----------------------|--------------|---------------------|
| Residencial A | BPP611 GRN20/830 WRN | 534 | 20 | 10,68 |
| Residencial B | BPP611 GRN13/830 WRN | 1232 | 14 | 17,24 |
| Calle 1 A | BPP610 ECO20/83 WRN | 48 | 19 | 0,912 |
| Calle 1B | BPP610 ECO23/830 WRN | 48 | 26 | 1,25 |
| Calle Barranc de Serra | BPP611 ECO34/830 WRN | 37 | 37 | 1,36 |
| PN1 | BRP530 GRN55/740 DK | 8 | 46 | 0,36 |
| PN2 | BRP530 GRN30/740 DK | 9 | 23 | 0,21 |
| Calle 29 | BGP623 LED75-4S/757 DM70 | 16 | 63 | 1 |
| | BGP623 LED85-4S/757 DM70 | 26 | 57 | 1,48 |
| Calle 23 | BDP791 FG LED25/830 DM70 BL1 | 18 | 25 | 0,45 |
| Calle V. Ferrer | BPP614 GRN16/830 NRN | 38 | 16 | 0,61 |
| Calle 15 | BRP530 GRN40/740 DRW | 93 | 32 | 2,97 |
| Calle 15 PN | BRP530 GRN50/740 DK | 16 | 38 | 0,61 |
| | BRP530 GRN55/740 DK | 16 | 38 | 0,61 |
| Calle 406 | BRP530 GRN22/740 DW | 28 | 16 | 0,45 |
| Calle 30 | BRP530 GRN25/740 DRW | 82 | 21 | 1,72 |
| Calle 17 | BPP530 GRN60/830 DW | 3 | 46 | 0,14 |
| Rotonda grande | BVP120 LED80/NW A | 10 | 80 | 0,8 |
| Rotonda pequeña | BVP120 LED120/NW A | 4 | 120 | 0,48 |
| Parque | BDP782 GRN15/740 DS | 254 | 15 | 3,8 |
| Campo de fútbol | BVP130 LED260/740 A | 8 | 243 | 1,94 |
| plaza | BDP791 FG LED40/740 DM70 BL1 | 33 | 29 | 0,96 |
| | BVP120 LED40/NW A | 3 | 40 | 0,12 |
| | | | TOTAL | 50,55 |

Tabla 5: Potencia total de la instalación

3.2 Cuadros de mando

Una vez se conoce la potencia total instalada en la instalación (50,43 kW), es posible estimar cuántos cuadros de mando de baja tensión van a ser necesarios en la instalación para cubrir de manera satisfactoria toda la demanda eléctrica. Para ello, sabiendo que cada cuadro es capaz de soportar cargas de entre 5-10 kW, se necesitarán un total de 5 cuadros de mando para poder abastecer todas las luminarias de manera óptima y eficiente. Se han decidido ubicar los cuadros de mando en los puntos marcados en azul en la figura 20.



Ilustración 20: Ubicación de los cuadros de mando

El criterio a seguir para elegir la posición de los cuadros eléctricos ha sido ubicarlos en el centro de gravedad de las cargas, intentando conseguir así mínimas longitudes de cableado y la mínima sección posible por línea.

El cuadro de mando 1 está ubicado entre la calle 406 y la calle 9; el cuadro de mando 2, entre la calle 12 y la calle 13; el cuadro de mando 3 se encuentra en la plaza Puerta del Sol; el cuadro de mando 4, entre la calle 525 y la calle 530; y por último el cuadro de mando 5, ubicado entre la calle 542 y la calle 545.

Para cada uno de los cuadros de mando diseñados, se trata de un contrato de suministro eléctrico en baja tensión (BT).

3.3 Puesta a tierra

Una vez efectuado el reparto equitativo de potencias se procede al cálculo preliminar eléctrico, para ello se han tenido que determinar varios parámetros previamente.

En primer lugar se ha querido escoger un sistema de puesta a tierra de la red mediante pica vertical porque, aunque existen otras alternativas, ésta es la más sencilla pero igual de eficiente. Se ha determinado que la resistividad del terreno de esta zona es de unos 100 $\Omega \cdot m$ y la longitud de la pica sea de 2 metros, lo que resulta una resistencia de 50 Ω por cada pica.

A continuación se ha realizado una estimación aproximada del número de líneas a disponer por cada cuadro y de la longitud de cada una de ellas. Se ha considerado establecer entre 8 y 10 líneas independientes por cada cuadro con longitudes alrededor de los 100-500 metros. Con esta solución se permite establecer una potencia asequible por línea de entre 1-1,8 kW, además de que, en caso de fallo en alguna de las líneas, la avería afectaría a un menor número de calles gracias al reparto equitativo de la potencia.

También ha sido necesario establecer entre un circuito monofásico o trifásico para la alimentación de las cargas situadas a lo largo de las líneas. Como la potencia consumida por la mayoría de ellas no es elevada, se ha propuesto inicialmente establecer circuitos monofásicos para todas ellas.

En cuanto al tendido eléctrico a efectuar, se ha escogido situar los cables enterrados bajo tubo, ya que es la tipología más adoptada para iluminación en entornos urbanos, además de que no resulta apreciable para los usuarios y sobre todo se evitan contactos directos indeseables. Según REBT, dicho tendido quedará emplazado a unos 0,5 metros de profundidad.

Por último se ha tenido que determinar la protección de las líneas. Para las líneas que soportan las cargas se ha establecido que sea un interruptor magnetotérmico (Interruptor Automático) y un interruptor diferencial, con la finalidad de detectar sobreintensidades o cortocircuitos que puedan dañar la instalación y para la línea principal se ha escogido un fusible, que es un componente eléctrico capaz de cortar cualquier corriente.

Una vez perfectamente establecidos todos estos parámetros, se recurre al cálculo eléctrico y poder determinar así una solución óptima para la distribución de la energía. Los resultados obtenidos han de cumplir los siguientes criterios:

1. Sección de los conductores:

- La caída de tensión máxima en la línea ha de ser como máximo del 3%.
- La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de la intensidad máxima admisible por el cable (I_z).

2. Protecciones:

- **Sobrecargas:** Para que la línea esté protegida frente a sobrecargas, por un lado la intensidad nominal de la protección ha de ser mayor que la intensidad que circula por el conductor pero menor que la intensidad admisible por el cable:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Ecuación 5: Condición 1 protección frente a sobrecargas

Por otro lado, la intensidad de disparo de la protección ha de ser al menos 1,45 veces mayor que la intensidad admisible por el cable:

$$I_t \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Ecuación 6: Condición 2 protección frente a sobrecargas

- **Cortocircuitos:** Para que la línea esté protegida frente a cortocircuitos, el poder de corte de la protección ha de ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{CU} \geq I_{cc,max}$$

Ecuación 7: Condición protección frente a cortocircuitos

Además, la protección ha de ser capaz de disparar antes de que se dañen los distintos materiales aislantes del conductor causado por el aumento de la temperatura.

- **Contactos indirectos:** El contacto de una persona con los conductores puestos bajo tensión de manera accidental se llama contacto indirecto. Esta conexión accidental es el resultado de un defecto de aislamiento. Circula una corriente de defecto y provoca una elevación de la tensión entre la masa del receptor eléctrico y tierra. Esta tensión de defecto es peligrosa si es superior a la tensión límite de seguridad. Para asegurar la protección de las personas y la continuidad de la instalación, los conductores están aislados respecto a las masas conectadas a tierra. El aislamiento se realiza mediante materiales aislantes.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados instalación luminotécnica

Se va a proceder a comprobar que los valores lumínicos obtenidos satisfacen los criterios establecidos inicialmente. Se va a dividir los resultados en viales, campo de futbol, rotondas, parque y plaza.

Viales urbanos

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| RS2 | 10,72 | 8,86 | 11,3 | 9,23 | 10,7 | 8,86 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| RS3 | 8,23 | 7,35 | 8,32 | 7,19 | 8,23 | 7,35 |
| Requerim | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ |

| | Acera | | Carril bici | |
|-----------------|----------|-----------|-------------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 1A | 5,41 | 4,22 | 5,38 | 4,12 |
| Requerim | ≥ 5 | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 1 |

| | Acera | | Carril bici | |
|-----------------|----------|-----------|-------------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 1B | 6,17 | 4,49 | 5,38 | 4,12 |
| Requerim | ≥ 5 | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 1 |

| | Acera | | Calzada | |
|-----------------|----------|-----------|----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| BARRANC | 6,88 | 5,97 | 5,04 | 2,74 |
| Requerim | ≥ 5 | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 1 |

| | Acera | | Calzada | | Aparcamiento | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| V.FERRER | 15,5 | 14,1 | 16,8 | 12,1 | 15 | 11,9 | 15,6 | 14,4 |
| Requerim | ≥ 15 | ≥ 5 | ≥ 15 | ≥ 5 | ≥ 15 | ≥ 5 | ≥ 15 | ≥ 3 |

| | Acera | | Aparcamiento | | Calzada | | Aparcamiento | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 23 | 15,03 | 12,16 | 16,03 | 13,93 | 15,62 | 13,59 | 16,03 | 13,93 | 15,03 | 12,16 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 15 | 8,47 | 7,04 | 8,46 | 6,39 | 8,47 | 7,04 |
| Requerim | $\geq 7,5$ | $\geq 1,1$ | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ | $\geq 7,5$ | $\geq 1,1$ |

| | Acera | | Carril bici | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|------------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 15 Bici | 7,61 | 4,35 | 11,2 | 6,33 | 16,6 | 11,4 | 8,92 | 4,28 |
| requerim | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 15 | ≥ 5 | $\geq 7,5$ | $\geq 1,5$ |

| | Acera | | Aparcamiento | | Calzada | | Aparcamiento | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 30 | 10,74 | 8,91 | 11,76 | 9,6 | 11,23 | 8,98 | 11,76 | 9,6 | 10,74 | 8,91 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 406 | 11,53 | 6,42 | 17,42 | 12,64 | 11,5 | 6,42 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 15 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|----------|------------|------------|-----------|----------|------------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 17 | 8,99 | 6,12 | 10,35 | 8,29 | 7,83 | 7,26 |
| Requerim | ≥ 5 | $\geq 1,5$ | $\geq 7,5$ | ≥ 3 | ≥ 5 | $\geq 1,5$ |

| | Acera | | Calzada | | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | L_m | UO | UI | E_m | E_{min} |
| 29.1 | 10,62 | 7,37 | 1,2 | 0,82 | 0,81 | 10, | 7,88 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 1 | $\geq 0,4$ | $\geq 0,6$ | ≥ 1 | ≥ 3 |

| | Acera | | Aparcamiento | | Calzada | | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | L_m | UO | UI | E_m | E_{min} |
| 29.2 | 10,02 | 6,35 | 11,46 | 8,42 | 1,06 | 0,78 | 0,82 | 10,26 | 7,1 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 15 | $\geq 0,4$ | $\geq 0,6$ | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Aparcamiento | | Calzada | | | Aparcamiento | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|----------|------------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | L_m | UO | UI | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| 29.3 | 10,19 | 6,69 | 11,95 | 8,63 | 1 | 0,75 | 0,84 | 11,95 | 8,63 | 10,1 | 6,69 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 1 | $\geq 0,4$ | $\geq 0,6$ | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| PN1 | 10,16 | 7,28 | 21,27 | 0,65 | 10,1 | 7,28 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 20 | $\geq 0,4$ | ≥ 10 | ≥ 3 |

| | Acera | | Calzada | | Acera | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} | E_m | E_{min} |
| PN2 | 10,13 | 7,34 | 20,05 | 0,89 | 10,1 | 7,34 |
| Requerim | ≥ 10 | ≥ 3 | ≥ 20 | $\geq 0,4$ | ≥ 10 | ≥ 3 |

Tabla 6: Resultados lumínicos de todas las calles

Como se puede observar, todos y cada uno de ellos cumple con los requerimientos establecidos previamente. La figura 21 muestra el resultado final de iluminar todas y cada una de las calles.



Ilustración 21: Resultado final iluminado

En la figura 21 no se muestra el resultado final ni del parque, ni de las rotondas, ni del campo de fútbol ni de las plazas porque van a ser estudiadas de manera individual a continuación.

Se va a proceder a mostrar especificaciones que nos facilita el programa de una única calle, concretamente la calle 406, ya que está formada con dos aceras y una calzada con niveles de iluminación muy distintos entre ellos. En los anejos se encuentran las figuras 37 y 38 dónde se pueden apreciar todas las especificaciones que han sido introducidas en el programa: ancho de cada una de las partes, factor de mantenimiento, luminaria escogida, etc. y las comprobaciones reales de cumplimiento de los requerimientos respectivamente.

Si se escoge al detalle de, por ejemplo, la calzada, Dialux es capaz de proporcionar imágenes como la figura 22, la cual indica los valores en luxes que se reparten a lo largo de ella.

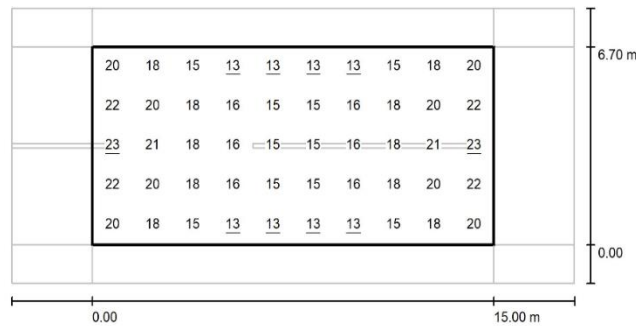


Ilustración 22: Valores en luxes de la calzada, calle 406

Como resultado, Dialux muestra una tabla con valores de la iluminancia media requerida E_m , la iluminancia mínima y máxima. Además de datos como la distribución (E_{min}/E_m) .

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 17 | 13 | 23 | 0.725 | 0.550 |

Ilustración 23: Resultados lumínicos calle 406

La iluminancia media de la calzada de la calle 406 ha sido de 17 luxes. Inicialmente se había supuesto que los niveles de iluminación para la calzada fueran 15 luxes, así que se puede decir que cumple perfectamente con lo establecido ya que no sobrepasa el 120% permitido. Además, la distribución marcada por normativa es de 0,3, la conseguida ha sido de 0,725, un resultado más que óptimo.

Todas estas comprobaciones ha sido realizadas con todas las tipologías de calles estudiadas, en los anejos 2 están adjuntas las comprobaciones de un par de calles más, sin embargo, no se han incluido los resultados proporcionados por Dialux de todas ellas porque si no alargaría demasiado la extensión del TFG.

Campo de fútbol

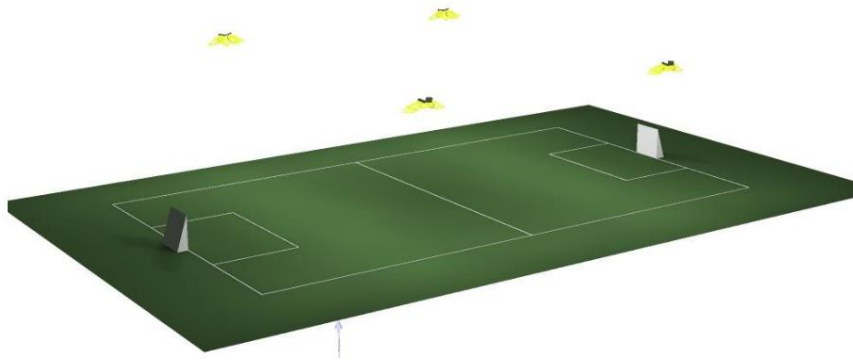


Ilustración 24: Campo de futbol iluminado

Una vez conociendo el número de proyectores totales (dos por mástil inclinados 45° entre ellos y con respecto a la horizontal) y los niveles de iluminación de cada uno, sólo queda introducir los datos en el programa para verificar que cumplen. Los resultados son los siguientes:

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 77 | 38.5 | 87 | 0.5 | 0.34 |

Ilustración 25: Resultados lumínicos del campo

Se puede observar que la iluminancia media es 77 lux, dentro del 120% de los 75 luxes que marca la normativa. Lo que realmente interesa a la hora de diseñar un campo de futbol es que la distribución sea lo más homogénea posible. La norma marca que ha de ser de 0,5. Esta distribución se puede observar en la gama de grises de la figura 26.

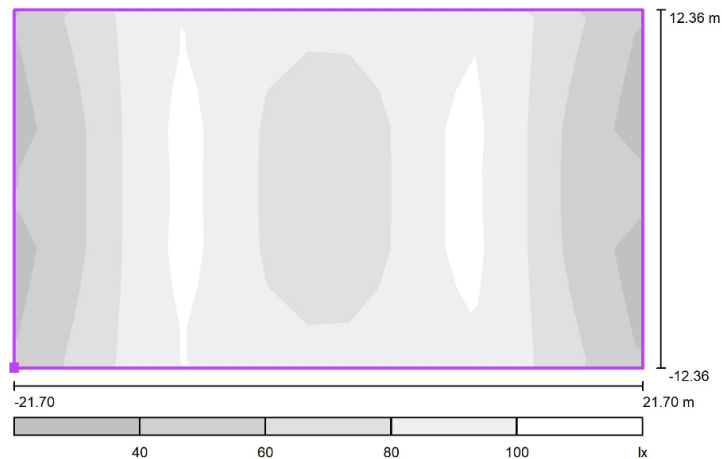


Ilustración 26: Gama de grises campo de futbol

Rotondas

En primer lugar la rotonda 1, dispuesta con 10 mástiles de 11 metros de altura situados aproximadamente 36° unos con otros. El resultado final se puede observar en la figura 27.

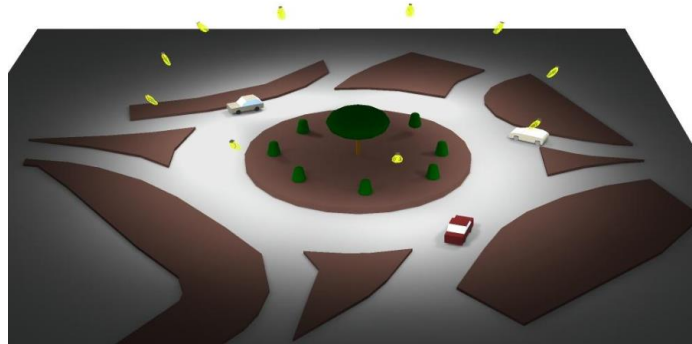


Ilustración 27: Rotonda 1 iluminada

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Sumario de los resultados

| N° | Tipo | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
|----|---------------|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 1 | perpendicular | 25 | 7.5 | 27 | 0.3 | 0.28 |

Ilustración 28: Resultados luminotécnicos Rotonda 1

Se cumplen con los requisitos lumínicos, 25 luxes para la distribución media y una distribución luminosa de 0,3, dentro de los límites que marca la normativa.

Estos valores obtenidos se pueden observar en la figura 29. Se observan 13 líneas, son las líneas de la trama de cálculo que el programa pone por defecto para determinar si la distribución es uniforme.

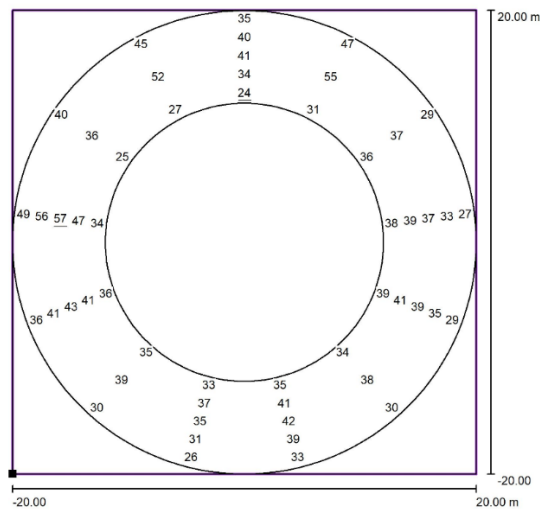


Ilustración 29: Valores lumínicos de la Rotonda 1

Por otro lado la rotonda 2, dispuesta de un único mástil de 9 metros de altura con 4 proyectores a 90° cada uno tal y como se observa en la figura 30.

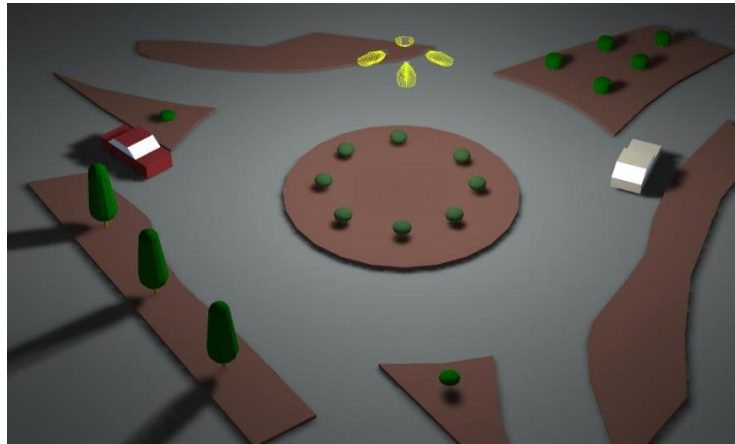


Ilustración 30: Rotonda 2 iluminada

Para poder cubrir toda la superficie de cálculo de la rotonda, se han tenido que inclinar los cuatro proyectores 40° con respecto del eje X, tal y como se muestra en la figura 31.

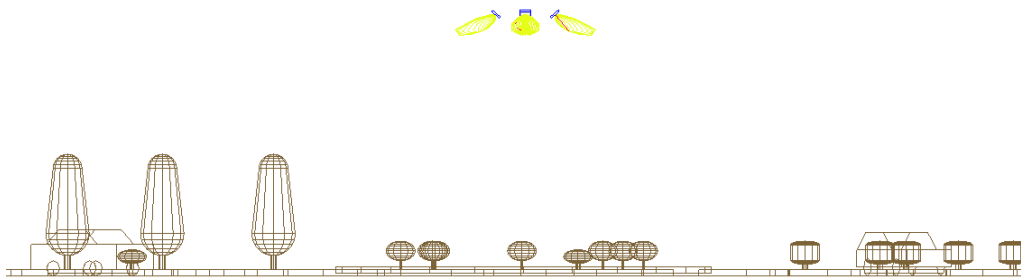


Ilustración 31: Inclinación de los proyectores, Rotonda 2

Los resultados luminosos obtenidos en la rotonda 2 se muestran en la figura 32. Se puede observar que, por una parte, la iluminancia media es de 23 luxes, un valor aceptado por normativa ya que el máximo permitido sería de 27 lux y, por otra, la distribución lumínica es de 0,33, justo lo que marca el reglamento de Eficiencia Energética.

Sumario de los resultados

| Nº | Tipo | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
|----|---------------|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 1 | perpendicular | 23 | 7.5 | 25.5 | 0.33 | 0.29 |

Ilustración 32: Resultado lumínicos Rotonda 2

Plazas

Se ha llevado a cabo el estudio luminoso por separado. La imagen 33 muestra el resultado final de la iluminación.



Ilustración 33: Plaza Puerta del Sol iluminada

El estudio de la plaza ha sido el más costoso porque al disponer de zonas con anchos no constantes, se han tenido que poner varios proyectores para que proporcionara una distribución más homogénea. El resultado final es el siguiente:

Parte de abajo de la plaza:

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 23 | 12 | 38 | 0.52 | 0.32 |

Parte de arriba de la plaza:

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 24 | 12 | 40 | 0.5 | 0.3 |

Ilustración 34: Resultados luminosos de la plaza

Las zonas del centro de ambas partes han sido las más problemáticas ya que el ancho de la plaza es muy grande, sin embargo, gracias a los proyectores se ha conseguido iluminar todas las zonas consiguiendo así una uniformidad óptima para toda la plaza. La iluminancia de ambas partes está dentro del 120% de los 22,5 luxes establecidos por normativa.

Parque

El resultado final de iluminar el parque es el mostrado en la figura 35.

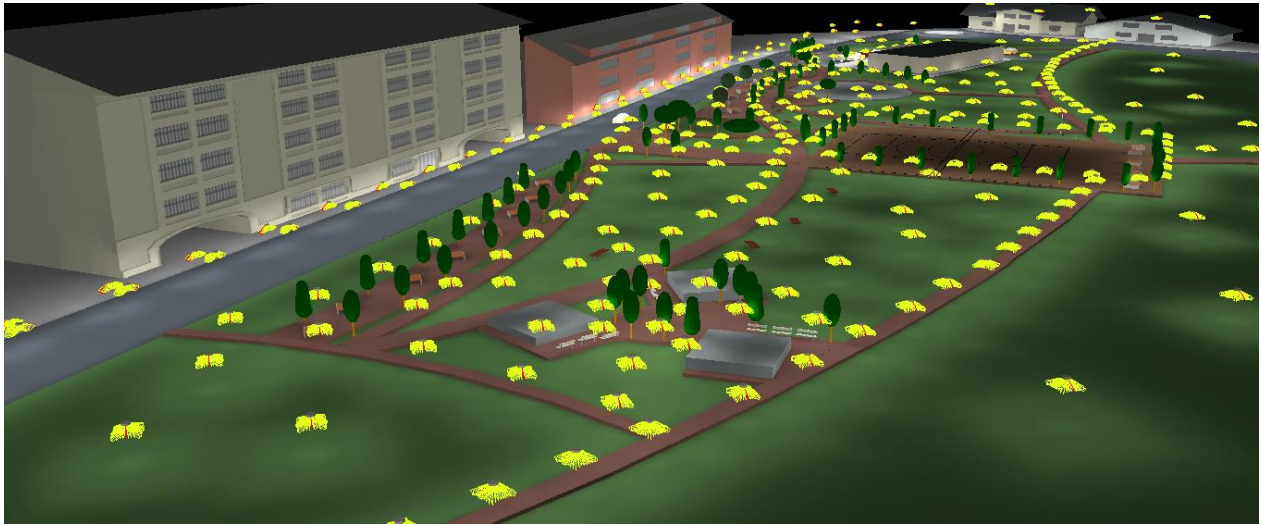


Ilustración 35: Parque iluminado

El parque ha sido iluminado con un total de 254 luminarias, consiguiendo el siguiente resultado:

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 10 | 3 | 20 | 0.3 | 0.15 |

Ilustración 36: Resultados luminosos del parque

Estos han resultado del estudiar sólo los caminos, lo que corresponde con los tramos de color marrón de la imagen 36 porque el parque, al tener un área total tan grande y al no iluminarse los caminos de la misma forma que las zonas de pinada, si no se hubiera considerado de manera individual la superficie de cálculo, la distribución hubiera sido nula. En este caso, la distribución conseguida es de 0,3, tal y como marca la normativa para clases de alumbrado S2.

En los anejos 2 se encuentran más imágenes de los resultados lumínicos tanto de la calle 406, de las rotondas, parque y plaza como de un par de calles más. Además, en los anejos 4 también se encuentran las luminarias escogidas para cada una de las calles, con toda la información técnica requerida (apartado 4. *Luminarias*).

En la tabla 7 se puede observar el rendimiento total de cada luminaria (η) como el cociente entre el flujo luminoso de la luminaria y el flujo luminoso de la lámpara. También se puede observar la eficiencia energética de la lámpara como el cociente entre el flujo luminoso de la lámpara y su potencia.

| Calle | $\Phi_{lámpara}$ (lm) | $P_{lámpara}$ (W) | $\epsilon_{lámpara}$ | $\Phi_{luminaria}$ (lm) | η |
|----------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|--------|
| Residencial A | 2000 | 20 | 100 | 1820 | 0,91 |
| Residencial B | 1300 | 14 | 92,86 | 1157 | 0,89 |
| Calle V.Ferrer | 1600 | 16 | 100 | 1408 | 0,88 |
| Calle 30 | 2500 | 21 | 119,05 | 2075 | 0,83 |
| Calle 406 | 2200 | 22 | 100 | 1870 | 0,85 |
| PN2 | 3000 | 23 | 130,43 | 2460 | 0,82 |
| Calle 15 | 4000 | 32 | 125 | 3280 | 0,82 |
| Calle 23 | 2500 | 25 | 100 | 1350 | 0,54 |
| Calle 1B | 2300 | 26 | 88,46 | 2047 | 0,89 |
| Calle 1A | 2000 | 19 | 105,26 | 1780 | 0,89 |
| Calle 15 PN | 5000 | 38 | 144,74 | 4100 | 0,82 |
| | 5500 | 38 | 131,58 | 4510 | 0,82 |
| PN1 | 5500 | 46 | 119,57 | 4510 | 0,82 |
| Barranc Serra | 3400 | 37 | 91,89 | 3094 | 0,91 |
| Calle 17 | 6000 | 46 | 130,43 | 5040 | 0,84 |
| Calle 29 | 8600 | 63 | 136,51 | 7396 | 0,86 |
| | 7600 | 57 | 133,33 | 6536 | 0,86 |
| Rotonda gran. | 8000 | 80 | 100 | 8000 | 1,00 |
| Rotonda peq. | 120000 | 120 | 1000 | 120000 | 1,00 |
| Parque | 1500 | 15 | 100 | 1155 | 0,77 |
| Campo fútbol | 26000 | 243 | 107 | 26000 | 1,00 |
| Plaza | 4000 | 29 | 137,93 | 3160 | 0,79 |

Tabla 7: Rendimiento luminaria/ eficiencia de la lámpara

4.2 Resultados instalación eléctrica

En cuanto a resultados eléctricos, se tienen los resultados proporcionados por el programa de cálculo Cypelec una vez se han introducido todos los parámetros establecidos en el diseño preliminar eléctrico.

En este TFG se ha incluido la comprobación de los resultados eléctricos obtenidos del estudio de un único cuadro de mando ya que si no la extensión del mismo sería mucho mayor. A continuación se detalla un resumen de los resultados obtenidos para este cuadro de mando 1, sin embargo, el esquema unifilar de los otros cuatro cuadros de mando estudiados se encuentra en los planos 5, 6, 7 y 8.

La potencia total demandada para este cuadro es de 10,02 kW. Se han optado por diseñarlo con 9 líneas y con todos los parámetros que han sido establecidos en el diseño preliminar: puesta a tierra con pica vertical, protección general del cuadro mediante un fusible y protección de los circuitos derivados mediante interruptor automático y diferencial. Líneas enterradas bajo tubo, monofásicas.

La primera vez que se llevó a cabo el cálculo, los resultados obtenidos de las líneas eran de sección superior a 6 mm^2 y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado era, en todas las líneas, superior al 3%. Por lo que inmediatamente daba a entender que el tipo de línea no debía ser monofásica si no, trifásica. Esto se puede observar en la tabla 8 en la columna tipo: T (trifásica).

Esta solución final es la siguiente:

| Esquemas | Tipo | Longitud (m) | Línea | I_z (A) | I_B (A) |
|--------------------------|------|--------------|--------------------|-----------|-----------|
| Esquema eléctrico | T | 20.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 14.2 |
| L1 | T | 374.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.6 |
| L2 | T | 365.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.4 |
| L3 | T | 317.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.3 |
| L4 | T | 362.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.4 |
| L5 | T | 420.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.4 |
| L6 | T | 450.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.2 |
| L7 | T | 334.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.4 |
| L8 | T | 444.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 1.6 |
| L9 | T | 130.0 | RZ1 0.6/1 kV 5 G 6 | 57.6 | 3.0 |

Tabla 8: Resultados eléctricos de las líneas

Tal y como se puede observar en la tabla 8, el tipo de línea de alimentación para todas las líneas es *RZ1 0.6/1 kV 5 G 6*, lo que significa que el tipo de cable empleado es RZ1, constituidas por 5 conductores de cobre aislados de 0,6/1 kV, (3 fases, 1 neutro y 1 puesta a tierra) y de sección del cable de 6 mm^2 .

En la tabla 6 también se observa que se cumple con los criterios establecidos de sección de conductores planteados en el diseño preliminar: la intensidad que circula por el conductor (I_B) es, en todas las líneas, menor a la intensidad máxima admisible por el cable (I_z).

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga, cortocircuito y contactos indirectos de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Sobrecargas:

| | Protecciones | I_z (A) | I_t (A) | $1,45 \cdot I_z$ (A) |
|-------------------------|--|-----------|-----------|----------------------|
| Línea general | IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG | 57,6 | 25,6 | 83,5 |
| Líneas derivadas | C60N Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 | 57,6 | 8,7 | 83,5 |

Tabla 9: Resultados de protección frente a sobrecargas

Se comprueba en la tabla 9 que la condición de protección frente a sobrecargas (ecuación 6) se cumple:

Para la línea general: $I_t = 25,6 \text{ A} \leq 83,5 \text{ A} = 1,45 \cdot I_z$

Para las líneas derivadas: $I_t = 8,7 \text{ A} \leq 83,5 \text{ A} = 1,45 \cdot I_z$

Cortocircuitos:

| | Esquema | Protecciones | I_{cu} (kA) | I_{cs} (kA) | $I_{cc,max}^-$ $I_{cc,min}$ (kA) | $t_{cable,cc max}^-$ $t_{cable,cc min}$ (s) | $t_{p,cc max}^-$ $t_{p,cc min}$ (s) |
|------------------|-------------------|---|------------------|------------------|--|---|---|
| Línea general | Esquema eléctrico | IEC60269 gL/gG In=16A; Un=400V; Icu=100kA; Tipo gL/gG | 100 | 100 | 12-1,2 | <0,1-0,51 | / - 0,02 |
| Líneas derivadas | Líneas | C60N Curva B In=6A; Un=240/415V; Icu=6kA; Tipo B; Categoría 3 | 6 | 6 | 2,4-0,1 | 0,13-≥5 | 0,1-0,1 |

Tabla 10: Resultados de protección frente a cortocircuitos

Se comprueba en la tabla 10 la condición de protección frente a cortocircuitos (ecuación 7): tanto para la línea general como para las secundarias, el poder de corte de la protección (I_{cu}) es mayor a la intensidad máxima de cortocircuito ($I_{cc,max}$).

Contactos indirectos:

| | Protecciones | I_d (A) | Sensibilidad (A) | $I_{no\ disparo}$ (A) |
|------------------|---|-----------|------------------|-----------------------|
| Líneas derivadas | IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) | 63,884 | 0,3 | 0,15 |

Tabla 11: Resultados de protección frente a contactos indirectos

Se puede comprobar en la tabla 11 que la intensidad de defecto es mayor a la intensidad de no disparo, lo que asegura que si en alguna ocasión se produjera un contacto indirecto no deseado, el interruptor diferencial de la línea actuaría.

Por un lado, los dispositivos de protección frente a sobrecargas están previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones. Por otro lado, los elementos de protección frente a cortocircuitos están dispuestos para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. En el origen del circuito se establece un dispositivo de protección contra cortocircuitos (un fusible IEC60269) cuyo poder de corte de $I_{cu} = 100 \text{ kA}$ capaz de proteger toda la línea frente a cortocircuitos y sobrecargas. Para la protección de las 9 líneas secundarias del circuito, se han utilizado un interruptor automático C60N con intensidad nominal de $I_N = 16 \text{ A}$ y poder de corte $I_{cu} = 6 \text{ kA}$ con Curva B capaz de proteger frente a sobrecargas como frente a cortocircuitos cada línea.

El tipo de curva escogido para estos interruptores es B, adecuado para instalaciones de alumbrado público ya que no se trata de equipos con intensidades de arranques altas.

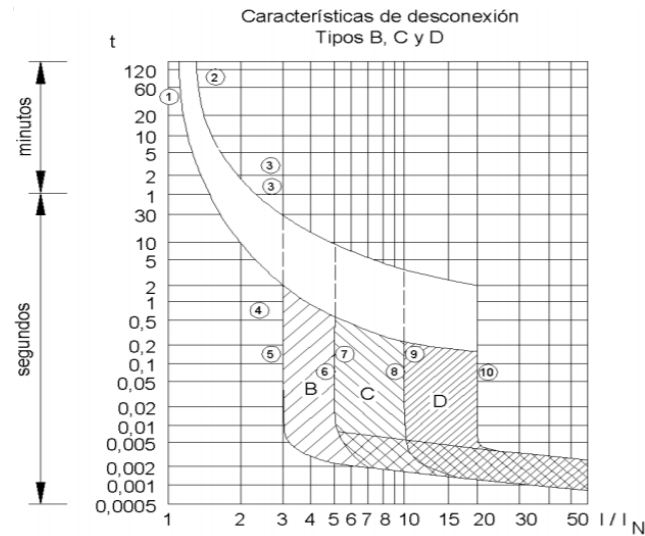


Ilustración 37: Curvas características de disparo I/t de un IA

En el *plano 3: Unifilar cuadro de mando 1* se halla el esquema unifilar de este cuadro estudiado y en el *plano 4: Líneas Cuadro de Mando 1* se halla la distribución elegida para cada una de las 9 líneas que forman el cuadro.

4.3 Análisis de Eficiencia Energética

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado se define como:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P}$$

Ecuación 8: Eficiencia Energética

Siendo:

- ε : Eficiencia energética de la instalación de alumbrado ($m^2 \cdot \text{lux}/W$).
- S: Superficie iluminada (m^2).
- E_m : Iluminancia media en servicio (lux).
- P: Potencia (W)

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara y de la geometría de la instalación, deben cumplir con los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en a tabla 1 del ITC-EA-01 (Anejo 1, tabla 24). El valor de la eficiencia energética real ha de ser mayor al mínimo marcado en el *Reglamento de Eficiencia Energética* en función de la iluminancia media en servicio de la instalación. Para el caso de esta instalación de alumbrado, la iluminancia media de la instalación es de 10 luxes, por lo que la eficiencia energética real ha de ser mayor a la eficiencia energética mínima de $\varepsilon_{min} = 12 m^2 \cdot \text{lux}/W$.

La eficiencia real resultante, siendo el sumatorio de la iluminancia media y la superficie total es de $48.569,97 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}$ y el sumatorio de potencias es de 1064W , lo que resulta en $45,65 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ mayor a los 12 de la eficiencia mínima.

Una vez obtenido el valor de la eficiencia real, para poder calificar la instalación, es necesario conocer su índice de eficiencia energética (I_ϵ). Para ello se recurre a la ecuación 9: se conoce la eficiencia real y para hallar el valor de eficiencia de referencia se recurre a la tabla 3 de ITC-ES-01 (Anejo 1, Tabla 25) en función de la iluminancia en servicio proyectada. En este caso es de $18 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$.

$$I_\epsilon = \frac{\epsilon_{real}}{\epsilon_{ref}}$$

Ecuación 9: índice de eficiencia energética

En este caso se trata de un índice de eficiencia energética de $I_\epsilon = 2,54$. Para poder etiquetar la instalación según la calificación energética, es necesario conocer el ICE (índice de calificación energética), siendo éste la inversa de la I_ϵ ($ICE = 1/I_\epsilon$), es decir, $0,394$. Recurriendo a la tabla 4 de ITC-ES-01 (Anejo 1, Tabla 26) se establece que la letra de calificación energética correspondiente a esta instalación es la A.

| Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado | |
|--|--|
| <p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p> | |
| <p>Instalación: La Cañada Localidad / Calle: Valencia Horario de funcionamiento: 4000 h/año Consumo de energía anual (kWh/año): 113.109,26 Emisiones de CO₂ anual (kgCO₂/año): 38.457,15 Índice de eficiencia energética (I_ϵ): 2,85 Iluminancia media en servicio E_m (lux): 10 Uniformidad (%): 40</p> | |

Ilustración 38: Calificación energética

4.4 Análisis de contaminación lumínica

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa o reflejada por las superficies iluminadas. La zona de La Cañada se puede clasificar, según la tabla 1 de la ITC-EA-03 (Anejo 1, tabla 27) como zona E3, al tratarse de un área con luminosidad media: zona urbana con calzadas iluminadas.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado (FHSI), y para zonas E3, según establece la tabla 2 de la ITC-EA-03 (Anejo 1, tabla 28), ha de ser menor o igual al 15%. De los todos los cálculos lumínicos realizados, se conoce que el FHSI total de la instalación es de 0,5%, con lo que cumple perfectamente con los valores límite de resplandor luminoso.

Además de este parámetro, en toda la instalación de alumbrado se ha tenido en cuenta que sólo se iluminen las superficies a las que se les ha querido dotar de alumbrado, que sus niveles de iluminación no superen el 120% establecido en la ITC-EA-02 y que el factor de mantenimiento y de utilización sean los valores mínimos establecidos.

El estudio de la iluminancia vertical en las ventanas no se ha llevado a cabo porque los edificios más altos de la zona de La Cañada apenas son de 1 piso y no son un número mayoritario ya que la mayoría de las parcelas son chalets unifamiliares.

4.5 Obra civil

En primer lugar se ha llevado a cabo una excavación en zanja en la acera. La zanja es de 35 cm de ancho por 50 cm de profundidad. Las canalizaciones para alojar la red eléctrica subterránea han de tener una profundidad mínima a la que se encuentren los conductores de 0,4 m, según ITC-BT-009. Los conductores de sección 6 mm^2 se alojan en el interior de un tubo aislante rígido de material plástico. El diámetro de dicho tubo aislante es de 63 mm de diámetro para la línea general y de 50 mm para las líneas secundarias. Una vez ubicados los tubos en el interior se rellena con hormigón en masa para posteriormente recubrirlo con pavimento.

Los cuadros de mando, han de tener varias puestas a tierra (mediante pica vertical) aparte de la propia del cuadro. Esto es en la primera y la última luminaria de cada línea y además, cada 5 luminarias aproximadamente, mediante arquetas que permiten ubicar la pica vertical para que se garantice la puesta a tierra. En la figura 39 se puede observar la representación de cómo la línea conecta directamente con la pica para poder realizar la puesta a tierra.

ARQUETA, BASAMENTO Y MONTAJE DE COLUMNA

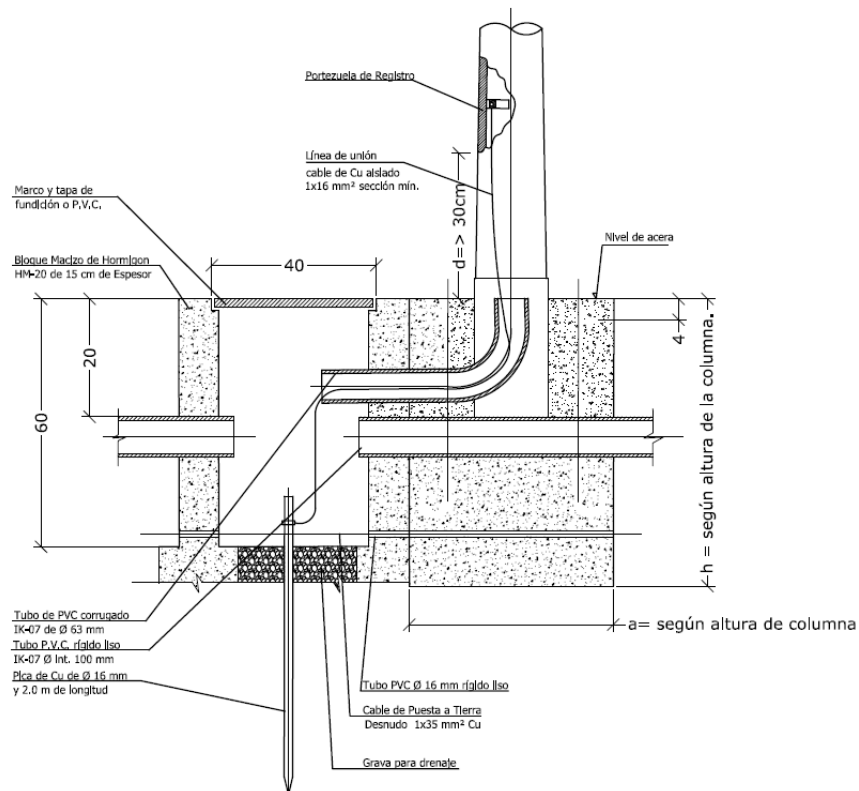


Ilustración 39: Puesta a tierra de la luminaria. Arqueta

Para el cuadro de mando diseñado, se han colocado a lo largo de las 9 líneas un total de 86 picas consiguiendo así que la resistencia de puesta a tierra del cuadro sea de 0,62 Ohm, de manera que se eviten generar tensiones de contacto mayores de 24V en el caso de producirse algún contacto indirecto no deseado. Las picas tienen un diámetro de 16 mm y son de 2 metros de largo. Son picas de acero recubiertas de una película de cobre para evitar la corrosión del material.

5. PRESUPUESTO Y CONCLUSIÓN

5.1 Análisis económico: presupuesto de ejecución y de explotación.

El presupuesto total de este TFG está formado por el presupuesto de la instalación, es decir, el coste del conjunto de las 2545 luminarias utilizadas y el coste derivado de la implantación de la red eléctrica de alumbrado público, y por el presupuesto de explotación, esto es el coste derivado del mantenimiento de las luminarias y del coste del consumo energético de dicha red.

En cuanto a la inversión inicial necesaria para este TFG, se ha calculado en el apartado de *presupuesto y mediciones* que sería de 2.299.844,04 €.

Respecto al presupuesto de explotación de la instalación, ha de tenerse en cuenta tanto el coste del mantenimiento de las luminarias como el de la energía que consume la instalación.

En primer lugar el coste derivado del mantenimiento, para el cual ha de tenerse en cuenta la limpieza periódica de las luminarias. Conociendo el número total de luminarias, el tiempo aproximado de limpieza por luminaria: 15 minutos, el coste por hora del operario y el periodo de limpieza es una vez cada 3 años tal y como se especificó en el apartado 2.8, se tiene un coste anual de limpieza de las luminarias de:

| | | Unidad |
|---------------------|-----------------|---------------|
| Luminarias | 2545 | unidades |
| Tiempo de limpieza | 0,25 | h/unidad |
| Coste de limpieza | 12,7 | €/h |
| Periodo de limpieza | 0,333 | 1 cada 3 años |
| TOTAL | 2.693,46 | €/año |

Para el coste del mantenimiento ha de tenerse en cuenta también las posibles reposiciones puntuales de las luminarias. Según el fabricante, la posibilidad de fallo del conjunto Driver+LED es del 0,15% por cada 5000 horas de funcionamiento. Por otra parte, el tiempo de sustitución de la luminaria incluye el transporte de ida y vuelta y se estima que el coste del driver+LED es la mitad del precio total de la luminaria.

| | | Unidad |
|--|---------------|--------------|
| Índice de fallos del driver a las 5000 h | 0,15/5000 | |
| Luminarias | 2545 | unidades |
| Horas de funcionamiento | 4000 | h/año |
| Coste de sustitución | 15,25 | €/h |
| Coste de driver + LED | 460 | € |
| Tiempo de sustitución | 0,75 | horas/unidad |
| TOTAL | 416,68 | €/año |

De manera que el coste total del mantenimiento de las luminarias es de **3.110,14 €/año**.

En segundo lugar, el coste de la energía necesaria para alimentar los cinco cuadros de mando. Se ha considerado hacer uso de la instalación a potencia nominal 1/3 del tiempo de uso, mientras que en el periodo restante se establecerá una potencia reducida correspondiente al 50% de la potencia nominal.

| Cuadro | P_N (kW) | t_N (h/año) | $P_{N, reducida}$ (kW) | $t_{reducida}$ (h/año) | E (kWh/año) |
|--------|------------|---------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| 1 | 10,02 | 1333,33 | 5,01 | 2666,67 | 26.719,98 |
| 2 | 8,13 | 1333,33 | 4,065 | 2666,67 | 21.679,99 |
| 3 | 10,13 | 1333,33 | 5,065 | 2666,67 | 27.013,32 |
| 4 | 6,44 | 1333,33 | 3,22 | 2666,67 | 17173,32 |
| 5 | 8,21 | 1333,33 | 4,105 | 2666,67 | 21893,93 |

El resultado del consumo de potencia anual es de 114.479,93 kWh/año, lo que da un importe anual de **17.681,55 €/año**.

Por lo que, sabiendo el coste de mantenimiento y el de la energía, el coste final del presupuesto de explotación es de **20.791,69 €/año**.

Finalmente, conociendo el presupuesto de la instalación, su vida útil y el coste de explotación, es posible conocer la amortización anual como:

$$\frac{\text{Presupuesto de la instalación}}{\text{Vida útil de la instalación}} + \text{Presupuesto de explotación}$$

De manera que resulta de 112.785,45 €/año. Si se consideran unos 9000 habitantes en la Cañada, el importe a pagar por cada uno en concepto de amortización más el mantenimiento de las luminarias y el coste de la energía, es de 12,53 €/año.

5.2 Discusión y conclusiones

Tras comprobar en el apartado de resultados que tanto los cálculos lumínicos como los referidos a la instalación eléctrica son correctos, se puede decir que se ha conseguido cumplir con los objetivos marcados para este TFG. Así pues, pueden extraerse varias conclusiones.

En primer lugar, se han logrado alcanzar niveles de iluminación adecuados para las 61 calles consideradas, para ambas rotondas, el parque, el campo de fútbol y la plaza. Todo esto gracias a que se ha conseguido adaptar el diseño preliminar (diseño ideal) a la geometría con valores reales.

En segundo lugar, se han mantenido las alturas de montaje constantes en la mayoría de las calles para mantener una estética en el municipio. Además, se han elegido modelos de luminarias que han permitido una distribución uniforme de la luz adaptándose a los requisitos de cada calle. Todo esto ha permitido cumplir con los requerimientos luminotécnicos inicialmente especificados con el menor coste de mantenimiento y consumo de energía posibles.

Asimismo, con respecto a la instalación eléctrica propuesta, también ha cumplido con los requisitos marcados. Sin embargo, la solución por la que finalmente se ha decantado es la de líneas trifásicas, las cuales encarecen el presupuesto principalmente porque disponen de dos cables más por tubo.

Finalmente, se puede concluir que la instalación propuesta permite alcanzar mayores niveles de iluminación con una mayor seguridad del transporte de la energía que la solución que actualmente está implantada. Ciertamente es que el presupuesto total de la instalación es de 2.299.844,04 €, no tan económico como se esperaba, sin embargo, hacer una buena inversión en luminarias LED realizando una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible, lograr una idónea eficiencia energética y asegurar tener una vida útil de la instalación de al menos 25 años con una amortización anual por habitante de 12,53 €/año.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
PRESUPUESTO PARCIAL 1: OBRA CIVIL

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio | Importe |
|------------------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| U02CZE030 | m ³ | EXCAVA. EN ZANJA TERR.TRÁNS | | | 7,58 €/m³ |
| 001A020 | h | Capataz | 0,05 h/m ³ | 13,62 €/h | 0,68 €/m ³ |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,05 h/m ³ | 12,77 €/h | 0,64 €/m ³ |
| M05EC020 | h | Excav.hidr.cadenas 135 CV | 0,05 h/m ³ | 54,98 €/h | 2,75 €/m ³ |
| M06MR230 | h | Martillo rompedor hidrául. 600kg. | 0,05 h/m ³ | 8,37 €/h | 0,42 €/m ³ |
| M07CB020 | h | Camión basculante 4x4 14 t. | 0,05 h/m ³ | 36,65 €/h | 1,83 €/m ³ |
| M07N070 | m ³ | Canon de tierras a vertedero | 0,1 h/m ³ | 0,31 €/h | 0,03 €/m ³ |
| M05PN010 | h | Pala carga neumát. 85 CV/1,2m3 | 0,025 m ³ /m ³ | 40,33 €/m ³ | 1,01 €/m ³ |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 7,36 €/m ³ | 0,22 €/m ³ |
| U03CHC010 | m ³ | HORMIGON HM-20/P/40/I CIM. | | | 76,02 €/m³ |
| 001BE010 | h | Oficial 1ª Encofrador | 0,25 h/m ³ | 15,27 €/h | 3,82 €/m ³ |
| 001BE020 | h | Ayudante- Encofrador | 0,25 h/m ³ | 14,73 €/h | 3,68 €/m ³ |
| M10HV080 | h | Vibrador hormigón gasolina 75 | 0,25 h/m ³ | 2,43 €/h | 0,61 €/m ³ |
| P01HC001 | m ³ | Hormigón HM-20/P/40/I central | 1,1 m ³ /m ³ | 59,73 €/m ³ | 65,70 €/m ³ |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 73,81 €/m ³ | 2,21 €/m ³ |
| U04CF010 | t | MEZCLA BITUMINOSA EN FRIO | | | 12,52 €/t |
| 001A010 | h | Encargado | 0,01 h/t | 14,2 €/h | 0,14 €/t |
| 001A030 | h | Oficial primera | 0,01 h/t | 13,42 €/h | 0,13 €/t |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,03 h/t | 12,77 €/h | 0,38 €/t |
| M05PN010 | h | Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3 | 0,01 h/t | 40,33 €/h | 0,40 €/t |
| M03MF010 | h | Pta.asfált. en frío disc.100 t/h | 0,01 h/t | 113,49 €/h | 1,13 €/t |
| M07CB020 | h | Camión basculante 4x4 14 t. | 0,01 h/t | 36,65 €/h | 0,37 €/t |
| M08EA010 | h | Extended.asfáltica 6 m. s/ruedas | 0,01 h/t | 65,6 €/h | 0,66 €/t |
| M08RT050 | h | Rodillo v.autop.tándem 10 t. | 0,01 h/t | 38,96 €/h | 0,39 €/t |
| M08RV010 | h | Compact.asfált.neum.aut. 6/15t. | 0,01 h/t | 46,29 | 0,46 €/t |
| P01AF250 | t | Árido mach.2/6 D.A.<25 ex.polvo | 0,2 t/t | 9,38 €/t | 1,88 €/t |
| P01AF260 | t | Árido mach.6/12 D.A.<25 ex.polvo | 0,25 t/t | 9,38 €/t | 2,35 €/t |
| P01AF270 | t | Árido mach.12/18 D.A.<25 ex.polv | 0,3 t/t | 7,73 €/t | 2,32 €/t |
| P01AF280 | t | Árido mach.18/25 D.A.<25 ex.polv | 0,2 t/t | 7,73 €/t | 1,55 €/t |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 t/t | 12,16 €/t | 0,36 €/t |
| U04AOH030 | m ² | PAVIMENTO LOSETA 4 | | | 15,91 €/m² |
| 001A030 | h | Oficial primera | 0,15 h/m ² | 13,42 €/h | 2,01 €/m ² |
| 001A050 | h | Ayudante | 0,15 h/m ² | 13,06 €/h | 1,96 €/m ² |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,075 h/m ² | 12,77 €/h | 0,96 €/m ² |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,051 h/m ² | 12,77 €/h | 0,65 €/m ² |
| P01CC270 | t | Cemento CEM II/B-P 32,5 N granel | 0,0081 t/m ² | 117,11 €/t | 0,95 €/m ² |
| P01AA030 | m ³ | Arena de río 0/5mm. | 0,0327 m ³ /m ² | 13,63 €/m ³ | 0,45 €/m ² |
| P01DW010 | m ³ | Agua | 0,00765m ³ /m ² | 0,91 €/m ³ | 0,01 €/m ² |
| M03HH030 | h | Hormigonera 200 l. gasolina | 0,012 h/m ³ | 2,31 €/h | 0,03 €/m ² |
| P25VH035 | m ² | Loseta 4 past.cem.color 20x20 cm | 1 m ² /m ² | 8,17 €/m ² | 8,17 €/m ² |

| | | | | | |
|----------|----------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,002 h/m ³ | 12,77 €/h | 0,03 €/m ² |
| P01CC020 | t | Cemento CEM II/B-M 32,5 R | 0,00036 t/m ² | 108,56 €/t | 0,04 €/m ² |
| P01DW010 | m ³ | Agua | 0,0009 m ³ /m ² | 0,91 €/m ³ | 0,00 €/m ² |
| P25W015 | Ud. | Junta dilatación/m2 pavim.piezas | 1 Ud./m ² | 0,2 €/Ud. | 0,20 €/m ² |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 15,45 €/m ² | 0,46 €/m ² |

PRESUPUESTO PARCIAL 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio | Importe |
|-------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| U06BCCB010 | m | LÍN.ALUMB.P. RZ1,0.6/1kV,5G,6 | | | 16,06 €/m |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 0,15 h/m | 15,89 €/h | 2,38 €/m |
| O01BL210 | h | Oficial 2ª Electricista | 0,15 h/m | 15,49 €/h | 2,32 €/m |
| P15AF060 | m | tubo rígido PVC D=110mm. | 1 m/m | 1,98 €/m | 1,98 €/m |
| P15AD010 | m | Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu | 4 m/m | 1,08 €/m | 4,32 €/m |
| P15GA060 | m | Conductor ríg. 750 V 16 mm2 Cu | 1 m/m | 1,53 €/m | 1,53 €/m |
| O01A020 | h | Capataz | 0,015 h/m | 13,62 €/h | 0,20 €/m |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,015 h/m | 12,77 €/h | 0,19 €/m |
| M05EC020 | h | Excav.hidr.cadenas 135 CV | 0,015 h/m | 54,98 €/h | 0,82 €/m |
| M06MR230 | h | Martillo rompedor hidr. 600 kg. | 0,015 h/m | 8,37 €/h | 0,13 €/m |
| M07CB020 | h | Camión basculante 4x4 14 t. | 0,015 h/m | 36,65 €/h | 0,55 €/m |
| M07N070 | m ³ | Canon de tierras a vertedero | 0,03 h/m ³ | 0,31 €/m ³ | 0,01 €/m |
| M05PN010 | h | Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3 | 0,0075 h/m | 40,33 €/h | 0,30 €/m |
| P01DW020 | Ud. | Pequeño material | 1 Ud./m | 0,85 €/Ud. | 0,85 €/m |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 15,59 €/m | 0,47 €/m |
| U008EV020 | Ud. | CUADRO MANDO P. 9 SAL. | | | 2243,19 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,89 €/h | 79,45 €/Ud. |
| O01BL210 | h | Oficial 2ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,49 €/h | 77,45 €/Ud. |
| P16AG010 | Ud. | Célula fotoeléctrica | 1 Ud./Ud. | 59,66 €/Ud. | 59,66 €/Ud. |
| P16AG020 | Ud. | Reloj normalizado | 1 Ud./Ud. | 103,91 €/Ud. | 103,91 €/Ud. |
| P15FB080 | Ud. | Arm.puerta 1000x800x250 | 1 Ud./Ud. | 393,01 €/Ud. | 393,01 €/Ud. |
| P15FE050 | Ud. | PIA 6 A. | 9 Ud./Ud. | 38,13 €/Ud. | 343,17 €/Ud. |
| P15FE330 | Ud. | Contactador tetrapolar 40 A. | 1 Ud./Ud. | 88,81 €/Ud. | 88,81 €/Ud. |
| P15FD010 | Ud. | Interr. Diferencial 4x25 A 300mA | 9 Ud./Ud. | 114,71 €/Ud. | 1032,39 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 2177,85€/Ud. | 65,34 €/Ud. |
| U008EV040 | Ud. | CUADRO MANDO P. 10 SAL. | | | 2400,61 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,89 €/h | 79,45 €/Ud. |
| O01BL210 | h | Oficial 2ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,49 €/h | 77,45 €/Ud. |
| P16AG010 | Ud. | Célula fotoeléctrica | 1 Ud./Ud. | 59,66 €/Ud. | 59,66 €/Ud. |
| P16AG020 | Ud. | Reloj normalizado | 1 Ud./Ud. | 103,91 €/Ud. | 103,91 €/Ud. |
| P15FB080 | Ud. | Arm. puerta 1000x800x250 | 1 Ud./Ud. | 393,01 €/Ud. | 393,01 €/Ud. |
| P15FE050 | Ud. | PIA 6 A. | 10 Ud./Ud. | 38,13 €/Ud. | 381,3 €/Ud. |
| P15FE330 | Ud. | Contactador tetrapolar 40 A. | 1 Ud./Ud. | 88,81 €/Ud. | 88,81 €/Ud. |
| P15FD010 | Ud. | Interr. Diferencial 4x25 A 300mA | 10 Ud./Ud. | 114,71 €/Ud. | 1147,1 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 2330,69€/Ud. | 69,92 €/Ud. |
| U008EV040b | Ud. | CUADRO MANDO P. 7 SAL. | | | 1928,33 €/Ud. |

| | | | | | |
|----------|-----|----------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,89 €/h | 79,45 €/Ud. |
| O01BL210 | h | Oficial 2ª Electricista | 5 h/Ud. | 15,49 €/h | 77,45 €/Ud. |
| P16AG010 | Ud. | Célula fotoeléctrica | 1 Ud./Ud. | 59,66 €/Ud. | 59,66 €/Ud. |
| P16AG020 | Ud. | Reloj normalizado | 1 Ud./Ud. | 103,91€/Ud. | 103,91 €/Ud. |
| P15FB080 | Ud. | Arm.puerta 1000x800x250 | 1 Ud./Ud. | 393,01€/Ud. | 393,01 €/Ud. |
| P15FE050 | Ud. | PIA 6 A. | 7 Ud./Ud. | 38,13 €/Ud. | 266,91 €/Ud. |
| P15FE330 | Ud. | Contactador tetrapolar 40 A. | 1 Ud./Ud. | 88,81 €/Ud. | 88,81 €/Ud. |
| P15FD010 | Ud. | Interr. Diferencial 4x25 A 300mA | 7 Ud./Ud. | 114,71€/Ud. | 802,97 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 1872,17€/Ud. | 56,16 €/Ud. |

PRESUPUESTO PARCIAL 3: INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio | Importe |
|-------------------|--------|----------------------------------|-------------|--------------|---------------------|
| U08EEC020 | Ud. | COLUM. 5m | | | 222,27 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=5m | 1 Ud./Ud. | 188,4 €/Ud. | 188,40 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 215,8 €/Ud. | 6,47 €/Ud. |
| U08EEC020b | Ud. | COLUM. 4m | | | 212,9 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=4m | 1 Ud./Ud. | 179,3 €/Ud. | 179,30 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 206,7 €/Ud. | 6,2 €/Ud. |
| U08EEC020c | Ud. | COLUM. 6m | | | 231,65 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=6m | 1 Ud./Ud. | 197,5 €/Ud. | 197,50 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 224,9 €/Ud. | 6,75 €/Ud. |
| U08EEC020d | Ud. | COLUM. 7m | | | 237,8 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=7m | 1 Ud./Ud. | 203,47 €/Ud. | 203,47 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 230,88 €/Ud. | 6,93 €/Ud. |
| U08EEC020e | Ud. | COLUM. 9m | | | 250,01 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----------------------------------|-----------|--------------|---------------------|
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=9m | 1 Ud./Ud. | 215,33 €/Ud. | 215,33 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 242,74 €/Ud. | 7,28 €/Ud. |
| U08EEC020f | Ud. | COLUM. 11m | | | 275,36 €/Ud. |
| O01A030 | h | Oficial primera | 0,2 h/Ud. | 13,42 €/h | 2,68 €/Ud. |
| O01A050 | h | Ayudante | 0,2 h/Ud. | 13,06 €/h | 2,61 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P16AF050 | Ud. | Columna recta galva. pint. h=11m | 1 Ud./Ud. | 239,94 €/Ud. | 239,94 €/Ud. |
| M02GE030 | h | Grúa telescópica autoprop. 40 t. | 0,2 h/Ud. | 104,17 €/h | 20,83 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 267,35 €/Ud. | 8,02 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUM. PHILIPS STELA ROUND | | | 210,01 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AE040 | Ud. | Luminaria LED STELA ROUND | 1 Ud./Ud. | 188 €/Ud. | 188,00 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 203,89 €/Ud. | 6,12 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUM. PHILIPS STELA SQUARE | | | 214,13 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AE040 | Ud. | Luminaria LED STELA SQUARE | 1 Ud./Ud. | 192 €/Ud. | 192,00 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 207,89 €/Ud. | 6,24 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILIPS CITYSOUL | | | 275,84 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AE040 | Ud. | Luminaria LED CITYSOUL | 1 Ud./Ud. | 251,92 €/Ud. | 251,92 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 267,81 €/Ud. | 8,03 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILIPS MICENAS | | | 382,35 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AE040 | Ud. | Luminaria LED MICENAS | 1 Ud./Ud. | 355,32 €/Ud. | 355,32 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 371,21 €/Ud. | 11,14 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILIPS LUMA | | | 301,02 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AE040 | Ud. | Luminaria LED LUMA | 1 Ud./Ud. | 276,36 €/Ud. | 276,36 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 292,25 €/Ud. | 8,77 €/Ud. |
| U08EPS010ba | Ud. | PROYECTOR CORELINE 40W | | | 154,2 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AA050 | Ud. | Proyector CORELINE 40W. | 1 Ud./Ud. | 133,82 €/Ud. | 133,82 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 149,71 €/Ud. | 4,49 €/Ud. |
| U08EPS010b | Ud. | PROYECTOR CORELINE 80W | | | 172,28 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AA050 | Ud. | Proyector CORELINE 80W. | 1 Ud./Ud. | 151,38 €/Ud. | 151,38 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 16,27 €/Ud. | 5,01 €/Ud. |
| U08EPS010bB | Ud. | PROYECTOR CORELINE 120W | | | 201,7 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AA050 | Ud. | Proyector CORELINE 120W. | 1 Ud./Ud. | 179,94 €/Ud. | 179,94 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 195,83 €/Ud. | 5,87 €/Ud. |
| U08EPS010bC | Ud. | PROYECTOR CORELINE 243W | | | 278,19 €/Ud. |
| O01BL200 | h | Oficial 1ª Electricista | 1 h/Ud. | 15,89 €/h | 15,89 €/Ud. |
| P16AA050 | Ud. | Proyector CORELINE 243W. | 1 Ud./Ud. | 254,2 €/Ud. | 254,20 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 270,09 €/Ud. | 8,1 €/Ud. |

PRESUPUESTO PARCIAL 4: CONTROL DE CALIDAD

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio | Importe |
|------------------|--------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------------|
| C06EI050b | Ud. | PBA.FUNCMTO LUMINOTECNICA | | | 97,35 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 1,5 h/Ud. | 63,01 €/h | 94,52 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 94,515€/Ud. | 2,84 €/Ud. |
| C02FF060 | Ud. | ENSAYO HORM.CIEMENTOS | | | 168,76€/Ud. |
| P32HF010 | Ud. | Consist.cono Abrams,hormigón | 4 Ud./Ud. | 8,92 €/Ud. | 35,68 €/Ud. |
| P32HF020 | Ud. | Resist.compr.4 probetas,hormigón | 2 Ud./Ud. | 64,08 €/Ud. | 128,16€/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 163,84 | 4,92 €/Ud. |
| C06EI010 | Ud. | PRUEBA FUNC. G.M.P.ELÉCTRICO | | | 64,90 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 1 h/Ud. | 63,01 €/h | 63,01 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 63,01 €/Ud. | 1,89 €/Ud. |
| C06EI030 | Ud. | PRUEBA CONTINUIDAD CIRCUITO | | | 64,90 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 1 h/Ud. | 63,01 €/h | 63,01 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 63,01 €/Ud. | 1,89 €/Ud. |
| C06EI040 | Ud. | MEDIC.RESIST. A TIERRA I. ELÉC. | | | 64,90 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 1 h/Ud. | 63,01 €/h | 63,01 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 63,01 €/Ud. | 1,89 €/Ud. |
| C06EI070 | Ud. | MEDICIÓN AISLAMIENTO | | | 32,45 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 0,5 h/Ud. | 63,01 €/h | 31,51 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 31,505 | 0,95 €/Ud. |
| C06EI050 | Ud. | PBA.FUNCMTO | | | 97,35 €/Ud. |
| 001BV520 | h | E técn. lab. (personal + equipos) | 1,5 h/Ud. | 63,01 €/h | 94,52 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 94,52 €/Ud. | 2,84 €/Ud. |

PRESUPUESTO PARCIAL 5: SEGURIDAD Y SALUD

| Código | Unidad | Descripción | Rendimient | Precio | Importe |
|----------------|--------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| S01C020 | Ud. | ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2 | | | 236,32 |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,085 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,09 €/Ud. |
| P31BC020 | Ud. | Alquiler caseta pref. 3,25x1,90 | 1 Ud./Ud. | 84,13 €/Ud. | 84,13 €/Ud. |
| P31BC220 | Ud. | Transp.200km.ent.y rec.1 módulo | 0,25 Ud./Ud. | 576,9€/Ud. | 144,22€/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 229,4€/Ud. | 6,88 €/Ud. |
| S01M110 | Ud. | BOTIQUÍN DE URGENCIA | | | 100,88€/Ud. |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P31BM110 | Ud. | Botiquín de urgencias | 1 Ud./Ud. | 96,66 €/Ud. | 96,66 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 97,94 €/Ud. | 2,94 €/Ud. |
| S02V080 | Ud. | CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE | | | 4,27 €/Ud. |
| P31SS080 | Ud. | Chaleco de obras reflectante | 0,2 Ud./Ud. | 20,75 €/Ud. | 4,15 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 4,15 €/Ud. | 0,12 €/Ud. |
| S02S070 | Ud. | PANEL DIRECCIONAL C/SOPORTE | | | 37,78 €/Ud. |
| 001A070 | h | Peón ordinario | 0,2 h/Ud. | 12,77 €/h | 2,55 €/Ud. |
| P31SV100 | Ud. | Panel direc. refle. 165x45 cm. | 0,2 Ud./Ud. | 134,88€/Ud | 26,98 €/Ud. |
| P31SV110 | Ud. | Soporte panel direc. metálico | 0,2 Ud./Ud. | 17,04 €/Ud. | 3,41 €/Ud. |

| | | | | | |
|-----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| O01A070 | H | Peón ordinario | 0,08 h/Ud. | 12,7 €/h | 1,02 €/Ud. |
| P01CC020 | T | Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos | 0,0144 t/Ud. | 108,56 €/t | 1,56 €/Ud. |
| P01AA040 | T | Arena de río 0/5 mm. | 0,0448 t/Ud. | 8,52 €/t | 0,38 €/Ud. |
| P01AG070 | t | Gravilla 20/40 mm. | 0,0896 t/Ud. | 7,73 €/t | 0,69 €/Ud. |
| P01DW010 | m ³ | Agua | 0,01 m ³ /ud | 0,91 €/m ³ | 0,01 €/Ud. |
| M03HH030 | h | Hormigonera 200 l. gasolina | 0,032 h/Ud. | 2,31 €/h | 0,07 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 36,67 €/Ud. | 1,10 €/Ud. |
| S02B050 | Ud. | BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE | | | 7,02 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,1 h/Ud. | 12,77 €/h | 1,28 €/Ud. |
| P31SB050 | Ud. | Baliza luminosa intermitente | 0,2 Ud./Ud. | 27,7 €/Ud. | 5,54 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 6,817 €/Ud. | 0,20 €/Ud. |
| S03CA040 | Ud. | TAPA PROVISIONAL ARQUETA | | | 23,51 €/Ud. |
| O01A070 | h | Peón ordinario | 0,2 h/Ud. | 12,77 €/h | 2,55 €/Ud. |
| P31CA040 | Ud. | Tapa provisional arqueta 80x80 | 0,5 Ud./Ud. | 38,85 €/Ud. | 19,43 €/Ud. |
| P01DW020 | Ud. | Pequeño material | 1 Ud./Ud. | 0,85 €/Ud. | 0,85 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 22,83 €/Ud. | 0,68 €/Ud. |
| S03IM040 | Ud. | PAR GUANTES DE USO GENERAL | | | 1,24 €/Ud. |
| P31IM030 | Ud. | Par guantes uso general serraje | 1 Ud./Ud. | 1,2 €/Ud. | 1,20 €/Ud. |
| % | Ud. | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 1,2 €/Ud. | 0,04 €/Ud. |
| S03IP030 | Ud. | PAR DE BOTAS C/PUNTERA METAL. | | | 7,42 €/Ud. |
| P31IP020 | Ud. | Par botas c/puntera/plant. metal | 0,33Ud./Ud. | 21,63 €/Ud. | 7,20 |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 7,20 €/Ud. | 0,22 €/Ud. |
| S04W060 | Ud. | VIGILANCIA DE LA SALUD | | | 60,71 €/Ud. |
| P31W060 | Ud. | Vigilancia de la salud | 1 Ud./Ud. | 58,94 €/Ud. | 58,94 €/Ud. |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 58,94 €/Ud. | 1,77 €/Ud. |

2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

| Código | Unidad | Descripción | Importe |
|----------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------|
| OBRA CIVIL | | | |
| U02CZE030 | m ³ | EXC. EN ZANJA TERR.TRÁNS | 7,58 €/m ³ |
| U03CHC010 | m ³ | HORM. HM-20/P/40/I CIM. | 76,02 €/m ³ |
| U04CF010 | t | MEZCLA BITUMINOSA EN FRIO | 12,52 €/t |
| U04AOH030 | m ² | PAV.LOSETA 4 | 15,91 €/m ² |
| INSTALACIÓN ELÉCTRICA | | | |
| U06BCCB010 | m | LÍN.ALUMB.P. RZ1,0.6/1kV,5G,6 | 16,06 €/m |
| U008EV020 | Ud. | CUADRO MANDO P. 9 SAL. | 2243,19€/Ud. |
| U008EV040 | Ud. | CUADRO MANDO P. 10 SAL. | 2400,61€/Ud. |
| U008EV040b | Ud. | CUADRO MANDO P. 7 SAL. | 1928,33€/Ud. |
| INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA | | | |
| U08EEC020 | Ud. | COLUM. 5m | 222,27 €/Ud. |
| U08EEC020b | Ud. | COLUM. 4m | 212,9 €/Ud. |
| U08EEC020c | Ud. | COLUM. 6m | 231,65 €/Ud. |
| U08EEC020d | Ud. | COLUM. 7m | 237,8 €/Ud. |
| U08EEC020e | Ud. | COLUM. 9m | 250,01 €/Ud. |
| U08EEC020f | Ud. | COLUM. 11m | 275,36 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILPS STELA GEN2 | 210,01 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILPS STELA GEN2 | 214,13 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILPS CITYSOUL | 275,84 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILPS MICENAS | 382,35 €/Ud. |
| U08ELM020 | Ud. | LUMINARIA PHILPS LUMA | 301,02 €/Ud. |
| U08EPS010bA | Ud. | PROYECTOR CORELINE 40W | 154,2 €/Ud. |
| U08EPS010b | Ud. | PROYECTOR CORELINE 80W | 172,28 €/Ud. |
| U08EPS010bB | Ud. | PROYECTOR CORELINE 120W | 201,70 €/Ud. |
| U08EPS010bC | Ud. | PROYECTOR CORELINE 243W | 278,19 €/Ud. |
| CONTROL DE CALIDAD | | | |
| C06EI050b | Ud. | PBA.FUNCMTO LUMINOTECNICA | 97,35 €/Ud. |
| C02FF060 | Ud. | ENSAYO HORM. CIMIENTOS < 50 | 168,76 €/Ud. |
| C06EI010 | Ud. | PRUEBA FUNCMTO G.M.PCTRICO | 64,90 €/Ud. |
| C06EI030 | Ud. | PRUEBA CONTINUIDAD CIRCUITO | 64,90 €/Ud. |
| C06EI040 | Ud. | MEDIC.RESIST. A TIERRA I. ELÉC. | 64,90 €/Ud. |
| C06EI070 | Ud. | MEDICIÓN AISLAMIENTO | 32,45 €/Ud. |
| C06EI050 | Ud. | PBA.FUNCMTO | 97,35 €/Ud. |
| SEGURIDAD Y SALUD | | | |
| S01C020 | Ud. | ALQUILER CASETA ASEO 6,20 m2 | 236,32 €/Ud. |
| S01M110 | Ud. | BOTIQUÍN DE URGENCIA | 100,88 €/Ud. |
| S02V080 | Ud. | CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE | 4,27 €/Ud. |
| S02S070 | Ud. | PANEL DIRECCIONAL C/SOPORTE | 37,78 €/Ud. |
| S02B050 | Ud. | BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE | 7,02 €/Ud. |
| S03CA040 | Ud. | TAPA PROVISIONAL ARQUETA | 23,51 €/Ud. |
| S03IM040 | Ud. | PAR GUANTES DE USO GENERAL | 1,24 €/Ud. |
| S03IP030 | Ud. | PAR DE BOTAS C/PUNTERA | 7,42 €/Ud. |
| S04W060 | Ud. | VIGILANCIA DE LA SALUD | 60,71 €/Ud. |

3. MEDICIONES DETALLADAS

OBRA CIVIL **363.133,05 €**

1.1 U02CZE030 m^3 Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.

| | Uds. | Largo (m) | Ancho(m) | Alto(m) | m^3 | €/m3 | Coste(€) |
|----------------------------------|------|-----------|----------|---------|--------|------|----------|
| Residencial+Céntricas+Transitada | 1 | 19.348 | 0,35 | 0,50 | 3.385 | | |
| 29 | 1 | 807,00 | 0,35 | 0,50 | 141,22 | | |
| PN1+15+15BICI | 1 | 1.208,0 | 0,35 | 0,50 | 211,40 | | |
| CAMPO FUTBOL | 1 | 132,00 | 0,35 | 0,50 | 23,10 | | |
| PARQUE | 1 | 1.000,0 | 0,35 | 0,50 | 175,00 | | |
| ROTONDAS | 1 | 233,00 | 0,35 | 0,50 | 40,775 | | |
| PLAZA | 1 | 323,00 | 0,35 | 0,50 | 56,525 | | |

Total m^3 : 4.033,92 7,58 **30.577,15**

1.2 U03CHC010 m^3 Hormigón en masa HM-20/P/40/I, de 20 N/mm²., consistencia blanda, T_{máx.} 40 mm. y ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.

| | Uds. | Largo (m) | Ancho(m) | Alto(m) | m^3 | €/m3 | Coste(€) |
|----------------------------------|------|-----------|----------|---------|--------|------|----------|
| Residencial+Céntricas+Transitada | 1 | 19.348, | 0,35 | 0,30 | 2.031 | | |
| 29 | 1 | 807,00 | 0,35 | 0,30 | 84,735 | | |
| PN1+15+15BICI | 1 | 1.208,0 | 0,35 | 0,30 | 126,84 | | |
| CAMPO FUTBOL | 1 | 132,00 | 0,35 | 0,30 | 13,860 | | |
| PARQUE | 1 | 1.000,0 | 0,35 | 0,30 | 105,00 | | |
| ROTONDAS | 1 | 233,00 | 0,35 | 0,30 | 24,465 | | |
| PLAZA | 1 | 323,00 | 0,35 | 0,30 | 33,915 | | |

Total m^3 : 2.420,35 76,02 **183.995,4**

1.3 U04CF010 t Mezcla bituminosa en frío tipo AF-20 en capa intermedia, con áridos con desgaste de Los Ángeles < 25, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | t | €/t | Coste(€) |
|----------------------------------|------|----------|-------|------|---------|-----|----------|
| Residencial+Céntricas+Transitada | 1 | 19.348,0 | 0,35 | 0,20 | 1.354,0 | | |
| 29 | 1 | 807,00 | 0,35 | 0,20 | 56,49 | | |
| PN1+15+15BICI | 1 | 1.208,0 | 0,35 | 0,20 | 84,56 | | |
| CAMPO FUTBOL | 1 | 132,00 | 0,35 | 0,20 | 9,24 | | |
| PARQUE | 1 | 1.000,0 | 0,35 | 0,20 | 70,00 | | |
| ROTONDAS | 1 | 233,00 | 0,35 | 0,20 | 16,31 | | |
| PLAZA | 1 | 323,00 | 0,35 | 0,20 | 22,61 | | |

Total t: 1.613,57 12,52 **20.201,90**

1.4 U04AOH030 m^2 Pavimento de loseta hidráulica, 4 pastillas, 20x20 cm., sentada con mortero 1/6 de cemento (tipo M-5), i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.

| | Uds. | Largo | Ancho | m^2 | €/m2 | Coste(€) |
|----------------------------------|------|----------|-------|--------|------|----------|
| Residencial+Céntricas+Transitada | 1 | 19.348,0 | 0,35 | 6.771 | | |
| 29 | 1 | 807,00 | 0,35 | 282,45 | | |
| PN1+15+15BICI | 1 | 1.208,0 | 0,35 | 422,80 | | |

| | | | | |
|----------------------|---|---------|------|---------------------------------|
| CAMPO FUTBOL | 1 | 132,00 | 0,35 | 46,20 |
| PARQUE | 1 | 1.000,0 | 0,35 | 350,00 |
| ROTONDAS | 1 | 233,00 | 0,35 | 81,55 |
| PLAZA | 1 | 323,00 | 0,35 | 113,05 |
| Total m ² | | | | 8.067,85 15,91 128.359,5 |

INSTALACIÓN ELÉCTRICA 380.438,51 €

2.1 U06BCCB010 m. Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 5(1x6) mm². con aislamiento tipo RZ1-0,6/1 kV, en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de 0,35 cm. de ancho por 0,50 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes, totalmente instalada.

| | | |
|-----------|-------|-------------------|
| Largo (m) | €/m | Coste (€) |
| 23.000 | 16,06 | 369.380,0€ |

2.2 U008EV020 Ud. Cuadro de mando para alumbrado público, para 9 salidas, sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 1000x800x250 mm, con elementos de protección y mando necesarios: 1 fusible para la línea general, 1 contactores, 9 interruptores automáticos y 9 interruptores diferenciales para protección de cada línea derivada; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario.

| | | |
|-----|----------|------------------|
| Ud. | €/Ud. | Coste (€) |
| 3 | 2.243,19 | 6.729,57€ |

2.3 U008EV040 Ud. Cuadro de mando para alumbrado público, para 10 salidas, sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 1000x800x250 mm, con elementos de protección y mando necesarios: 1 fusible para la línea general, 1 contactores, 9 interruptores automáticos y 9 interruptores diferenciales para protección de cada línea derivada; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario.

| | | |
|-----|----------|------------------|
| Ud. | €/Ud. | Coste (€) |
| 1 | 2.400,61 | 2.400,61€ |

2.4 U008EV040b Ud. Cuadro de mando para alumbrado público, para 7 salidas, sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 1000x800x250 mm, con elementos de protección y mando necesarios: 1 fusible para la línea general, 1 contactores, 9 interruptores automáticos y 9 interruptores diferenciales para protección de cada línea derivada; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario.

| | | |
|------------|----------|------------------|
| Total Ud.: | €/ Ud. | Coste (€) |
| 1 | 1.928,33 | 1.928,33€ |

INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA 1.136.085,56€

3.1 U08EEC020 Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 5 m. Totalmente instalada.

| | | |
|-------------|--------|--------------------|
| Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| 1987 | 222,27 | 441.650,49€ |

3.2 U08EEC020b Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 4 m. Totalmente instalada.

| | | |
|-------------|--------|------------------|
| Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| 301 | 212,9 | 64.082,9€ |

| | | | | |
|-------------------------|--|-------------|--------|--------------------|
| 3.3 U08EEC020c | Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 6 m. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 124 | 231,65 | 28.724,6€ |
| 3.4 U08EEC020d | Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 7 m. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 66 | 237,8 | 15.694,8€ |
| 3.5 U08EEC020e | Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 9 m. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 45 | 250,01 | 11.250,45€ |
| 3.6 U08EEC020f | Ud. Columna recta galvanizada y pintada de 11 m. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 22 | 275,36 | 6.057,92€ |
| 3.7 U08ELM020 | Ud. Luminaria LED modelo Stela Round. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 1899 | 210,01 | 398.808,99 |
| 3.8 U08ELM020b | Ud. Luminaria LED modelo STELA SQUARE. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 38 | 214,13 | 8.136,94€ |
| 3.9 U08ELM020c | Ud. Luminaria LED CITYSOUL. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 239 | 275,84 | 65.925,76€ |
| 3.1 U08ELM020d | Ud. Luminaria LED modelo MICENAS. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 305 | 382,35 | 116.616,75€ |
| 3.11 U08ELM020e | Ud. Luminaria LED modelo LUMA. Totalmente instalada. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 42 | 301,02 | 12.642,84€ |
| 3.12 U08EPS010bA | Ud. Proyector LED modelo CORELINE 40W. Totalmente instalado, replanteo. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 3 | 154,20 | 462,60€ |
| 3.13 U08EPS010b | Ud. Proyector LED modelo CORELINE 80W. Totalmente instalado, replanteo. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 10 | 172,28 | 1.722,80€ |
| 3.14 U08EPS010bb | Ud. Proyector LED modelo CORELINE 120W. Totalmente instalado, replanteo. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 4 | 201,70 | 806,8€ |
| 3.15 U08EPS010bc | Ud. Proyector LED modelo CORELINE 243W. Totalmente instalado, replanteo. | | | |
| | | Total Ud. : | €/ Ud. | Coste (€) |
| | | 8 | 278,19 | 2.225,52€ |

| | |
|---------------------------|-------------------|
| CONTROL DE CALIDAD | 13.156,82€ |
|---------------------------|-------------------|

4.1 C06EI050b Ud. Medida de magnitudes luminotécnicas según proyecto.

| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
|---------------------|--|------------|--------|-----------------|
| | | 100 | 97,36 | 9.736,00 |
| 4.2 C02FF060 | Ud. Ensayo estadístico del hormigón para la determinación de la resistencia estimada de una cimentación de un volumen no superior a 50m ³ para un control a nivel normal; incluso emisión del acta de resultados. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 2 | 168,76 | 337,52 |
| 4.3 C06EI010 | Ud. Prueba de funcionamiento de automatismos de CGM y Protección . | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5 | 64,90 | 324,50 |
| 4.4 C06EI030 | Ud. Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5,00 | 64,90 | 324,50 |
| 4.5 C06EI040 | Ud. Prueba de medición de la resistencia en el circuito de puesta a tierra de instalaciones eléctricas. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5 | 64,90 | 324,50 |
| 4.6 C06EI070 | Ud. Prueba de medición del aislamiento de conductores de instalaciones eléctricas. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 50 | 32,46 | 1.623,00 |
| 4.7 C06EI050 | Ud. Prueba de funcionamiento de mecanismos y puntos de luz de instalaciones. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5,00 | 97,36 | 486,80 |

SEGURIDAD Y SALUD

7.883,61€

| | | | | |
|--------------------|---|--------------|--------|------------------|
| 5.1 S01C020 | Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30m. Chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80m. de aluminio, termo eléctrico de 50 l.; placa de ducha y lavabo, todo de fibra de vidrio, suelo contrachapado hidrófugo antideslizante. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km (ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. | | | |
| | | Total meses: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5 | 236,32 | 1.181,60€ |
| 5.2 S01M110 | Ud. Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 5 | 100,88 | 504,40€ |
| 5.3 S02V080 | Ud. Chaleco de obras reflectante. Amortizable 5 usos. | | | |
| | | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 20 | 4,27 | 85,40€ |

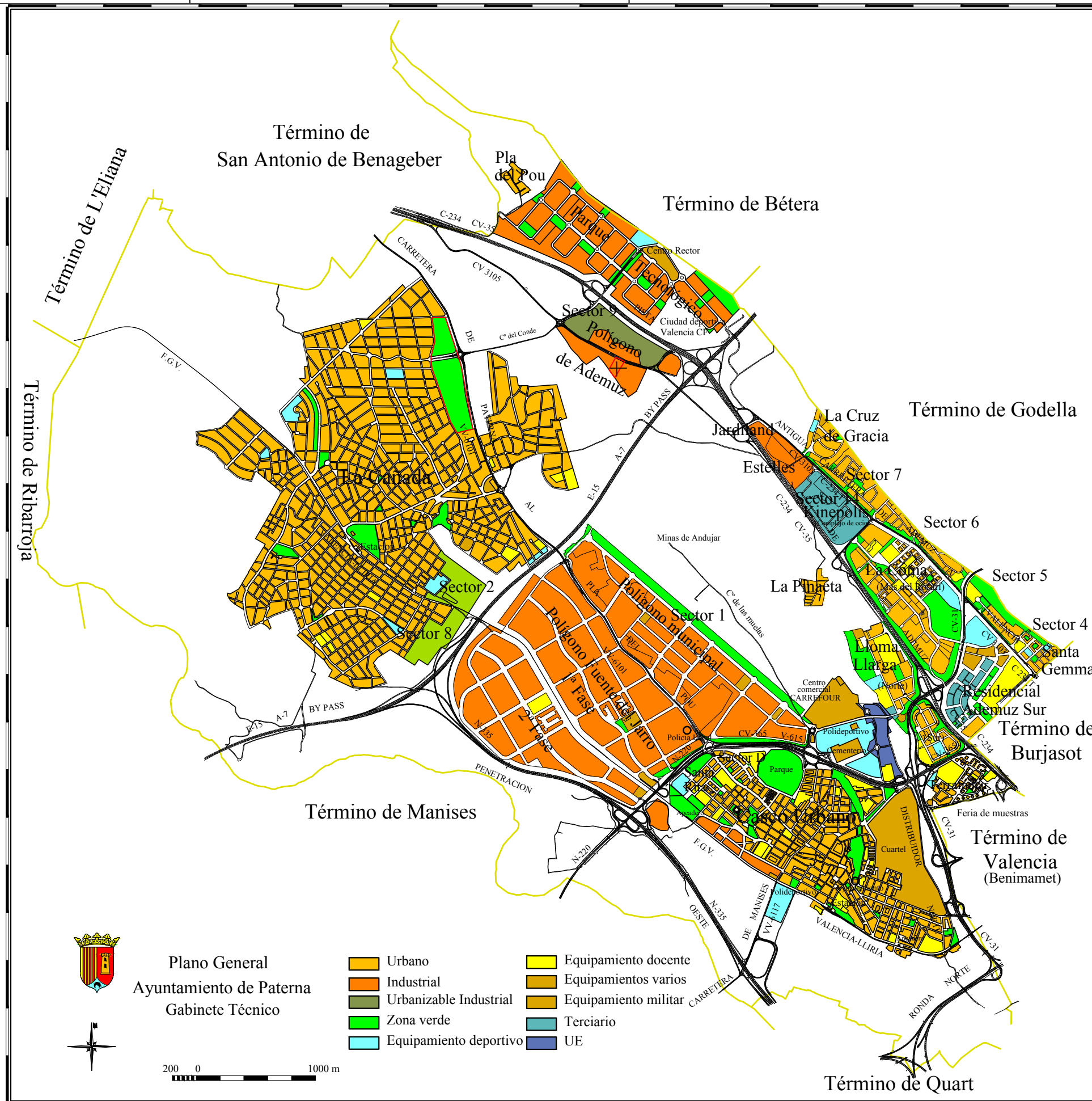
| | | | | |
|---------------------|---|------------|-------|------------------|
| 5.4 S02S070 | Ud. Panel direccional reflectante de 60x90 cm, con soporte metálico, amortizable 5 usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y montaje. | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 20 | 37,78 | 755,60€ |
| 5.5 S02B050 | Ud. Foco de balizamiento intermitente, (amortizable en cinco usos). | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 10 | 7,02 | 70,20€ |
| 5.6 S03CA040 | Ud. Tapa provisional para arquetas de 80x80 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón. | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 81 | 23,51 | 1.904,31€ |
| 5.7 S03IM040 | Ud. Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 100 | 1,24 | 124,00€ |
| 5.8 S03IP030 | Ud. Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97 | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 30 | 7,42 | 222,60€ |
| 5.9 S04W060 | Ud. Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador: Planificación de la vigilancia de la salud; análisis de los accidentes de trabajo, de las enfermedades profesionales y comunes y de los resultados de la vigilancia de la salud; análisis de los riesgos que puedan afectar a trabajadores sensibles (embarazadas, postparto, discapacitados, etc. (Art. 37.3 Reglamento de los Servicios de Prevención); formación de los trabajadores en primeros auxilios; colaboración con el sistema nacional de salud como campañas preventivas; sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota de la SS. | Total Ud.: | €/Ud. | Coste (€) |
| | | 50 | 60,71 | 3.035,50€ |

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Obra civil. | 363.133,05€ |
| 2. Instalación eléctrica. | 380.438,51€ |
| 3. Instalación luminotécnica. | 1.136.085,56€ |
| 4. Control de calidad. | 13.156,82€ |
| 5. Seguridad y salud. | 7.883,61€ |
| Total: | 1.900.697,55€ |

Si a este presupuesto de ejecución material se le incluye el IVA (+21%), el presupuesto de ejecución por contrata resultante es de **2.299.844,04 €**.

PLANOS



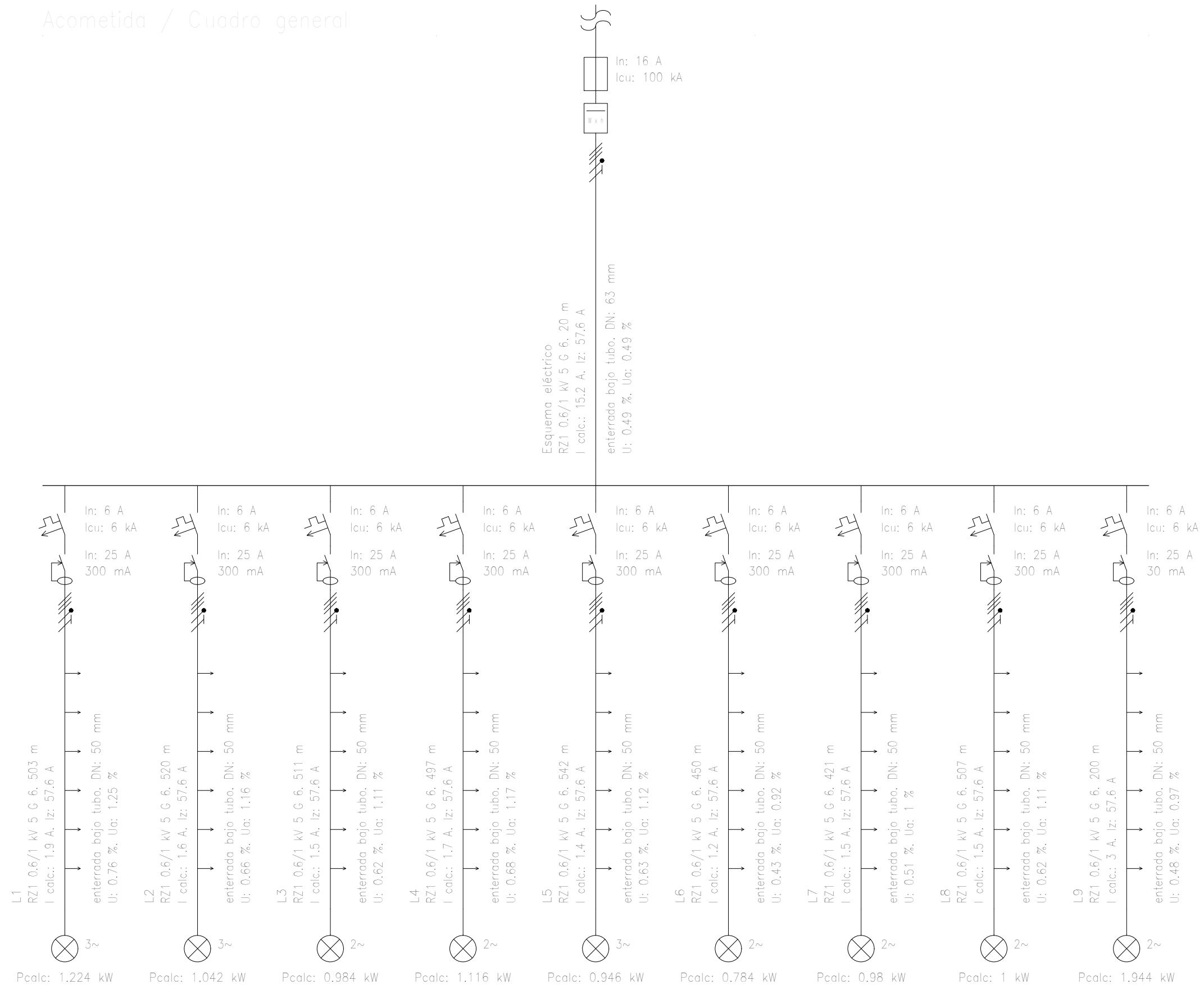
Plano General
Ayuntamiento de Paterna
Gabinete Técnico



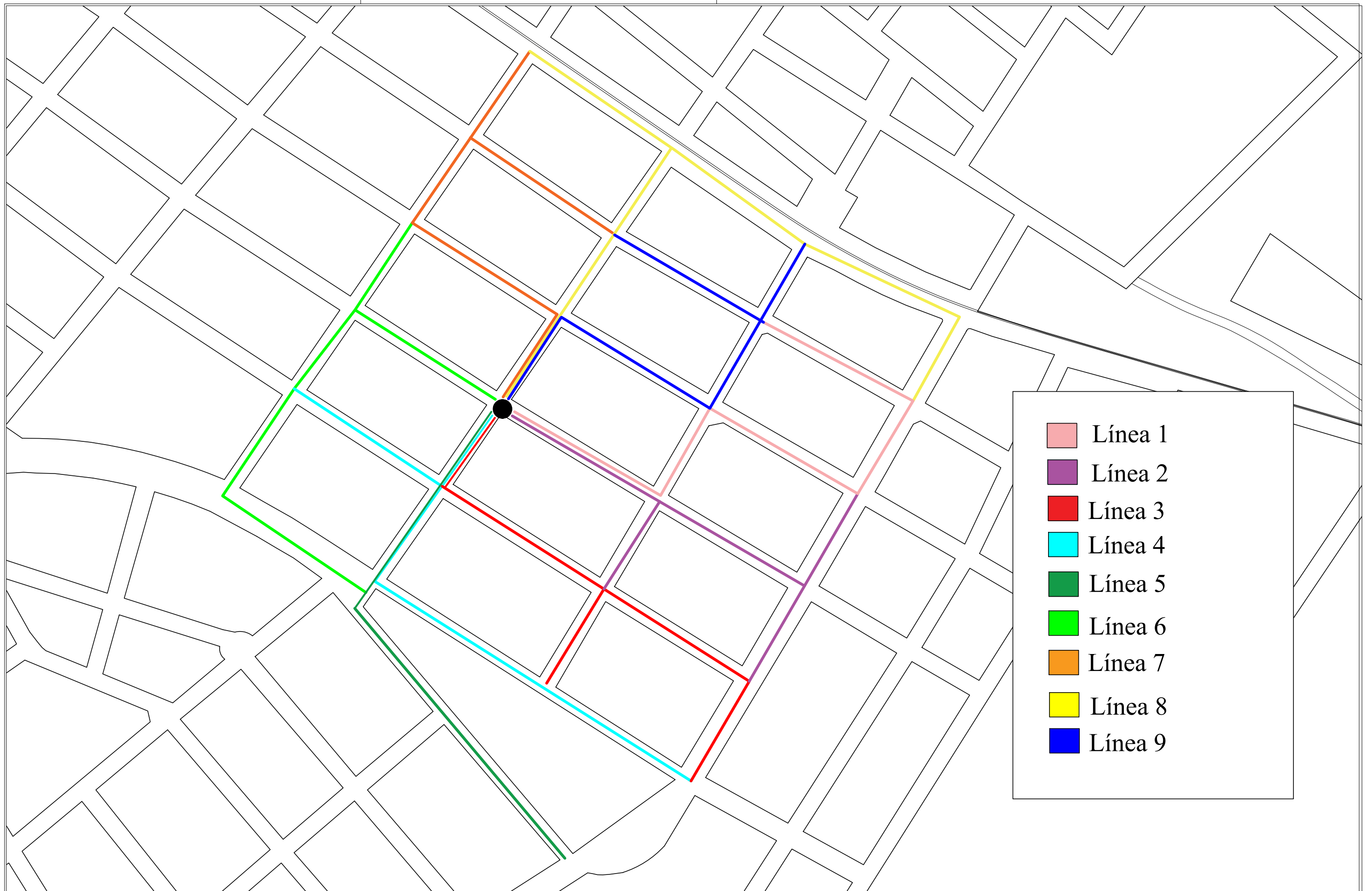
- Urbano
- Industrial
- Urbanizable Industrial
- Zona verde
- Equipamiento deportivo
- Equipamiento docente
- Equipamientos varios
- Equipamiento militar
- Terciario
- UE



Acometida / Cuadro general

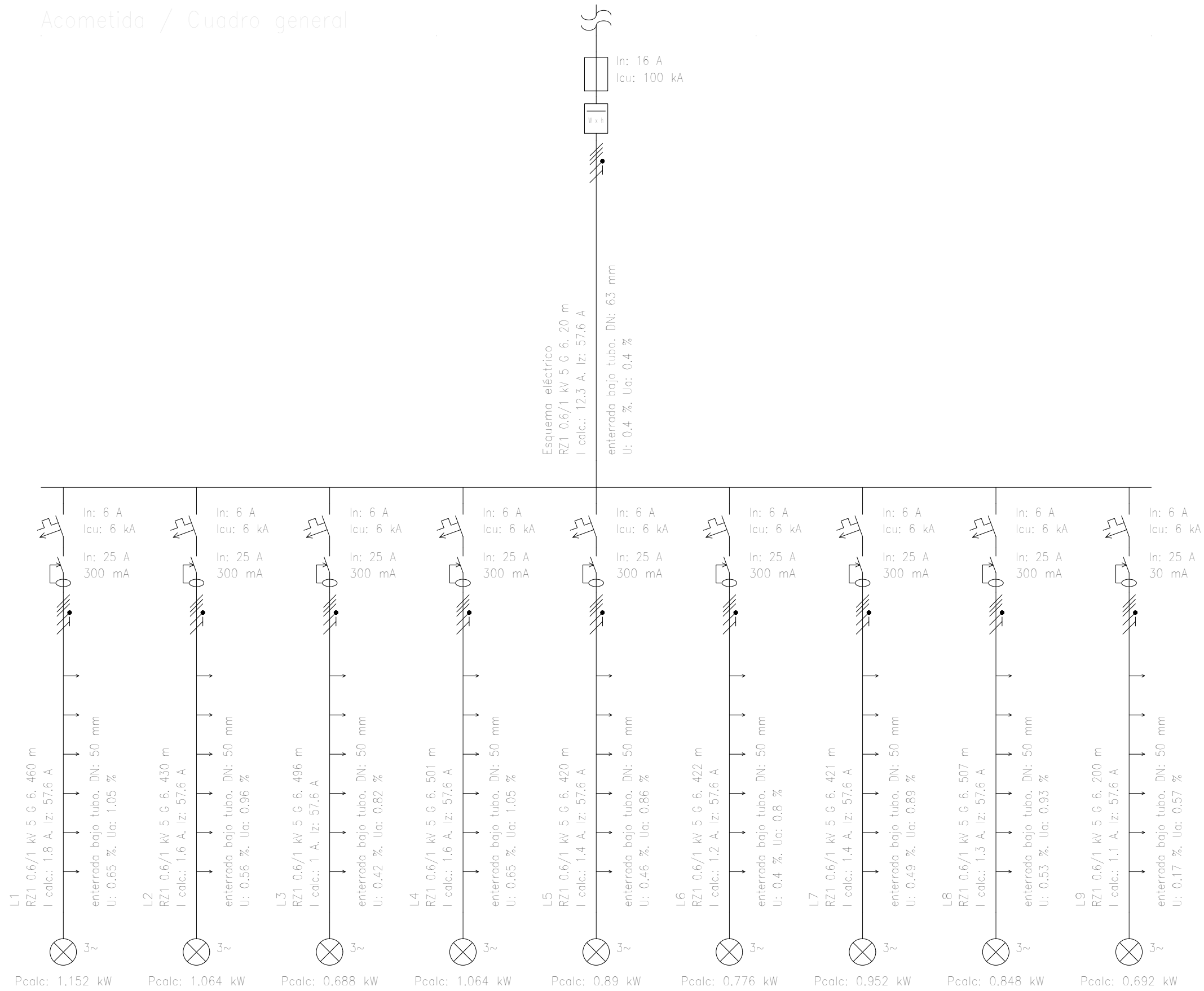


Obra: definitivo1
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 10.02 kW



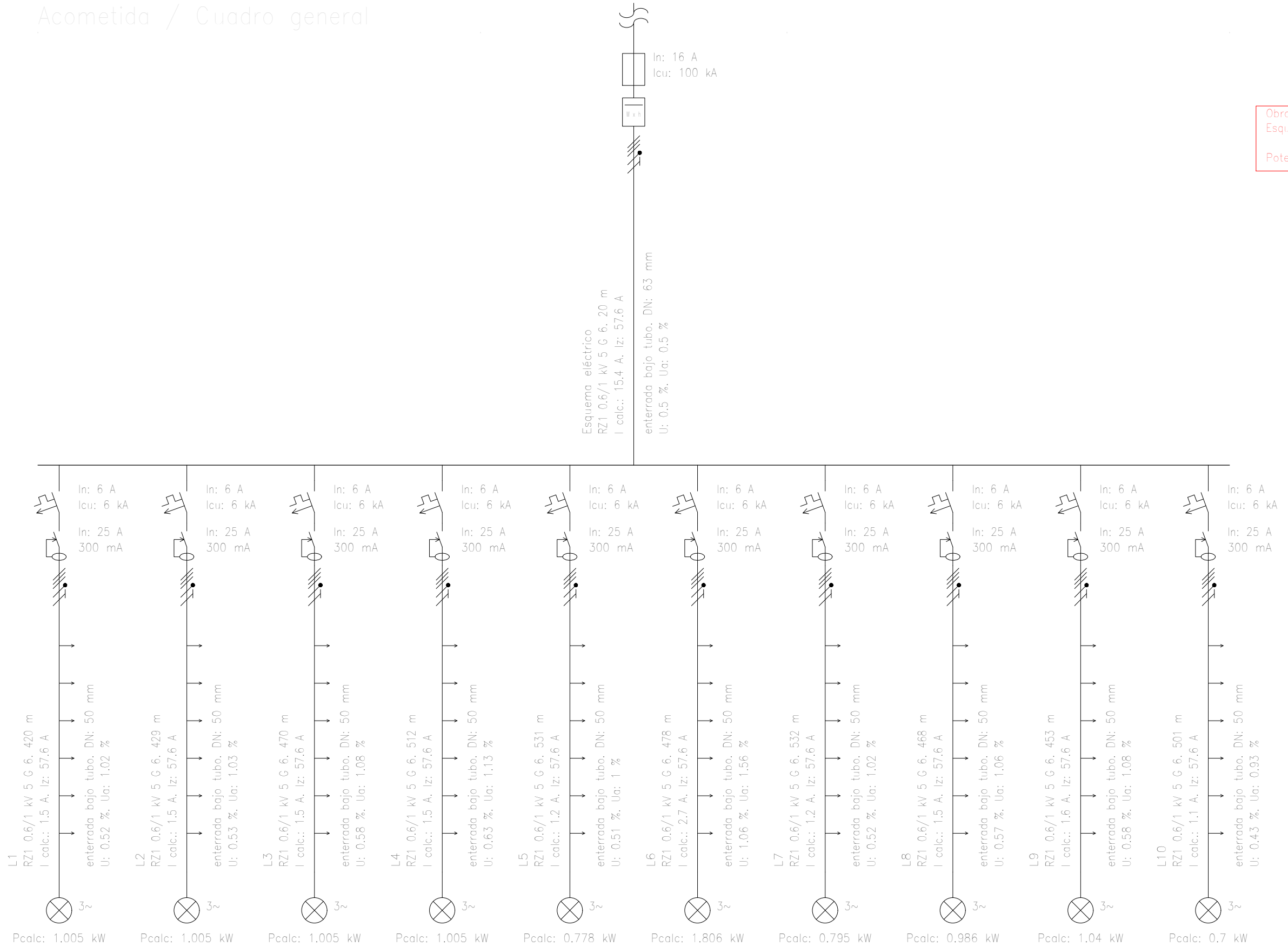
- Línea 1
- Línea 2
- Línea 3
- Línea 4
- Línea 5
- Línea 6
- Línea 7
- Línea 8
- Línea 9

Acometida / Cuadro general



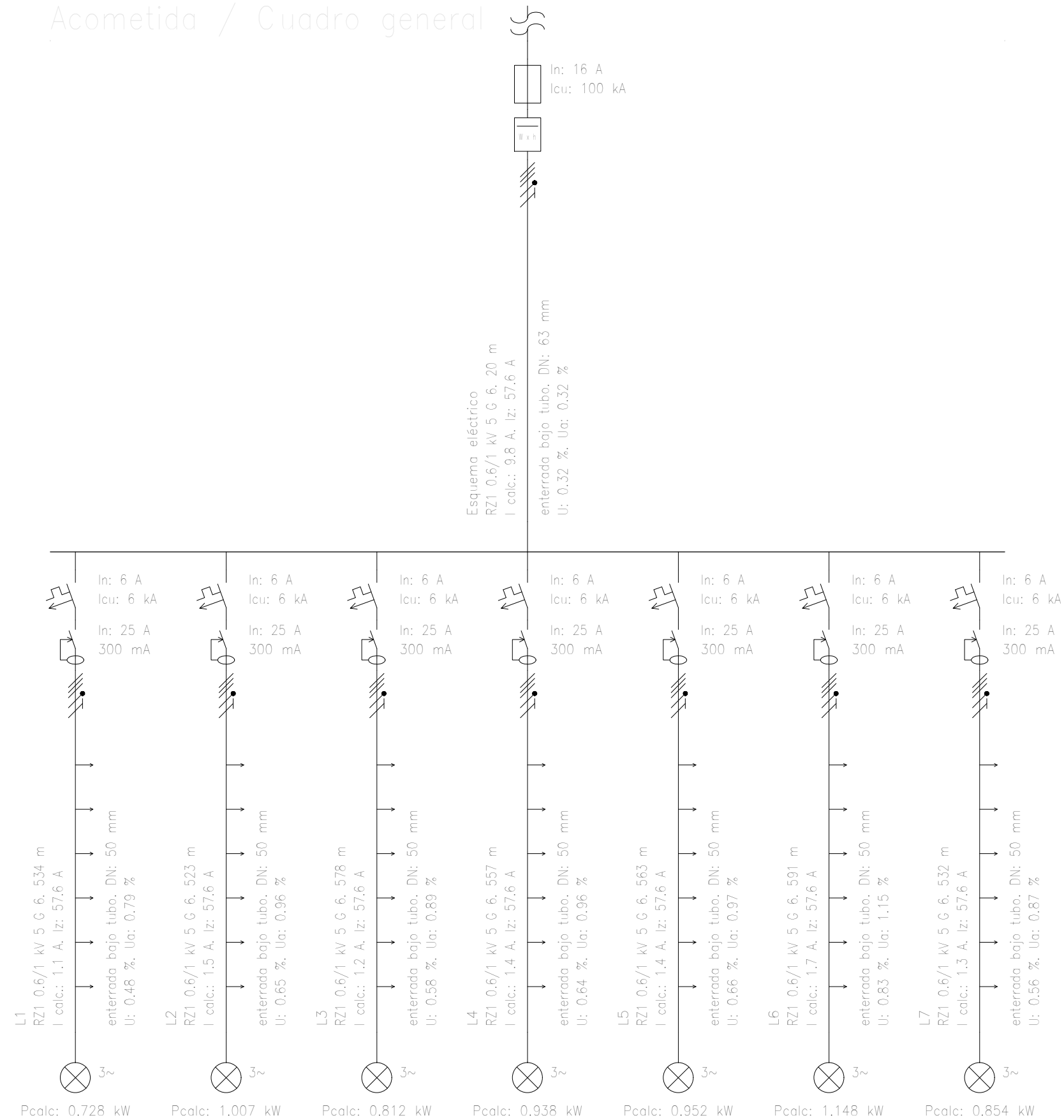
Obra: definitivo2
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 8,13 kW

Acometida / Cuadro general



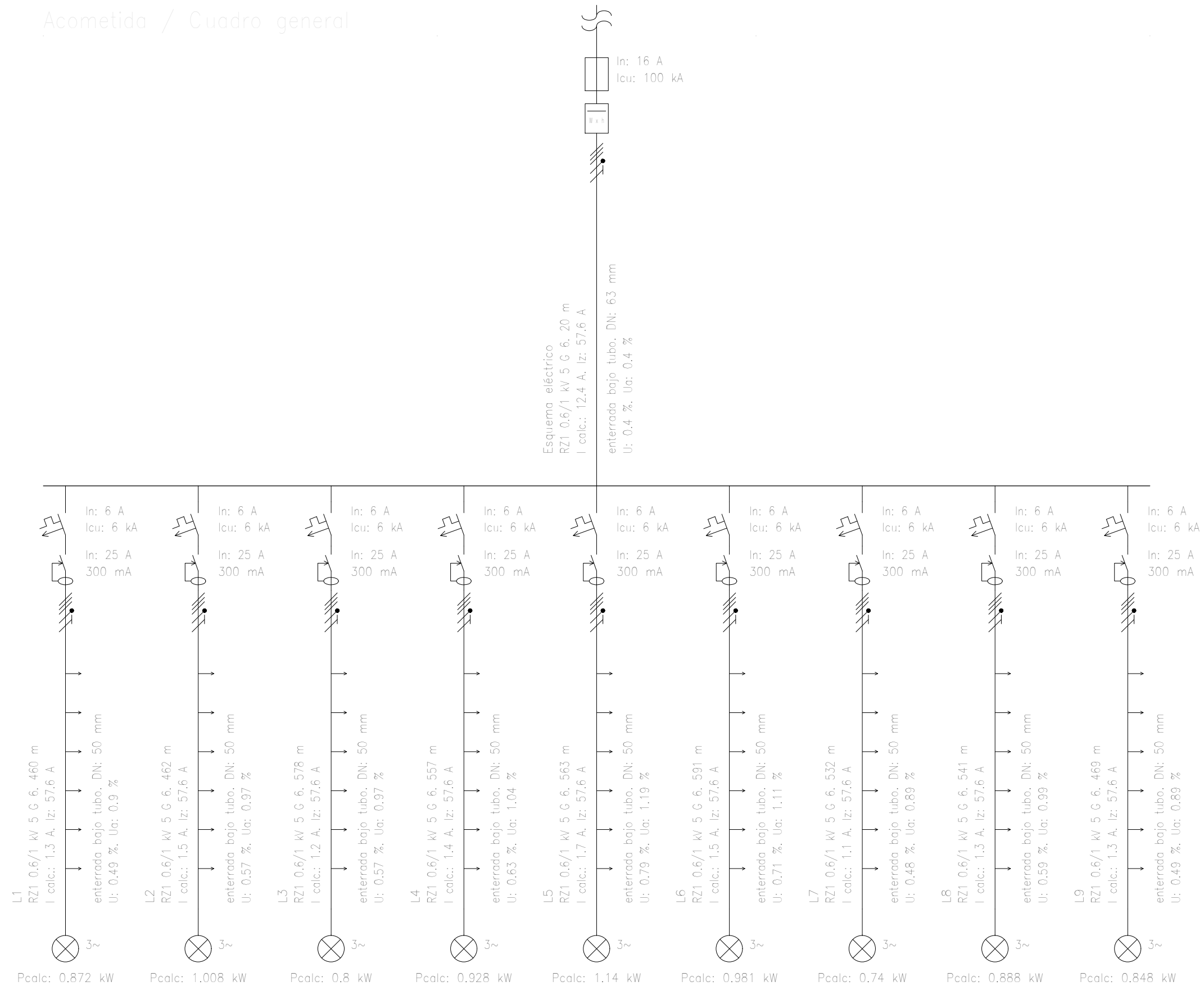
Obra: definitivo3
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 10.13 kW

Acometida / Cuadro general



Obra: definitivo4
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 6.44 kW

Acometida / Cuadro general



Obra: definitivo5
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 8.21 kW

ANEJOS

1. TABLAS (NORMATIVA)

| 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 12

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ^(*) |
|-------------------------|--|-----------------------------------|
| B1 | <ul style="list-style-type: none"> Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. | ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6 |
| | Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000 | |
| B2 | <ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. | ME2 / ME3b ME4b / ME5 |
| | Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000 | |

^(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 13

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ^(*) |
|-------------------------|--|-----------------------------------|
| C1 | <ul style="list-style-type: none"> Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas | S1 / S2 S3 / S4 |
| | Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal | |
| D1 - D2 | <ul style="list-style-type: none"> Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. Aparcamientos en general. Estaciones de autobuses. | CE1A / CE2 CE3 / CE4 |
| | Flujo de tráfico de peatones Alto Normal | |
| D3 - D4 | <ul style="list-style-type: none"> Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada | CE2 / S1 / S2 S3 / S4 |
| | Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto Normal | |

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

Tabla 14

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| E1 | <ul style="list-style-type: none"> • Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. • Paradas de autobús con zonas de espera • Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal | CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal | |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 15

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

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

Tabla 16

| Clase de Alumbrado | Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas | | | Deslumbramiento Perturbador | Iluminación de alrededores |
|--------------------|--|---|---|--|---|
| | Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾ | Uniformidad Global U_0 [mínima] | Uniformidad Longitudinal U_{\square} [mínima] | Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo] | Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima] |
| ME1 | 2,00 | 0,40 | 0,70 | 10 | 0,50 |
| ME2 | 1,50 | 0,40 | 0,70 | 10 | 0,50 |
| ME3a | 1,00 | 0,40 | 0,70 | 15 | 0,50 |
| ME3b | 1,00 | 0,40 | 0,60 | 15 | 0,50 |
| ME3c | 1,00 | 0,40 | 0,50 | 15 | 0,50 |
| ME4a | 0,75 | 0,40 | 0,60 | 15 | 0,50 |
| ME4b | 0,75 | 0,40 | 0,50 | 15 | 0,50 |
| ME5 | 0,50 | 0,35 | 0,40 | 15 | 0,50 |
| ME6 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 15 | Sin requisitos |

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

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Tabla 17

| Clase de Alumbrado (¹) | Iluminancia horizontal | |
|--|--|--|
| | Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida(¹)] | Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima] |
| CE0 | 50 | 0,40 |
| CE1 | 30 | 0,40 |
| CE1A | 25 | 0,40 |
| CE2 | 20 | 0,40 |
| CE3 | 15 | 0,40 |
| CE4 | 10 | 0,40 |
| CE5 | 7,5 | 0,40 |

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

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

Tabla 18

| | | | | | | |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|
| | ME 1 MEW 1 | ME 2 MEW 2 | ME 3 MEW 3 | ME 4 MEW 4 | ME 5 MEW 5 | ME 6 |
| CEO | CE 1 | CE 2 | CE 3 | CE 4 | CE 5 | |
| | | | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 |

Tabla 19

| Nivel de competición | Clase de alumbrado | | |
|---|--------------------|----|-----|
| | I | II | III |
| Internacional y nacional | * | | |
| Regional | * | * | |
| Local | * | * | * |
| Entrenamiento | | * | * |
| Recreativo/deportes escolares (Educación física) | | | * |

Tabla 20

| DEPORTE | | TABLA | GRUPO TVC |
|----------------------------------|----------|-------|-----------|
| Fútbol (5/6) | Interior | A.2 | B |
| Fútbol (asociación) | Exterior | A.21 | B |
| Fútbol a 5 (véase fútbol sala) | | | |
| Fútbol americano | Exterior | A.21 | B |
| Golf | Exterior | A.26 | |
| Gimnasia | Interior | A.3 | B |
| Gimnasia rítmica | Interior | A.3 | B |
| Hockey | Interior | A.1 | B |
| | Exterior | A.22 | B |
| Hockey sobre hielo | Interior | A.1 | C |
| | Exterior | A.19 | C |
| Judo | Interior | A.2 | B |
| Levantamiento de peso | Interior | A.2 | A |
| Lucha libre | Interior | A.2 | B |
| Luge y Bobsleigh | Exterior | A.28 | |
| Natación (todos los estilos) | Interior | A.6 | A |
| | Exterior | A.27 | A |
| Netball | Interior | A.2 | B |
| | Exterior | A.21 | B |
| Patinaje artístico sobre hielo | Interior | A.1 | B |
| Patinaje sobre ruedas | Exterior | A.20 | C |
| (400 m y pista corta) | Interior | A.3 | B |
| Patinaje de velocidad | Interior | A.3 | B |
| (400 m y pista corta) | Exterior | A.13 | B |
| Petanca | Interior | A.8 | |
| | Exterior | A.20 | |
| Ping-Pong | Interior | A.1 | C |
| Racketball | Interior | A.1 | C |
| Softball | Exterior | A.25 | C |
| Soccer (véase fútbol) | | | |
| Squash | Interior | A.1 | C |
| Rugby | Exterior | A.21 | B |
| Tenis | Interior | A.4 | B |
| | Exterior | A.16 | B |
| Tiro | Interior | A.5 | A |
| Tiro con arco | Interior | A.5 | A |
| | Exterior | A.15 | A |
| Toboganes (véase Bobsleigh/Luge) | | | |
| Voleibol | Interior | A.2 | B |
| | Exterior | A.21 | B |

Tabla 21

| Exterior | | Área de referencia | | Números de puntos de cuadrícula | |
|------------------|------------------------|---------------------|-----------|---------------------------------|---------|
| | | Longitud m | Anchura m | Longitud | Anchura |
| Baloncesto | PA: | 28 | 15 | 13 | 7 |
| | TA: | 32 | 19 | 15 | 9 |
| Balonmano | PA: | 40 | 20 | 15 | 7 |
| | TA: | 44 | 27,5 | 15 | 9 |
| Fistball | PA: | 50 | 20 | 17 | 7 |
| | TA: | 66 | 32 | 17 | 9 |
| Floorbol | PA: | 40 | 20 | 15 | 7 |
| | TA: | 43 | 22 | 15 | 7 |
| Fútbol | PA: | 100 a 110 | 64 a 75 | 19 a 21 | 13 a 15 |
| | TA: | 108 a 118 | 72 a 83 | 21 | 13 a 15 |
| Fútbol americano | PA: | 110 a 117,5 | 55 | 21 | 9 a 11 |
| Netball | PA: | 30,5 | 15,3 | 13 | 7 |
| | TA: | 37,5 | 22,5 | 15 | 9 |
| Rugby | PA: | 144 | 69 | 23 | 11 |
| | TA: | 154 | 79 | 23 | 11 |
| Voleibol | PA: | 24 | 15 | 13 | 9 |
| | | (véase nota 1) | | (véase nota 1) | |
| Clase | Iluminancia horizontal | | GR | Índice de rendimiento de color | |
| | E_{med} lux | E_{min} / E_{med} | | | |
| I | 500 | 0,7 | 50 | 60 | |
| II | 200 | 0,6 | 50 | 60 | |
| III | 75 | 0,5 | 55 | 20 | |

NOTA 1 - Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.

Tabla 22

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

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

Tabla 23

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

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

Tabla 24

| Alumbrado vial funcional | | Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado | |
|--|--|---|--|
| Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux) | Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$ | Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux) | Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$ |
| ≥ 30 | 32 | -- | -- |
| 25 | 29 | -- | -- |
| 20 | 26 | ≥ 20 | 13 |
| 15 | 23 | 15 | 11 |
| 10 | 18 | 10 | 9 |
| $\leq 7,5$ | 14 | 7,5 | 7 |
| -- | -- | ≤ 5 | 5 |

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

Tabla 25

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

Tabla 26

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

Tabla 27

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

Tabla 28

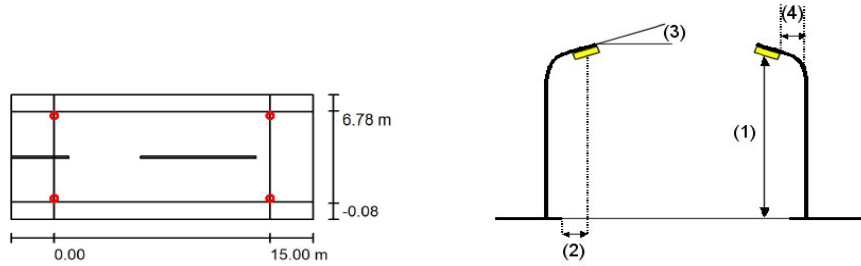
2. INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA. CÁLCULO Y RESULTADOS DETALLADOS

Calle 406

Camino peatonal 2 (Anchura: 1.300 m)
 Calzada 1 (Anchura: 6.700 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
 Camino peatonal 1 (Anchura: 1.300 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



| | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| Luminaria: | PHILIPS BRP530 T35 1xGRN22/740 DW | Valores máximos de la intensidad luminica |
| Flujo luminoso (Luminaria): | 1870 lm | con 70°: 636 cd/klm |
| Flujo luminoso (Lámparas): | 2200 lm | con 80°: 77 cd/klm |
| Potencia de las luminarias: | 16.0 W | con 90°: 0,00 cd/klm |
| Organización: | bilateral frente a frente | Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento). |
| Distancia entre mástiles: | 15.000 m | Ninguna intensidad luminica por encima de 90°. |
| Altura de montaje (1): | 5.031 m | La disposición cumple con la clase de intensidad luminica G3. |
| Altura del punto de luz: | 5.000 m | La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6. |
| Saliente sobre la calzada (2): | 0.300 m | |
| Inclinación del brazo (3): | 0.0 ° | |
| Longitud del brazo (4): | 0.000 m | |

Ilustración 40: Datos de planificación de la calle 406

Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:151

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 15.000 m, Anchura: 6.700 m
 Trama: 10 x 5 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S1
 Clase de iluminación adicional ES: ES4
 Clase de iluminación adicional EV: EV5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| Valores reales según cálculo: | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] | E_{min} (vertical) [lx] |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| Valores de consigna según clase: | 17.42 | 12.64 | 2.99 | 2.43 |
| Cumplido/No cumplido: | ≥ 15.00 | ≥ 5.00 | ≥ 3.00 | ≥ 5.00 |
| | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 15.000 m, Anchura: 1.300 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S2
 Clase de iluminación adicional ES: ES5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| Valores reales según cálculo: | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|
| Valores de consigna según clase: | 11.53 | 6.42 | 1.10 |
| Cumplido/No cumplido: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 |
| | ✓ | ✓ | ✗ |

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2
 Longitud: 15.000 m, Anchura: 1.300 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.
 Clase de iluminación seleccionada: S2
 Clase de iluminación adicional ES: ES5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| Valores reales según cálculo: | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|
| Valores de consigna según clase: | 11.53 | 6.42 | 1.09 |
| Cumplido/No cumplido: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 |
| | ✓ | ✓ | ✗ |

Ilustración 41: Recuadro de evaluación de la calle 406

Calle 29 (tramo3)

| | | | | | |
|---|----------------------------|----------------|---------------------------|--------|--------|
| 1 Recuadro de evaluación Calzada 1 | | | | | |
| Longitud: 33.500 m, Anchura: 7.700 m | | | | | |
| Trama: 12 x 6 Puntos | | | | | |
| Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1. | | | | | |
| Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070 | | | | | |
| Clase de iluminación seleccionada: ME3b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| | L_m [cd/m ²] | U0 | UI | TI [%] | SR |
| Valores reales según cálculo: | 1.00 | 0.75 | 0.84 | 15 | 0.95 |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 1.00 | ≥ 0.40 | ≥ 0.60 | ≤ 15 | ≥ 0.50 |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 | | | | | |
| Longitud: 33.500 m, Anchura: 4.000 m | | | | | |
| Trama: 12 x 3 Puntos | | | | | |
| Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. | | | | | |
| Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| Clase de iluminación adicional ES: ES5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] | | |
| Valores reales según cálculo: | 10.19 | 6.69 | 3.23 | | |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 | | |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 | | | | | |
| Longitud: 33.500 m, Anchura: 3.200 m | | | | | |
| Trama: 12 x 3 Puntos | | | | | |
| Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2. | | | | | |
| Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| Clase de iluminación adicional ES: ES5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] | | |
| Valores reales según cálculo: | 10.57 | 7.11 | 3.41 | | |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 | | |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| 4 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 2 | | | | | |
| Longitud: 33.500 m, Anchura: 2.400 m | | | | | |
| Trama: 12 x 3 Puntos | | | | | |
| Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 2. | | | | | |
| Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| Clase de iluminación adicional ES: ES5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] | | |
| Valores reales según cálculo: | 11.95 | 8.63 | 4.11 | | |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 | | |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| 5 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 | | | | | |
| Longitud: 33.500 m, Anchura: 2.400 m | | | | | |
| Trama: 12 x 3 Puntos | | | | | |
| Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1. | | | | | |
| Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| Clase de iluminación adicional ES: ES5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.) | | | | | |
| | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{min} (semicil.) [lx] | | |
| Valores reales según cálculo: | 11.95 | 8.63 | 4.11 | | |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10.00 | ≥ 3.00 | ≥ 2.00 | | |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ | ✓ | | |

Ilustración 42: Recuadro de evaluación calle 29 (tramo 3)

Calle PN1

Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:201

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 22.000 m, Anchura: 9.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
 Valores de consigna según clase:
 Cumplido/No cumplido:

| | |
|--------------|-------------|
| E_m [lx] | U0 |
| 21.27 | 0.65 |
| ≥ 20.00 | ≥ 0.40 |
| ✓ | ✓ |

- Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 22.000 m, Anchura: 2.300 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S2
 Clase de iluminación adicional ES: ES5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
 Valores de consigna según clase:
 Cumplido/No cumplido:

| | |
|--------------|----------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] |
| 10.16 | 7.28 |
| ≥ 10.00 | ≥ 3.00 |
| ✓ | ✓ |

- Recuadro de evaluación Camino peatonal 2
 Longitud: 22.000 m, Anchura: 2.300 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.
 Clase de iluminación seleccionada: S2
 Clase de iluminación adicional ES: ES5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
 Valores de consigna según clase:
 Cumplido/No cumplido:

| | |
|--------------|----------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] |
| 10.16 | 7.28 |
| ≥ 10.00 | ≥ 3.00 |
| ✓ | ✓ |

Ilustración 43: Recuadro de evaluación PN1

Campo de fútbol

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| 48 | 64 | 80 | 99 | 102 | 92 | 86 | 83 | 87 | 93 | 103 | 96 | 77 | 61 | 45 |
| 44 | 59 | 81 | 99 | 102 | 89 | 77 | 75 | 78 | 92 | 102 | 88 | 76 | 56 | 42 |
| 40 | 55 | 77 | 104 | 106 | 85 | 71 | 68 | 73 | 88 | 108 | 100 | 72 | 52 | 39 |
| 38 | 52 | 78 | 103 | 106 | 86 | 67 | 63 | 69 | 90 | 107 | 100 | 73 | 48 | 36 |
| 48 | 51 | 80 | 101 | 105 | 88 | 65 | 59 | 68 | 93 | 105 | 99 | 74 | 47 | 51 |
| 38 | 52 | 78 | 103 | 106 | 86 | 67 | 63 | 69 | 90 | 107 | 100 | 73 | 49 | 37 |
| 41 | 55 | 77 | 104 | 106 | 85 | 71 | 68 | 73 | 88 | 108 | 100 | 72 | 52 | 39 |
| 44 | 59 | 81 | 99 | 102 | 89 | 77 | 75 | 79 | 92 | 102 | 97 | 77 | 56 | 42 |
| 48 | 64 | 80 | 99 | 102 | 92 | 86 | 84 | 87 | 93 | 103 | 96 | 77 | 61 | 45 |

Ilustración 45: Valores en luxes del campo de fútbol

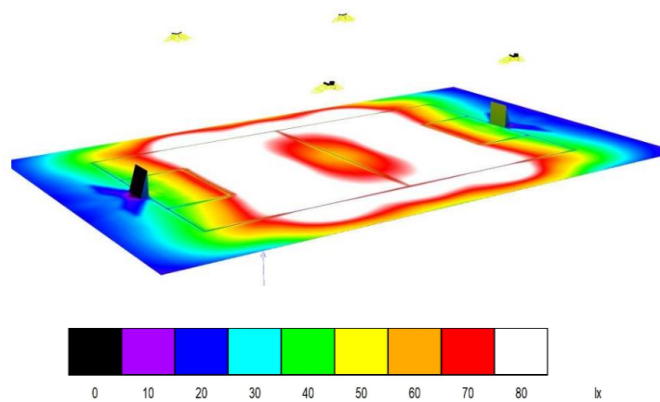


Ilustración 44: Representación en colores falsos campo de fútbol

Rotonda 2

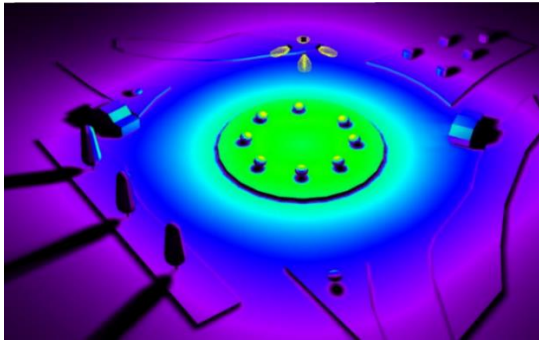


Ilustración 47: Representación en colores falsos Rotonda 2

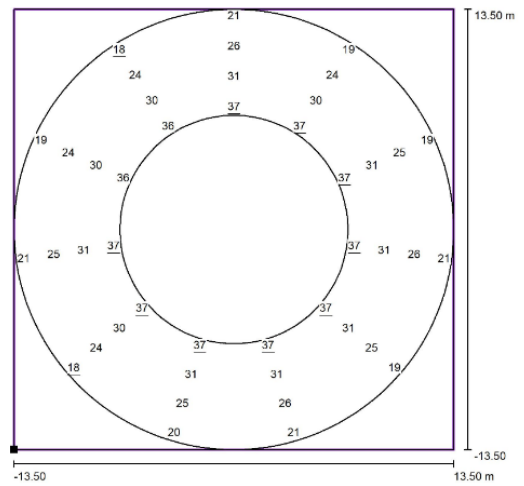


Ilustración 46: Valores en luxes de la Rotonda 2

Parque

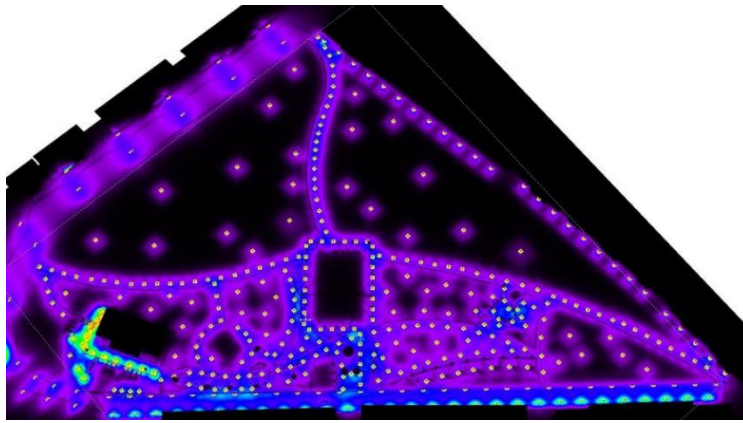


Ilustración 48: Representación en colores falsos parque

Plaza

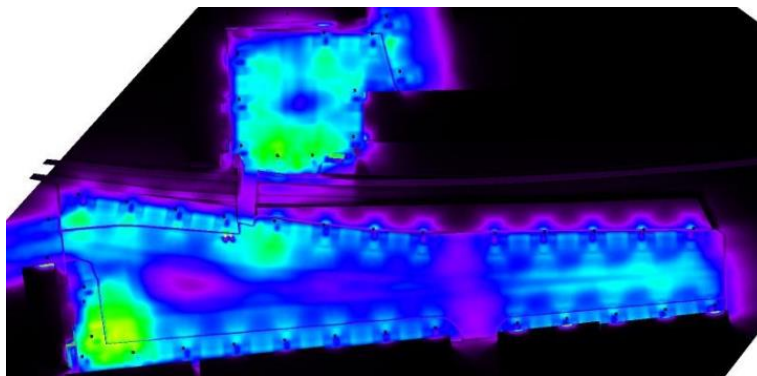


Ilustración 49: Representación en colores falsos plaza

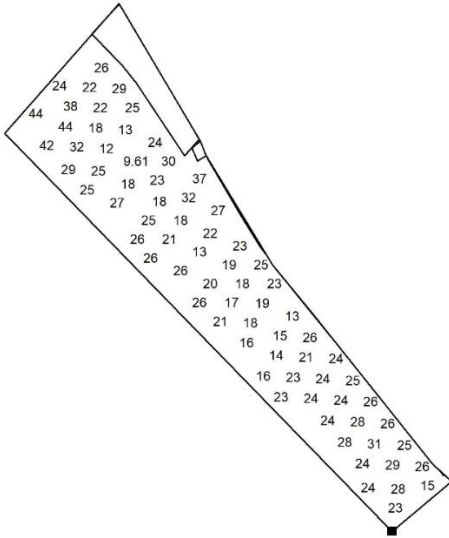


Ilustración 51: Valores en luxes de la plaza (parte abajo)

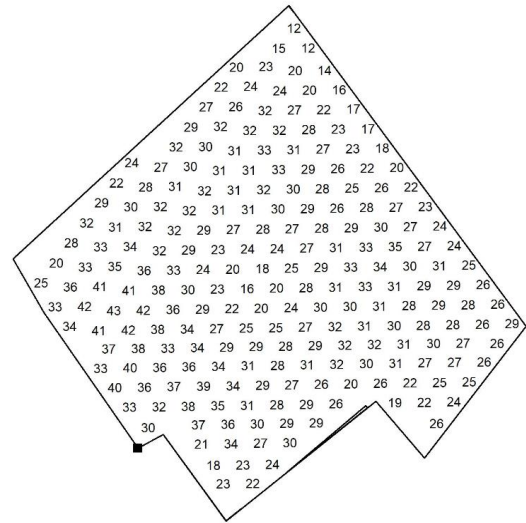


Ilustración 50: Valores en luxes de la plaza (parte de arriba)

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. CATÁLOGOS

La iluminación de las 61 calles, las rotondas, el parque, el campo de fútbol y la plaza se han utilizado un total de 6 modelos de luminaria distintos.

Para las calles residenciales (RS2 y RS3), la calle 1 (1A y 1B) y la calle Barranc Serra se ha recurrido al modelo **Stela Round**, todas con difusor WRN, estas son sus curvas:



Ilustración 53: Modelo Stela Round

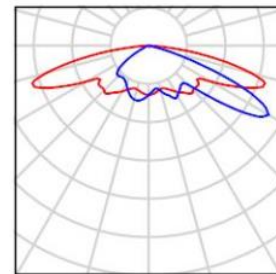


Ilustración 52: Curvas Stela Round

Para las calles calificadas como transitadas, es decir, la calle 30, 406, 15, PN1, PN2 y 17 se ha empleado el modelo **CitySoul**. Según las condiciones de la calle, han sido necesarios utilizar varios difusores:



Ilustración 55: Modelo CitySoul

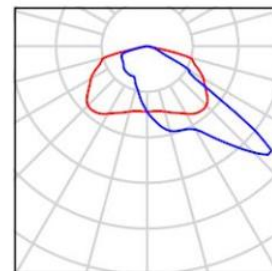


Ilustración 54: Curvas CitySoul DK

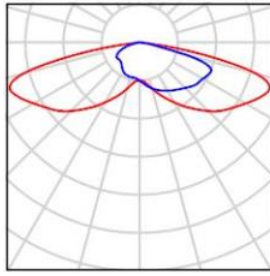


Ilustración 57: Curvas CitySoul DRW

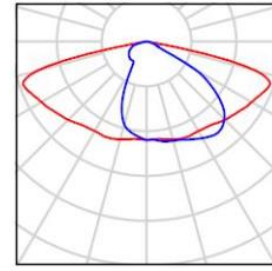


Ilustración 56: Curvas CitySoul DW

Para la calle 29 (los 3 tramos) se ha empleado el modelo **Luma** con difusor DM70.



Ilustración 59: Modelo Luma

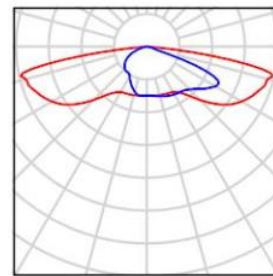


Ilustración 58: Curvas Luma DM70

Para la calle Vicent Ferrer se ha utilizado el modelo **Stela Square** con difusor NRN:



Ilustración 61: Modelo Stela Square

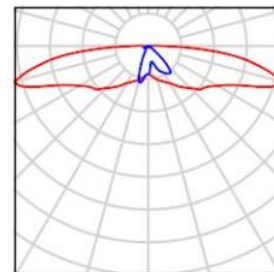


Ilustración 60: Curvas Stela Square NRN

Para la calle 23 y plaza el modelo utilizado ha sido **Micenas**:

Para las rotondas, campo de futbol y los proyectores de las plazas son el modelo **Coreline**:



Ilustración 64: Modelo Micenas

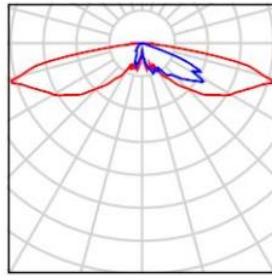


Ilustración 62: Curvas Micenas DM70 BL1

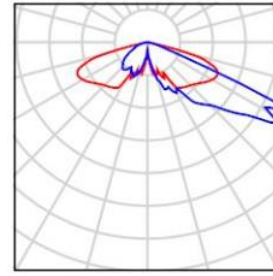


Ilustración 63: Curvas Micenas DX10



Ilustración 67: Modelo Coreline

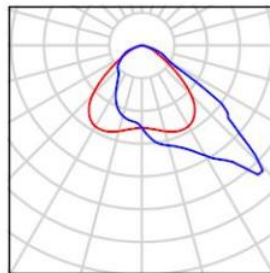


Ilustración 66: Curvas Coreline campo fútbol

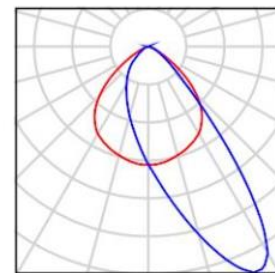


Ilustración 65: Curvas Coreline de Rotondas y Plaza

4. BIBLIOGRAFÍA

- Fichas técnicas de producto