



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE LA URBANIZACIÓN PLANS MAR DEL MUNICIPIO EL PUIG (VALENCIA).

AUTOR: Ignacio Sanchis Gonzalez

TUTOR: Saturnino Catalán Izquierdo

Curso Académico: 2017-18

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al profesor Saturnino Catalán Izquierdo, tutor de este TFG, por la ayuda y atención mostrada durante el desarrollo de el mismo.

Agradezco también a todo mis familiares y amigos, el apoyo que me han dado durante la elaboración del presente trabajo.

Gracias.

RESUMEN

La instalación de alumbrado público de la urbanización Plans Mar, presenta niveles de iluminación insuficientes, excesivos o inexistentes, además de un deterioro considerable y un bajo rendimiento lumínico. El alumbrado público representa la parte más importante del consumo de energía eléctrica de muchos ayuntamientos, pero el reciente desarrollo de nuevas tecnologías de iluminación y la aplicación de nuevas estrategias de regulación permiten reducir el consumo y aumentar la calidad de estas instalaciones.

En este TFG se va a proyectar un alumbrado público completo, cumpliendo todos los requerimientos establecidos en el *“Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior”* del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de 2008, mediante el programa de cálculo Dialux 4.13, con el fin de mejorar la instalación desde el punto de vista luminotécnico, económico, energético y ambiental.

Palabras Clave: Alumbrado público, iluminación, Dialux, Cypelec, Plans Mar.

RESUM

La instal·lació d'enllumenat públic de la urbanització Plans Mar, presenta nivells d'il·luminació insuficients, excessius o inexistents, a més d'una deterioració considerable i un baix rendiment lluminic. L'enllumenat públic representa la part més important del consum d'energia elèctrica de molts ajuntaments, però el recent desenvolupament de noves tecnologies d'il·luminació i l'aplicació de noves estratègies de regulació permeten reduir el consum i augmentar la qualitat d'aquestes instal·lacions.

En aquest TFG es va a projectar un enllumenat públic complet, complint tots els requeriments establits en el "Reglament d'Eficiència Energètica en Instal·lacions d'Enllumenat Exterior" del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç de 2008, mitjançant el programa de càlcul Dialux 4.13, amb la finalitat de millorar la instal·lació des del punt de vista luminotècnic, econòmic, energètic i ambiental.

Paraules clau: Enllumenat públic, il·luminació, Dialux, Cypelec, Plans Mar.

ABSTRACT

The installation of public lighting in the urbanization Plans Mars, presents insufficient, excessive or non-existent levels of lighting and a low light efficiency. Public lighting represents the most expensive part of electrical consumption for city councils, but the recent development in new lighting technologies and the application of new regulative strategies, allows us to reduce the consumption and improve the quality of the installations.

This TFG is going to project a complete public lighting, fulfilling all the requirements established in “*Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*” of the Ministry of Industry, Tourism and Commerce of 2008, through the program Dialux 4.13, in order to improve the installation from the point of view of lighting, economics, energy and environment.

Keywords: Public lighting, illumination, Dialux, Cypelec, Plans Mar.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1-INTRODUCCIÓN.....	14
1.1-Objetivo.....	14
1.2-Justificación.....	14
1-3 Relación del TFG con el grado.....	14
1.4-Criterios de diseño.....	15
1-5-Normativa aplicable.....	15
1.4-Selección de la zona de estudio.....	16
2-DISEÑO LUMINOTÉCNICO.....	17
2.1-Clases de alumbrados.....	17
2.1.1-Calles viales y peatonales.....	17
2.1.2-Zonas deportivas.....	19
2.2-Implantación.....	20
2.2.1-Calles viales y peatonales.....	20
2.2.2-Zonas deportivas.....	20
2.3-Altura y separación de las luminarias.....	21
2.3.1-Calles viales y peatonales.....	21
2.3.2-Zonas deportivas.....	22
2.4-Cálculos previos.....	23
2.5-Selección de las luminarias.....	25
2.6-Cálculos luminotécnicos.....	28
2.7- Comprobación del factor de utilización y mantenimiento.....	32
3-DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	36
3.1-Potencia Instalada.....	36
3.2- Cuadros de protección y control.....	37
3.3-Trazado de las líneas.....	38
3.4- Cálculos Eléctricos.....	38
4-RESULTADOS DEL CÁLCULO.....	45
4.1-Resultados lumínicos.....	45
4.1.1-Calles viales y peatonales.....	45
4.1.2-Pistas deportivas.....	47
4.1.3-Render en 3D.....	50
4.2-Resultados de la instalación eléctrica.....	51
5-EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	56
5.1-ITC - EA - 01 Eficiencia Energética.....	56
6.1-ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.....	59

6.1. Resplandor luminoso nocturno	59
6.2 Limitación de la luz intrusa o molesta	60
7-PRESUPUESTO	62
8-CONCLUSIONES	64
9-BIBLIOGRAFÍA.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Clase de alumbrado	17
Tabla 2-Clase de alumbrado zonas deportivas.....	19
Tabla 3-Flujo calculado	24
Tabla 4-Factor de utilización real.	32
Tabla 5-Comprobación ITC-EA-04	34
Tabla 6-Potencia total instalada.....	36
Tabla 7-Resultados luminotécnicos de las calzadas de las calles viales.....	45
Tabla 8-Resultados luminotécnicos de las aceras y carriles de estacionamiento de las calles viales...	45
Tabla 9-Resultados luminotécnicos calles peatonales.....	45
Tabla 10-Flujo medio.....	46
Tabla 11-Resultados luminotécnicos de las pistas deportivas.....	47
Tabla 12-Resultados de sobreintensidades del cuadro 1.....	52
Tabla 13-Resultados de cortocircuitos del cuadro 2.	53
Tabla 14-Error de cálculo en el cuadro 2.....	54
Tabla 15-Eficiencia energética mínima calles viales	56
Tabla 16-Eficiencia energética mínima calles peatonales.....	56
Tabla 17-Clasificación energética.....	57
Tabla 18	82
Tabla 19	82
Tabla 20	82
Tabla 21	83
Tabla 22	83
Tabla 23	84
Tabla 24	84

Tabla 25	84
Tabla 26	85
Tabla 27	85
Tabla 28	85
Tabla 29	85
Tabla 30	86
Tabla 31	86
Tabla 32	86
Tabla 33	87
Tabla 34	87
Tabla 35	87
Tabla 36	88
Tabla 37	88
Tabla 38	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-Urbanización Plans Mar	16
Ilustración 2-Tipos de distribuciones	20
Ilustración 3-Distribución de las zonas deportivas.....	22
Ilustración 4-Curva isolux UNISTREET DM12.....	25
Ilustración 5-Curva isolux HARMONY LED DM50	26
Ilustración 6-Comparación entre distribuidor DX10 y DX60	27
Ilustración 7-Curva isolux TOWNGUIDE DS.....	28
Ilustración 8-Resultado luminotécnico 1 Camí Platja B.....	28
Ilustración 9-Resultado luminotécnico 2 Camí Platja B.....	29
Ilustración 10-Resultado luminotécnico 3 Camí Platja B.....	29
Ilustración 11-Resultado luminotécnico 1 Carrer Ponent.....	30
Ilustración 12-Resultado luminotécnico 2 Carrer Ponent.....	30
Ilustración 13-Posición de los cuadros de protección.....	37
Ilustración 14-Distribución adecuada del cableado	38
Ilustración 15-Curva característica interruptor diferencial.....	39

Ilustración 16-Sensibilidad de un Interruptor diferencial	44
Ilustración 17-Curvas isolux Carrer Santa Elvira.....	46
Ilustración 18-Gráfico de valores Carrer Santa Elvira.....	47
Ilustración 19-Resultados Luminotécnicos finales de las plazas.	47
Ilustración 20-Diagrama de grises, colores falsos y resultados luminotécnicos de la pista de tenis. ...	48
Ilustración 21-Diagrama de grises, colores falsos y resultados luminotécnicos de la pista de futbol. .	48
Ilustración 22-Índices de deslumbramientos, pista de futbol.....	49
Ilustración 23-Índices de deslumbramientos, pista de tenis.....	49
Ilustración 24-Modelo en 3D de la urbanización.	50
Ilustración 25-Render en 3D con pistas deportivas y sin las pistas deportivas.....	50
Ilustración 26-Etiqueta de eficiencia energética.....	58
Ilustración 27-Townguide LED.....	59
Ilustración 28-Reflector de una luminaria circular.....	59
Ilustración 29-Resultados de intensidad luminosa emitida por las luminarias.....	60
Ilustración 30-Comprobación de la luminancia media en la fachada colindante al tenis pequeño	61

MEMORIA

1-INTRODUCCIÓN

1.1-Objetivo

El objetivo del presente TFG es realizar un posible diseño de la instalación de alumbrado público exterior de la urbanización Plans Mar, con el fin de crear una solución válida, que mejore la instalación actual desde un punto de vista luminotécnico, económico, energético y ambiental.

1.2-Justificación

El desorbitado crecimiento urbanístico, especialmente en las zonas costeras de nuestros pueblos y ciudades de los últimos años, ha propiciado la aparición de deficientes infraestructuras y dotaciones urbanísticas. Por este motivo es usual encontrar urbanizaciones, colonias y barrios de reciente creación con problemas en las instalaciones lumínicas y eléctricas. Debido a ello, se ha querido realizar un análisis de la urbanización Plans Mar ya que es un buen ejemplo de lo anteriormente descrito. Además, la urbanización sufre de numerosas deficiencias consecuencia de encontrarse al final de su vida útil.

A continuación, si bien se ha seleccionado este trabajo debido a que surge la necesidad de mejorar la situación actual, también se ha considerado debido a que la urbanización contiene una gran variedad de zonas a iluminar; vial, ambiental, urbana y deportiva, requiriendo de diferentes conocimientos para ejecutar el mismo.

1-3 Relación del TFG con el grado.

Para la realización del TFG, se han empleado conocimientos adquiridos en diversas asignaturas a lo largo del grado, como son los siguientes:

En primer lugar, gracias a la asignatura tecnología eléctrica se obtuvieron conocimientos muy completos sobre como diseñar, mantener y gestionar de forma segura y eficiente una instalación eléctrica. Además, una pequeña parte de la asignatura trata sobre sistemas de iluminación, de la cual se obtuvieron los conocimientos básicos sobre iluminación, como son la iluminancia, la luminancia, el flujo que proporciona una luminaria o la representación de la distribución de flujo de una luminaria en las curvas isolux. Por otro lado, es importante mencionar que la asignatura de Teoría de Circuitos ha dado pie a poder comprender la asignatura mencionada anteriormente, por lo que resulta importante no olvidarla.

En segundo lugar, las asignaturas Ingeniería Grafica y Expresión Gráfica han resultado en una gran ayuda para la realización de los diversos planos en el programa AutoCAD.

Para finalizar, la asignatura Proyectos, ha resultado muy útil para poder estructurar correctamente el proyecto y para realizar el presupuesto de la instalación mediante el programa Arquímedes, el cual se estudió en profundidad en la asignatura.

1.4-Criterios de diseño

El trabajo realizado se ha basado en los conocimientos adquiridos en las asignaturas del grado y siguiendo principalmente el reglamento electrotécnico de baja tensión del año 2002 y el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, se han implementado los cálculos utilizando los softwares comerciales: Cypelec y Dialux 4.13.

El diseño de la instalación se ha realizado en el supuesto de una instalación totalmente nueva, partiendo de datos de cargas eléctricas, distancias reales e iluminación deseada. Con esto se ha llevado a la práctica real los diseños aprendidos durante estos años de carrera.

Por otro lado, se utilizarán solo luminarias LED, debido a su bajo consumo, bajo impacto al medioambiente y que su precio en el mercado hoy en día se ha estabilizado y sale rentable.

Para finalizar, se va a diseñar la instalación, con un criterio económico, es decir buscando de todas las configuraciones posibles la de menor coste.

1-5-Normativa aplicable

La reglamentación y normativa fundamental para el diseño de la instalación, que se han utilizado como referencia en el desarrollo de este proyecto son:

- 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 12193 Iluminación en instalaciones deportivas, noviembre del 2000.
- 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)
- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobretensiones.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

- UNE-EN 60947-3: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-EN 60898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogos para la protección contra sobreintensidades

1.4-Selección de la zona de estudio

Se va a estudiar la urbanización Plans Mar, del municipio El Puig (Valencia). Para facilitar el estudio se van a dividir las zonas a tratar en tres grupos:

1-Carreteras viales: Carrer Santa Elvira, Carrer de Ponent, Carrer de LLevant, Carrer Xaloc y Carrer Gregal.

2-Calles peatonales: Camino a la playa, Camino a la piscina, Camino por la zona deportiva, Camino por la zona deportiva más estrecho, Camí Platja B y dos plazas. Los caminos a la playa y la piscina son los caminos que transcurren entre las viviendas perpendiculares al Carrer gregal.

3-Zonas deportivas: Dos pistas de tenis pequeñas, una pista de tenis grande, dos pistas de pádel, dos pistas de petanca y un campo de futbol sala.



Ilustración 1-Urbanización Plans Mar

2-DISEÑO LUMINOTÉCNICO

2.1-Clases de alumbrados

2.1.1-Calles viales y peatonales

El primer paso para crear una instalación luminotécnica es recurrir al *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*, para clasificar cada zona de estudio con la clase de alumbrado necesaria según la norma. La información necesaria para llevar a cabo esta clasificación se encuentra en la ITC-EA-03.

La primera clasificación se lleva a cabo mediante el tipo de vía y la velocidad de tráfico rodado utilizando la Tabla 18, con la cual obtendremos una situación de proyecto. En función de la situación de proyecto escogida, debemos ir a la Tabla 19, Tabla 20 o a la Tabla 21 para seleccionar la clase de alumbrado que más se corresponda a nuestra vía. Las clases de alumbrado elegidas son las siguientes:

Tabla 1-Clase de alumbrado

ZONAS	SITUACIÓN DEL PROYECTO	INTENSIDAD MEDIA DE TRÁFICO (IMD)	CLASE DE ALUMBRADO
CALLES VIALES			
Carrer Santa Elvira	B1	< 7.000	ME5
Carrer de Ponent	B1	< 7.000	ME5
Carrer de LLevant	B1	< 7.000	ME5
Carrer Xaloc	D3-D4	Flujo peatones-Normal	S3
Carrer Gregal	D3-D4	Flujo peatones-Normal	S3
CALLES PEATONALES			
Camí Platja B	E2	Flujo peatones-Normal	S2
Camino a la playa	E2	Flujo peatones-Normal	S4
Camino por la zona deportiva	E2	Flujo peatones-Normal	S2
Camino por la zona deportiva más estrecho	E2	Flujo peatones-Normal	S2
Plazas	E2	Flujo peatones-Normal	S2

El Carrer Santa Elvira, Carrer de Ponent y Carrer de LLevant son las tres vías con mayor circulación de coches ya que están en el contorno de la urbanización y para acceder a ella tienes que pasar por ahí. Consecuentemente, se han clasificado como vías de moderada velocidad, entre 30 y 60 km/h y aunque sean unas calles muy transitada, debido a que la urbanización es de un tamaño pequeño en comparación con un pueblo o una ciudad, dentro del margen que nos deja el reglamento seleccionar (ME4b / ME5), se ha seleccionado la iluminación inferior ME5.

Las únicas vías por dentro de la urbanización, Carrer Xaloc y Carrer Gregal son vías de baja velocidad ya que constantemente hay peatones circulando por sus aceras para acceder a diferentes zonas de la urbanización. Nuevamente atendiendo al reglamento, nos deja seleccionar entre una iluminación (S2 / S3 / S4), se ha seleccionado una iluminación S3 para que todo este iluminado con la misma potencia y sea un tanto armónica la iluminación. Como se puede observar en la Tabla 29 del reglamento, el alumbrado S3=ME5.

Los caminos a la playa y a la piscina, son caminos muy estrechos para entrar en viviendas que además transcurren a la playa, a la piscina y al tenis pequeño. Se ha seleccionado una iluminación inferior como el la S4, con el fin de no molestar a las viviendas.

El Camí Platja B, es un paseo peatonal por la playa para el cual se ha considerado una iluminación superior S2 debido a que es muy transitado por peatones.

Las plazas y el camino por la zona deportiva también son de las zonas más transitadas de la urbanización por lo que también se ha seleccionado una iluminación superior como es la S2, siempre dentro del rango que nos deja el reglamento una vez clasificadas las vías/zonas.

Una vez se han clasificado todas las zonas correctamente, la ITC-EA-03 nos indica para cada clase de alumbrado los requerimientos necesarios.

Para todas las vías clasificadas con la serie S (S1, S2, S3, S4, S5), los valores requeridos se encuentran en la Tabla 23. Estos valores son la iluminancia media y mínima, los cuales expresan el valor medio y mínimo de iluminancia necesaria sobre la superficie considerada.

Los valores requeridos son los siguientes:

- Clase de alumbrado S2, $E_m=10$ lux y $E_{min}=3$ lux
- Clase de alumbrado S3, $E_m=7.5$ lux y $E_{min}=1.5$ lux
- Clase de alumbrado S4, $E_m=5$ lux y $E_{min}=1$ lux

Para las vías catalogadas como ME5, debido a que son vías en las cuales hay un tráfico de coches considerable, la normativa expresa los valores limite en luminancia (cd/m^2), en vez de iluminancia. Esto es debido a que se hace hincapié en los deslumbramientos perturbadores, que puedan afectar a los conductores, los cuales se calculan utilizando la luminancia media. La medición del deslumbramiento perturbador se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste el cual su símbolo es TI. Debido a esto, como podemos ver en la Tabla 22, para estas vías la norma incluye los valores requeridos de luminancia, del incremento umbral y de la uniformidad global y longitudinal.

Los requerimientos según la norma para las vías catalogadas como ME5, son los siguientes:

- Luminancia Media, $L_m = 0.5 (cd/m^2)$
- Uniformidad global, $U_o = 0.35$
- Uniformidad longitudinal, $U_l = 0.40$
- Incremento umbral, TI (%) = 15
- Relación del entorno $SR \geq 0.5$

2.1.2-Zonas deportivas

Las zonas deportivas se clasifican según la norma UNE-EN 12193 de iluminación deportiva. Dentro de la cual, la única clasificación que hay que llevar a cabo es la dependiente del nivel de competición para el cual las pistas van a ser utilizadas, esta clasificación se encuentra en la Tabla 24. Debido a que el uso de todas las pistas es recreativo, todas se han clasificado como CLASE 3.

Las pistas deportivas requieren de valores medios de iluminación muy superiores a las calles viales y peatonales, estos valores se encuentran en la Tabla 25, Tabla 26 y Tabla 27 y son los siguientes:

Tabla 2-Clase de alumbrado zonas deportivas

ZONAS	CLASE	$E_{media}(\text{lux})$	E_{min}/E_{media}
Tenis pequeño	Clase 3	200	0.5
Tenis grande	Clase 3	200	0.5
Paddle	Clase 3	200	0.5
Fútbol	Clase 3	75	0.5
Petanca	Clase 3	50	0.5

Por otro lado, para evaluar el deslumbramiento en la iluminación de las zonas deportivas se utiliza el índice de deslumbramiento GR con una escala de 0 a 100, siendo 10 un deslumbramiento insignificante y 90 un deslumbramiento insoportable. Esta evaluación del deslumbramiento se encuentra en la tabla 17. Atendiendo tanto a la UNE-EN 12193 como a la ITC-EA-02, todas las pistas deportivas requieren un $GR \leq 55$, ya que como se ve en la Tabla 37 alrededor de un $GR=50$ es el límite admisible.

Para finalizar, hay un último requerimiento para las pistas deportivas que es el índice de rendimiento de color. Este parámetro, es una medida de calidad, que representa como una fuente luz hace que el color de un objeto aparezca a los ojos humanos, mediante una escala de 0 a 100, siendo 100 equivalente a la propia luz del día y 0 a una visualización de solo escala de grises. Para todas las pistas se requiere un valor mínimo de 20.

2.2-Implantación

2.2.1-Calles viales y peatonales

Una de las características más importantes al diseñar una distribución de luminarias es la configuración de ellas: unilateral, bilateral tresbolillo o bilateral pareada ya que el área a iluminar y el número de luminarias a instalar, varían en función de la configuración.

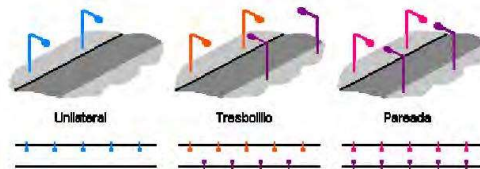


Ilustración 2-Tipos de distribuciones

Habitualmente la configuración unilateral se utiliza cuando el ancho a iluminar es del orden de 4-10 metros, la de tresbolillo se utiliza cuando el ancho es algo mayor y finalmente el pareado cuando el ancho es muy superior a 10 metros.

Como en el fin de diseñar una instalación lo más económica posible la primera implantación que se considera es la unilateral, ya que requiere un menor número de luminarias. Además, las configuraciones en tresbolillo y pareado requieren dos tomas de red mientras que la unilateral una sola, por lo que nuevamente la configuración unilateral se adapta mejor a este criterio.

Cabe destacar que los postes disponibles en el mercado a partir de 12-15 metros de altura incrementan mucho su precio, por lo que utilizar una configuración en tresbolillo las cuales requieren alturas superiores a 10 metros, resulta más cara.

Debido a que la mayoría de las calles de la urbanización son de entre 4-10 metros y que se quiere seguir un criterio de mínimo coste, sin duda la implantación unilateral es la que mejor se adapta ya que requiere menos luminarias, menos tomas a red y se usaran alturas inferiores a 12 metros las cuales no tienen un coste adicional.

2.2.2-Zonas deportivas

En cuanto a las zonas deportivas, en función de lo que se ha comentado en el apartado anterior la configuración que resulta más adecuada es la pareada, ya que los anchos a iluminar es decir el ancho de las pistas es muy superior a 10 metros.

Además, si se utilizase una configuración unilateral o en tresbolillo, al iluminar cada sector de la pista desde un punto, quedaría más iluminada la pista cercana a los proyectores que al final de la pista, resultando en una iluminación final poco uniforme y con sombras en un solo plano. Al utilizar una configuración pareada, los flujos de las luminarias se podrán cruzar, obteniendo una iluminación más uniforme. Como se ha visto en el apartado 2.1.2-Zonas deportivas la uniformidad requerida es bastante elevada por lo que esta configuración resulta de gran importancia.

2.3-Altura y separación de las luminarias

2.3.1-Calles viales y peatonales

El siguiente paso para dimensionar la instalación es seleccionar la altura y separación de las luminarias.

En primer lugar, para las alturas de las luminarias se ha seguido la norma de que la altura de la luminaria sea igual al ancho de la vía a iluminar ya que la distribución de flujo de la gran mayoría de luminarias se adapta ello. Además, como se desarrolla en el punto 2.2-Implantación, es posible utilizar alturas iguales al ancho de las vías y una configuración unilateral ya que las calles son de entre 4-10 metros de anchura, consiguiendo un diseño más económico.

Tanto en las calles peatonales como en las calles viales se ha intentado seleccionar las mayores separaciones posibles, que se adapten tanto a las diferentes normas que tenemos que cumplir como a los modelos de luminarias disponibles. Esto es debido a que mayores separaciones implican menores costes. Al separar más las luminarias, se necesitan menos puntos de luz, pero de más potencia. El coste de una instalación es el precio de la luminaria por el número de luminarias a instalar. Debido a que el coste de las luminarias de 1500-9000 lúmenes no varía mucho y que al separar 4h o 8h sí que reduces a la mitad el número de luminarias a instalar, sale más económico utilizar luminarias de mayor potencia y más separadas.

En continuación, las separaciones entre luminarias para las calles viales se ha pre-dimensionado del orden de cuatro veces la altura de las luminarias. Esto es debido a que la gran mayoría de las luminarias viales permiten alumbrar hasta esas distancias, en configuración unilateral, manteniendo una uniformidad considerable. La uniformidad es la el valor medio de iluminación partido el valor mínimo, por lo tanto, es una representación, de lo uniforme que la distribución de luz es. Es decir, cuanto más separemos las luminarias menos uniforme será la distribución. Por lo que en estas calles no podemos utilizar separaciones mayores, ya que resultarían en soluciones inapropiadas.

Por otro lado, las calles peatonales no requieren valores de uniformidad, sino valores de iluminación mínimos, los cuales son equivalentes a uniformidades muy inferiores a las necesarias en las calles viales. Debido a esto, podemos utilizar separaciones mayores para estas calles, como son siete veces la altura de las luminarias.

Resulta importante recalcar, que cada calle vial es diferente, es decir, algunas calles tienen carriles de estacionamiento, aceras, o las dos cosas, por lo que se ha pensado inicialmente donde posicionar las luminarias teniendo en cuenta estos metros de más. Debido a esto las alturas seleccionadas no son exactamente iguales al ancho total de las calles, el cual se puede observar en la Tabla 3-Flujo calculado.

Las plazas de la urbanización son más complejas de iluminar por lo que se alumbrarán con una distribución en campo, con una altura de cuatro metros y una separación del orden de dos veces la altura de las luminarias en todas las direcciones. Debido a que justo en el lateral de las plazas hay viviendas, empezando a una altura de 5 metros, se ha querido utilizar alturas menores para no deslumbrar a las viviendas.

En el punto 2.5-Selección de las luminarias se verá más en detalle mediante las distribuciones de flujo de las luminarias como las alturas y separaciones seleccionadas son adecuadas para los diferentes modelos de luminarias disponibles en el mercado.

2.3.2-Zonas deportivas

En las zonas deportivas de tenis, fútbol y paddle, se han definido las alturas y separaciones de los proyectores en este caso de manera muy similar a las calles. Además, debido a que el campo de fútbol, pádel y el de tenis son de geometría similar, con diseñar una distribución es suficiente. La distribución elegida es la siguiente:

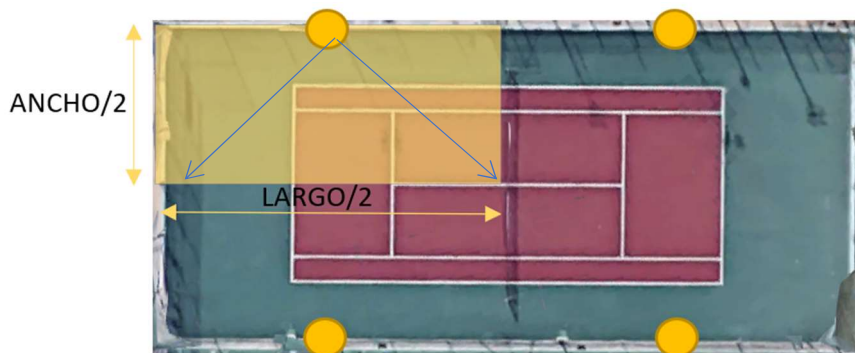


Ilustración 3-Distribución de las zonas deportivas.

Se ha decidido colocar 8 proyectores en 4 puntos simétricos enfocados cada uno a 45° desde la horizontal y por lo tanto separados 90° cada uno, de manera que cada uno tenga que iluminar un octavo de la pista. Dentro de las diferentes opciones para iluminar estas pistas se han decidido utilizar 2 proyectores en cada punto en vez de uno, ya que en este caso la diferencia de precio es más del doble, por lo que sale más rentable utilizar dos proyectores de menor potencia que uno de mayor potencia. Esta variación en el coste de los proyectores es debido a que a diferencia de las luminarias viales y peatonales en las pistas deportivas se necesitan flujos del orden 30 000 lúmenes mientras que en las calles viales o peatonales los flujos son inferiores a 10 000 lúmenes.

A diferencia de las otras pistas deportivas las pistas de petanca son muy pequeñas en comparación y se ha decidido que con un único proyector con una altura igual al ancho de la pista es suficiente para iluminarlas. Al ser un único proyector se colocará en la mitad de la pista.

2.4-Cálculos previos

El siguiente paso antes de poder seleccionar las luminarias adecuadas es recurrir a la ecuación fundamental del flujo luminoso la cual nos proporcionara el valor en lúmenes que las lámparas necesitarán para cada zona.^[3]

$$\Phi = \frac{S \cdot E_m}{f_m \cdot f_u} = \frac{L_m \cdot S \cdot E_m}{q_0 \cdot f_m \cdot f_u} \quad (1)$$

- S=Superficie de cálculo (m²)
- E_m= Iluminancia media (lux)
- f_m=factor de mantenimiento
- f_u= Factor de utilización
- Φ=Flujo (lúmenes)
- L_m= Luminancia media (cd/m²)
- q₀= Constante adimensional, dependiente del suelo, en nuestro caso igual a 0,07.

La iluminancia media viene dada por la clasificación llevada a cabo en el punto 2.1-Clases de alumbrados. Cabe destacar que para las vías catalogadas como ME5 los valores de luminancia han sido convertidos a iluminancia mediante la ecuación 1, para que sea más claro de entender y trabajar con ellos, ya que son equivalentes.

La superficie de cálculo, es el ancho que se desea iluminar por la separación de las luminarias. En las calles viales y peatonales debido a la distribución unilateral y a que se ha pre-dimensionado para que la altura sea igual al ancho a iluminar es tan simple como la altura de las luminarias por la separación entre luminarias. En las plazas debido a que se ha dimensionado una separación de dos veces la altura en todas las direcciones, la superficie de cálculo será cuatro veces la altura al cuadrado. En las pistas deportivas, la superficie a iluminar el ancho total por la longitud total dividido por ocho, ya que se usarán 8 proyectores. Finalmente, en la petanca la superficie a iluminar es la superficie real de la petanca ya que solo se utilizará un proyector para ello.

El factor de utilización es la relación entre los valores de iluminación que se pretende mantener a lo largo de la vida útil y los valores iniciales. Este valor depende de la calidad de las luminarias, el envejecimiento y su estanqueidad, así como de sus operaciones de mantenimiento y limpieza. Este valor se va a estimar en 0,5 ya que no es fácil de calcular al depender de muchos factores y se comprobará su resultado después de diseñar la instalación.

Para finalizar, el factor de mantenimiento es la relación entre el flujo útil procedente de la luminaria que llega a la calzada a iluminar y el flujo emitido por las lamparas instaladas en las luminarias. Este valor es conveniente que sea algo alto, ya que un valor pequeño implica que mucho flujo está siendo malgastado y por lo tanto la instalación sería poco eficiente. Debido a esto el factor de utilización se estimará en 0.75.

Todos los resultados obtenidos se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 3-Flujo calculado

ZONA	E_m (lux)	ANCHO CALLE (m)	ALTURA(m)	SEPARACION(m)	Φ (lum)
CARRETERAS VIALES					
Carrer Santa Elvira	7,5	12.5	10.5	42	8820
Carrer de Ponent	7,5	8	6.5	26	3380
Carrer de LLevant	7,5	12	10	40	8000
Carrer Xaloc	7,5	6	5	20	2000
Carrer Gregal	7,5	7.5	6	24	2880
CALLES PEATONALES					
Camí Platja B	10	6,5	6.5	45.5	7886
Camino a la playa	5	2	3	21	840
Camino a la zona deportiva	10	5.6	6	42	6770
Camino a la zona deportiva más estrecho	10	2.5	3	21	1680
Plazas	10	-	9	9	2160
ZONAS DEPORTIVAS					
Tenis pequeño	200	-	7.5	7.5	30000
Tenis grande	200	-	9	9	43200
Paddle	200	-	7	5	18666
Fútbol	75	-	10.5	10.5	22050
Petanca	50	-	5.5	14	9333

2.5-Selección de las luminarias

Una vez hemos calculado el flujo necesario, el siguiente paso es seleccionar la luminaria más adecuada para cada situación.

Unas de las características más importantes de las luminarias son la dispersión y alcance. El alcance es cuanto puede alumbrar una luminaria en dirección longitudinal a la vía, mientras que la dispersión es lo que alumbrar perpendicular a la vía. Estas dos características varían en función del modelo de luminaria y el distribuidor que se seleccione. En consecuencia, se van a seleccionar los modelos y distribuidores que mejor se adapten a cada zona y a los criterios y valores diseñados en el pre-dimensionamiento.

Cabe destacar que, para la realización de este proyecto, se ha utilizado solo las luminarias de la marca Philips, debido a que las luminarias de su catálogo se pueden descargar y simular en el programa de cálculo. Además, Philips dispone de un catálogo de precios, imprescindible para poder llevar a cabo el presupuesto de la instalación más adelante.

Se han seleccionado 4 modelos diferentes, uno para cada grupo/zona estudiada, con el fin de que la Urbanización siga un mismo patrón estético.

CARRETERAS VIALES

Como se ha descrito en el apartado 2.3-Altura y separación de las luminarias, para estas calles se ha querido utilizar una separación entre luminarias de cuatro veces su altura, por lo que en función de estas dimensiones se ha seleccionado el modelo UNISTREET con distribuidor medio DM12. Su distribución del flujo se muestra a continuación.

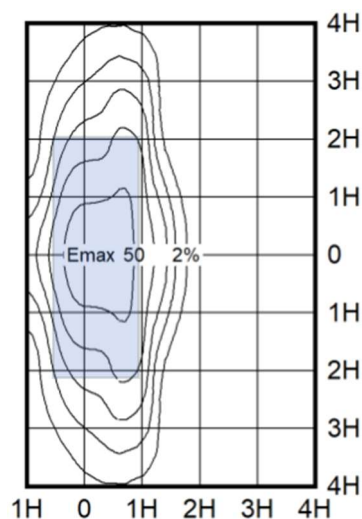


Ilustración 4-Curva isolux UNISTREET DM12

La distribución de flujo de una luminaria nos muestra el lugar geométrico de los puntos de una superficie a iluminar donde la iluminancia tiene el mismo valor. El cuadrado azul representa la separación y

altura (ancho a iluminar) seleccionada para estas calles, para el cual podemos observar que en dirección longitudinal llega hasta 2H con las líneas de 17.5-20% de flujo. Está es la principal característica que se ha buscado entre los diferentes modelos de las luminarias ya que como se va a explicar a continuación permite un cumplimiento perfecto de las normas y se ajusta al pre dimensionamiento llevado a cabo.

En todas las calles viales se quiere obtener una iluminancia media de 7.5 lux y una uniformidad de 0,35. Este valor de uniformidad implica que en toda la superficie el valor mínimo de iluminancia debe ser superior al 35 por cien del valor medio. Por lo tanto, con la separación de 4H que se ha pre dimensionado conseguimos que las curvas de 20% se solapen en 2H, obteniendo una uniformidad de 0.35-0.4 deseada.

Además, cabe destacar que, de todas las luminarias disponibles en el catálogo utilizado, había más modelos que se ajustaban a estas características como por ejemplo el modelo DIGISTREET, pero nuevamente ajustándonos al criterio de mínimo coste, las luminarias UNISTREET resultan más económicas, llegando a costar una luminaria de la misma potencia la mitad del precio.

CALLES PEATONALES

En las calles peatonales se ha pre dimensionado que la separación necesaria sea de 7H. La calle a la zona deportiva y la calle a la Platja B se han clasificado con una iluminación superior de 10 lux, requiriendo unos valores mínimos de 3 lux. Esto implica que para estas calles las curvas buscadas sean las de 10-20% de iluminancia media en una longitud de 3.5H. La luminaria seleccionada es la HARMONY LED con distribuidor DM50. Su distribución de flujo es el siguiente.

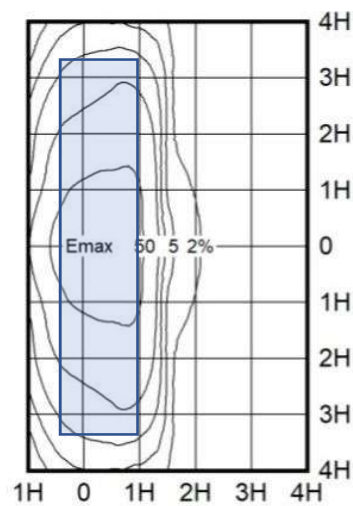


Ilustración 5-Curva isolux HARMONY LED DM50

En la imagen podemos ver nuevamente un cuadrado azul que representa la altura y separación seleccionada para estas calles. Como se ha comentado anteriormente las líneas de 10-20% de flujo llegan justo a 3.5H, lo cual significa que en conjunto con las líneas de 10-20% de flujo de la siguiente luminaria, conseguirán cumplir que el valor mínimo de flujo sea de 3 lux o de un 30%. Por lo tanto, esta luminaria se ajusta perfectamente.

Las calles peatonales a la piscina y a la playa, las cuales, en vez de requerir 10 lux, requieren 5 lux y un valor mínimo de 1 lux, podemos seguir utilizando la misma luminaria que para las calles anteriores ya necesitaríamos encontrar una curva de 10% de flujo que llegue a 3.5H, la cual la anterior luminaria cumple.

De todas las luminarias urbanas disponibles en el catálogo, se ha seleccionado ésta, aunque hubiese alguna otra alternativa más económica como la QUEBEC LED, debido a que esa otra alternativa no disponía de modelos de potencias suficientes para adaptarse a las diferentes demandas de las calles. Es decir, por ejemplo, el modelo QUEBEC LED solo dispone de luminarias de 1328 lúmenes, 4067 lúmenes o 4804 lúmenes, por lo que no podemos alumbrar, por ejemplo, el Camí Platja B que requiere 7886 lúmenes.

ZONAS DEPORTIVAS

Para las zonas deportivas se ha seleccionado la luminaria adecuada de manera diferente a las calles ya que se alumbra de manera diferente, con luz de inundación. Se han seleccionado proyectores CLEAR-FLOOD con un distribuidor DX10 debido a que su distribución de flujo es medianamente rectangular y al requerir valores de uniformidad altos, debido a que cada proyector alumbrará un octavo rectangular de la pista, resultara más sencillo conseguir dichos valores con esta distribución de flujo.

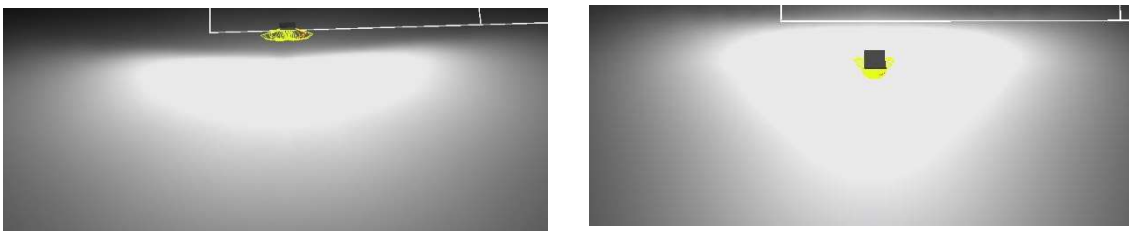


Ilustración 6-Comparación entre distribuidor DX10 y DX60

Por otro lado, en cuanto a coste había otro modelo de proyector disponible, CORELINE Tempo LED el cual su coste era relativamente más barato que los proyectores CLEARFLOOD, pero no disponía de flujos superiores a 26000 lúmenes por lo que sea ha podido utilizar.

Como se mencionó en el punto 2.1.1-Calles viales y peatonales para las pistas deportivas se requiere un índice cromático de como mínimo 20 para garantizar que los colores de los objetos iluminados se muestren de manera “real”. El proyector seleccionado tiene un IRC de 70, por lo que se conseguirá una iluminación muy satisfactoria.

PLAZAS

Para las plazas a igualdad que en las calles peatonales se ha seleccionado una iluminación de 10 lux, por lo que se buscarán luminarias con curvas isolux de 10-20% en las distancias pre-dimensionadas. En las plazas se ha pre-dimensionado una separación de dos veces la altura en todas las direcciones, por lo que no solo se buscará que las curvas de 10-20% lleguen a dos veces la altura en dirección longitudinal a la vía, sino también en dirección tangente a la vía, es decir se buscará una distribución de flujo circular. La luminaria seleccionada es la TOWNGUIDE con distribuidor DS, su distribución de flujo es la siguiente:

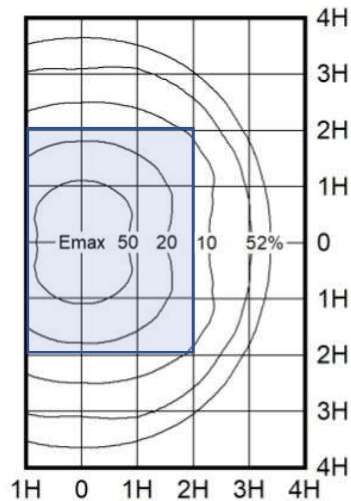


Ilustración 7-Curva isolux TOWNGUIDE DS

Como podemos ver esta luminaria irradia luz circularmente y además sus curvas de 10-20% coinciden con una distancia de dos veces la altura, lo cual se adapta perfectamente al pre-dimensionamiento.

El coste de esta luminaria es uno de los menores dentro de todas las luminarias urbanas circulares disponibles en el catálogo, por lo que se adapta perfectamente a nuestro diseño.

2.6-Cálculos luminotécnicos

En esta fase se realizarán todos los cálculos necesarios mediante el programa de cálculo Dialux 4.13, para comprobar o encontrar una solución apropiada que se ajuste al dimensionado preliminar. Las dimensiones reales de todas las calles, plazas y zonas deportivas serán creadas en este programa para proyectar en ellas la iluminación escogida.

El mencionado programa tiene integrado el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*, por lo que nos permitirá evaluar las calles en función de las clasificaciones llevadas a cabo.

Cabe destacar que a medida que se han ido creando y calculando las calles y zonas mediante el programa de cálculo, se han ido encontrando ciertos parámetros que no cumplían las normas y se han ido corrigiendo.

El error más común ha sido que en ciertos escenarios el valor de iluminancia media no llegaba al necesario. Un ejemplo es el Camí Platja B, el cual sus resultados son los siguientes:

Lista del recuadro de evaluación			
1.	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 45.500 m, Anchura: 6.500 m Trama: 16 x 5 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: S2	(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	
	Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
	Valores de consigna según clase:	8.95	3.65
	Cumplido/No cumplido:	≥ 10.00	≥ 3.00
		X	✓

Ilustración 8-Resultado luminotécnico 1 Camí Platja B

Podemos observar como la iluminancia media es de 8.95 no llegando a los 10 lux requeridos. La solución más sencilla resulta en reducir la altura de la luminaria, por ejemplo, de 6.5 metros a 6 metros. Como la luminaria ha sido seleccionado en torno a una altura específica que se adapta a su distribución de flujo, al disminuir la altura, los valores de iluminancia mínimos disminuirán en consecuencia ya que las curvas isolux de 10-20% ahora se cruzan un poco más lejos. Los resultados son los siguiente.

Lista del recuadro de evaluación			
1	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 45.500 m, Anchura: 6.500 m Trama: 16 x 5 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: S2	(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	
	Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
	Valores de consigna según clase:	9.56	2.63
	Cumplido/No cumplido:	≥ 10.00	≥ 3.00
		X	X

Ilustración 9-Resultado luminotécnico 2 Camí Platja B

En efecto el valor de iluminación mínimo ha disminuido, por lo que necesitaremos disminuir la distancia entre luminarias para que nuevamente las curvas de 10-20% se crucen en la distancia diseñada. Si bien es cierto que sabemos que hay que reducir la separación, es difícil estimar cuanto será el necesario, por lo que tras ir reduciendo la separación poco a poco se ha llegado a una solución óptima al disminuir la separación 2.25 metros.

Lista del recuadro de evaluación			
1	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 43.250 m, Anchura: 6.500 m Trama: 15 x 5 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: S2	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	
	Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
	Valores de consigna según clase:	10.05	3.37
	Cumplido/No cumplido:	≥ 10.00	≥ 3.00
		✓	✓

Ilustración 10-Resultado luminotécnico 3 Camí Platja B

A continuación, vamos a ver un ejemplo en los que otros criterios no han sido cumplidos, para mostrar cómo se han llevado a cabo estas situaciones. Tras calcular mediante el programa de cálculo el Carrer Ponent se obtuvieron estos resultados.

Lista del recuadro de evaluación							
1	Recuadro de evaluación Calzada 1 Longitud: 26.000 m, Anchura: 4.500 m Trama: 10 x 6 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1. Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070 Clase de iluminación seleccionada: ME5	(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	L_m [cd/m ²] 0.49 ≥ 0.50 ✗	U0 0.43 ≥ 0.35 ✓	UI 0.61 ≥ 0.40 ✓	TI [%] 17 ≤ 15 ✗	SR 0.68 ≥ 0.50 ✓
2	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 26.000 m, Anchura: 1.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: S3	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)			E_m [lx] 7.66 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 3.49 ≥ 1.50 ✓	
3	Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1. Clase de iluminación seleccionada: S3	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)			E_m [lx] 8.68 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 4.20 ≥ 1.50 ✓	

Ilustración 11-Resultado luminotécnico 1 Carrer Ponent.

De los resultados podemos observar como la luminancia no llega a la requerida por muy poco y lo que resulta más importante, el incremento umbral del deslumbramiento perturbador es mayor al requerido. Este parámetro es proporcional a la luminancia de velo, la cual depende de iluminancia producida en el ojo de un observador en un plano perpendicular a la línea de visión. Es decir que, si aumentamos la altura de la luminaria, reduciremos el ángulo hacia un observador ficticio y con ello la luminancia en velo y el TI.

Por otro lado, como hemos visto en el ejemplo anterior, aumentar la altura disminuirá el valor de la iluminancia media tanto en la calzada como en las calles peatonales por lo que será necesario reducir la separación entre luminarias para compensar esto.

Tras aumentar la altura de 6.5 metros a 6.8 metros y reducir la separación de 26 metros a 25 metros obtenemos los siguientes resultados en los cuales se puede observar que los cambios realizados han resultado en una solución correcta.

Lista del recuadro de evaluación							
1	Recuadro de evaluación Calzada 1 Longitud: 25.000 m, Anchura: 4.500 m Trama: 10 x 6 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1. Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070 Clase de iluminación seleccionada: ME5	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	L_m [cd/m ²] 0.50 ≥ 0.50 ✓	U0 0.43 ≥ 0.35 ✓	UI 0.67 ≥ 0.40 ✓	TI [%] 14 ≤ 15 ✓	SR 0.69 ≥ 0.50 ✓
2	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 25.000 m, Anchura: 1.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: S3	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)			E_m [lx] 7.64 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 3.82 ≥ 1.50 ✓	
3	Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 Longitud: 25.000 m, Anchura: 2.000 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1. Clase de iluminación seleccionada: S3	(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)			E_m [lx] 8.60 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 4.51 ≥ 1.50 ✓	

Ilustración 12-Resultado luminotécnico 2 Carrer Ponent.

Como se ha podido ver en los ejemplos anteriores mediante el pre-dimensionado llevado a cabo se obtienen resultados muy razonables, los cuales con unas pequeñas variaciones llegan a cumplir las normas perfectamente.

Una vez todas las calles y zonas han sido creadas, comprobadas y corregidas en el programa de cálculo, se puede decir que se han obtenido unos resultados óptimos, que se ajustan perfectamente al pre-dimensionado en función de nuestros criterios. En el apartado 3.1-Resultados luminotécnicos se recogen las comprobaciones de todas las calles además de las comprobaciones de las plazas y de las zonas deportivas. Todas las configuraciones finales, se encuentran en el anexo 1-Cálculos lumínicos.

Es importante destacar que el proceso de seleccionado de las luminarias y de los distribuidores, así como las alturas y separaciones de las luminarias, es producto de un largo proceso de aprendizaje, ya que no hay ninguna norma común para diseñarlas, más que los conocimientos de las diferentes distribuciones de flujo. Por lo que el programa de cálculo no solo se ha utilizado para comprobar que todas las instalaciones cumplen las normativas, sino también como herramienta de aprendizaje y de pre-dimensionado.

2.7- Comprobación del factor de utilización y mantenimiento y rendimiento

Para finalizar el diseño luminotécnico, una vez calculado, comprobado y dimensionado todo correctamente, es necesario comparar como ya se mencionó anteriormente que el factor de utilización y mantenimiento estimados se ajustan a los valores reales, de manera que se verifique si la estimación llevada a cabo fue correcta.

En primer lugar, el factor de utilización se estimó en 0.5 y tras seleccionar las luminarias y sus potencias necesarias, mediante la ecuación 1 manteniendo el factor de utilización como incógnita obtenemos los factores de utilizations reales para cada implantación, recogidos en la tabla a continuación:

Tabla 4-Factor de utilización real.

ZONA	ϕ_{real} (lum)	$\phi_{dimensionado}$ (lum)	$f_{u,real}$	η
CALLES VIALES				
Carrer Santa Elvira	10000	8820	0.44	0.87
Carrer de Ponent	3500	3380	0.48	0.89
Carrer de Llevant	9000	8000	0.44	0.87
Carrer Xaloc	2000	2000	0.50	0.89
Carrer Gregal	2000	1928	0.48	0.89
CALLES PEATONALES				
Camí Platja B	7886	8000	0.50	0.87
Camino a la playa	1400	840	0.30	0.89
Camino a la zona deportiva	7200	6770	0.47	0.89
Camino zona deportiva más estrecho	2000	1680	0.42	0.89
Plazas	1970	2160	0.55	0.76
ZONAS DEPORTIVAS				
Tenis pequeño	36000	30000	0.42	0.82
Tenis grande	49000	43200	0.44	0.81
Paddle	22000	18666	0.42	0.83
Futbol	28000	22050	0.39	0.82
Petanca	12000	9333	0.38	0.85

El camino a la playa requiere un valor de flujo muy pequeño debido a que se pre-dimensiono con una iluminación inferior de 5 lux. De entre todas las luminarias disponible ninguna proporcionaba un flujo tan pequeño. En consecuencia, se seleccionó la luminaria con menor flujo posible, resultando en un factor de utilización muy inferior al estimado, debido a que ya hay más luz de la necesaria.

Como podemos observar en la tabla, el resto de calles viales y peatonales tienen un factor muy cercano al pre-dimensionado por lo que nos asegura que la instalación está correcta, eficiente y bien dimensionada.

Por otro lado, en las zonas deportivas el valor del factor de utilización disminuye un poco más, esto es debido a que se utilizan proyectores en vez de luminarias. Los proyectores utilizan flujos muy superiores a los de las luminarias y en consecuencia mandan más luz fuera de las áreas que se quieren iluminar, eso sí los valores obtenidos se consideran aceptables.

A continuación, vamos a calcular el valor real del factor de mantenimiento que se estimó en 0.75, ya que ahora disponemos de los modelos exactos de luminarias que vamos a utilizar. Según la RD 1890-2008 el factor de mantenimiento se determina de la siguiente forma:^[1]

$$fm = FDFL * FSL * FDLU \quad (2)$$

Siendo:

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

FSL = Factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = Factor de depreciación de la luminaria.

Debido a que en la RD 1890-2008 no se incluyen los valores correspondientes para luminarias LED, se seleccionarán los valores más adecuados atendiendo a la información del fabricante.

Observando la información del fabricante, podemos ver como los cuatro modelos utilizados en el diseño comparten la misma característica de 100 000 horas de vida útil con una referencia L80B10. Además, se indica que el grado de protección del sistema óptico es IP6X.

En primer lugar, la referencia L80B10 nos indica que el 90% de las luminarias mantendrán un flujo del 80% a las 100 mil horas de uso, por lo que estimando que las luminarias se utilizaran 4000 horas al año, resulta en que la instalación mantendrá un flujo del 80% durante 25 años. Por lo tanto, estableciendo una vida útil de 25 años para la instalación, se considerará un FDFL de 0.8.

A continuación, el FLS, debido a que se estima que la reposición de este 10% de luminarias que puedan fallar se realizara en menos de 72h se considera igual a 1.

En cuanto al FDLU, aunque la tecnología LED no está incluida en la norma se puede seguir utilizando de la ITC-EA-06 la Tabla 28 ya que no depende de ello. Mediante la información del fabricante (IP6X), imponiendo que el intervalo de limpieza será cada 1 año y catalogando la zona de estudio como una zona de alta contaminación, debido a su proximidad a la costa, ya que existe un mayor número de agentes deteriorantes, como humedad o salinidad, el valor correspondiente para el FDLU resulta en 0.91. El factor de mantenimiento real de instalación resulta en:

$$fm = 0.8 * 1 * 0.91 = 0.728$$

Aprovechando que en la tabla anterior se muestran todas las luminarias utilizadas, en base a la ITC-EA-04, se comprueba el rendimiento para todas las situaciones, de manera que se cumplan los requerimientos establecidos en la tabla 22:

- Alumbrado vial funcional $\eta \geq 65\%$
- Alumbrado vial ambiental $\eta \geq 55\%$
- Resto de alumbrados con proyectores $\eta \geq 55\%$

El rendimiento se calcula mediante la Relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo total emitido por las lámparas que contiene la luminaria y en todos los casos es muy superior al requerido.

Para finalizar, con el fin de cumplir la ITC-EA-04, como se puede ver en la Tabla 38, se imponen los valores mínimos a cumplir del factor de utilización.

Para el alumbrado vial funcional y ambiental, la Tabla 38 nos indica que se debe cumplir de la ITC-EA-01, la Tabla 33 y la Tabla 34 las cuales nos indican los valores de eficiencia energética mínima. Esto es debido a que se puede calcular la eficiencia energética de la instalación mediante la siguiente formula:
[1]

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right) \quad (3)$$

Siendo:

- ε_L = Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ($lum/W = m^2 \cdot lux/W$) proporcionada por el fabricante.

Por lo tanto, los valores del factor de mantenimiento y utilización finales deben ser tales que se obtengan eficiencias energéticas superiores a las mínimas requeridas de cada calle. los resultados se muestran a continuación:

- Para las calles viales $\varepsilon \geq 9.5$

Tabla 5-Comprobación ITC-EA-04

CALLES VIALES	$\varepsilon_L (m^2 \cdot lux/W)$	f_u	f_m	$\varepsilon (m^2 \cdot lux/W)$
Carrer Santa Elvira	104	0.44	0.728	33
Carrer Llevant	104	0.48	0.728	36
Carrer Ponent	104	0.44	0.728	33
Carrer Xaloc	104	0.50	0.728	38
Carrer gregal	104	0.48	0.728	36

Como se puede observar las eficiencias obtenidas son muy superiores a las requeridas por lo que las eficiencias respectivas para las calles peatonales no se van a calcular, ya que tienen valores muy similares.

Para el resto de alumbrados, que en nuestro caso son las pistas deportivas la Tabla 38, impone que el factor de utilización debe ser superior a 0.25 en el caso de utilizar proyectores, el cual como se puede ver en la Tabla 4-Factor de utilización real. es superior en todos los casos.

En conclusión, tanto los factores de utilización obtenidos como el de mantenimiento se consideran muy adecuados, ya que se acercan mucho a los valores estimados y cumplen la norma correctamente.

3-DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1-Potencia Instalada

Para comenzar con el diseño eléctrico es necesario calcular la energía eléctrica total necesaria para alimentar el sistema de alumbrado diseñado. Mediante los resultados obtenidos con el programa de cálculo luminotécnico se ha creado la siguiente tabla en la que se recoge el número exacto de luminarias instaladas y sus potencias respectivas, obteniendo el consumo total de la instalación.

Tabla 6-Potencia total instalada

ZONA	MODELO	Potencia (W)	NUMERO DE LUMINARIAS	Total (kW)
Plaza 1	BDP001 PCC 1xECO20/830 DS	19	26	0.494
Plaza 2	BDP001 PCC 1xECO20/830 DS	19	25	0.475
Camino a la piscina y a la playa	BDP660 FG 1 xLED14-4S/830 DM50	11,6	6	0.070
Camino por la zona deportiva más estrecho	BDP660 FG 1 xLED20-4S/830 DM50	16	4	0.064
Camino por la zona deportiva	BDP660 FG 1 xLED71-4S/740 DM50	42	3	0.126
Camí Platja B	BDP660 FG 1 xLED80-4S/830 DM50	60	7	0.420
Carrer Xaloc	BGP202 T25 1 xLED20-4S/830 DM12	16,6	8	0.132
Carrer Ponent	BGP202 T25 1 xLED35-4S/830 DM12	27,5	6	0.165
Carrer Gregal	BGP203 T25 1 xLED30-4S/830 DM12	24	12	0.288
Carrer Llevant	BGP203 T25 1 xLED90-4S/740 DM12	58	4	0.232
Carrer Santa Elvira	BGS204 T25 1 xLED100-4S/740 DM12	58	8	0.464
Petanca	BVP650 T25 1 xLED120-4S/740 DX10	70	2	0.140
Pádel	BVP650 T25 1 xLED220-4S/830 DX10	162	16	2.592
Fútbol	BVP650 T25 1 xLED280-4S/830 DX10	210	8	1.680
Tenis pequeño	BVP650 T25 1 xLED360-4S/740 DX10	220	16	3.520
Tenis grande	BVP651 T25 1 xLED490-4S/830 DX10	385	8	3.080
			TOTAL	13.9

3.2- Cuadros de protección y control

El cuadro de mandos es punto de conexión a la red eléctrica desde el cual partirán todas las líneas de corriente. Con el fin de diseñar la solución más económica posible, se va a optar por instalar dos cuadros de mando, de manera que cada cuadro albergue alrededor de 7kW en vez de utilizar un único cuadro de mandos con los 14kW totales. En el caso de utilizar un único cuadro de mando la potencia sería mayor implicando secciones de conductor también mayor. Esto encarecería el precio del conductor a utilizar.

Un factor de importancia es la conexión a la línea de baja tensión, la cual se ha dejado con los valores por defecto, ya que se ha considerado que la línea eléctrica pasa cercana a los cuadros instalados, dejando que la compañía distribuidora se encargue de darnos la conexión.

Nuevamente acogiéndonos al criterio de mínimo coste, la posición del cuadro de mandos resulta de gran importancia ya que, dependiendo de su posición, se requerirán líneas de mayor longitud y sección resultando en un mayor coste, por lo que es conveniente encontrar una posición en la cual el volumen de conductores sea la mínima posible.

Se ha decidido colocar el primer cuadro de mandos justo debajo de una de las plazas para que esté cerca de todas las instalaciones deportivas y de las plazas. Este cuadro se encargará de las vías peatonales por la zona deportiva, de las dos plazas y de todas las pistas deportivas a excepción de las pistas de tenis pequeñas. Además, este emplazamiento ha sido escogido porque debajo de la plaza hay una sala en la que se encuentra todo el equipo de control de la piscina e incluir en ese lugar un centro de mando resulta ciertamente apropiado.

Por otro lado, el segundo cuadro de mando se ha decidido ubicarlo en el centro de gravedad de las cargas restantes para poder utilizar el mínimo volumen de conductores posibles y así acogernos al criterio económico. Este punto se sitúa por el cuadrante inferior izquierdo de la urbanización, lo cual resulta lógico ya que la mayoría de las zonas restantes a iluminar transcurren por ahí. Teniendo este factor en cuenta, el lugar más apropiado para ubicar el cuadro ha resultado ser junto a una caseta de tensión correspondiente al edificio SOTOMAR.



Ilustración 13-Posición de los cuadros de protección

3.3-Trazado de las líneas

Para el trazado de las líneas se ha querido mantener cada calle, plaza y pista deportiva en una línea diferente de manera que si ocurre un fallo en una línea no se quede sin iluminar toda la urbanización. Además, de esta manera podremos controlar cada pista deportiva con un único interruptor, dejándonos la posibilidad de encender o apagar cualquier pista deportiva cuando se quiera.

Del cuadro de mandos uno, saldrán nueve líneas para alimentar al campo de tenis grande, al campo de futbol, las dos pistas de pádel, las dos pistas de petanca, las dos plazas y las calles por la zona deportiva.

A continuación del cuadro de mandos dos saldrán también nueve líneas para alimentar, al Carrer Santa Elvira, Carrer Ponent, Carrer Llevant, Carrer Xaloc, Carrer gregal, Camí Platja B, los caminos a la playa y piscina y a los dos tenis pequeños.

Por otro lado, debido a que uno de los factores más importantes en la instalación es la caída de tensión máxima, se ha intentado introducir derivaciones en el cable en vez de rodear una calle, ya que resulta en una longitud final menor.

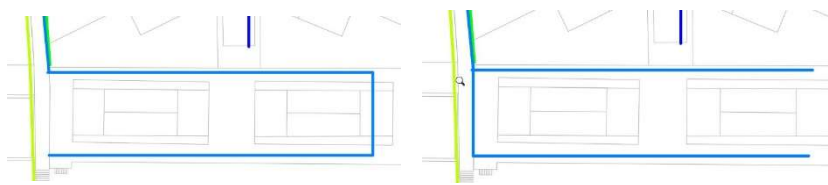


Ilustración 14-Distribución adecuada del cableado

La distribución de las líneas finales para los dos cuadros de mandos se encuentra en los planos 2 y 3.

3.4- Cálculos Eléctricos

Una vez conocemos la posición de los cuadros de mandos y la distribución de las líneas de corriente, ya solo nos quedan algunos parámetros más por definir antes de poder diseñar el esquema eléctrico.

Los cables a utilizar según la ITC-BT-09 serán cables unipolares o multipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0.6/1 kV. Además, se implantarán enterrados bajo tubo y según marca la ITC-BT-09 a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo y en los cruzamientos de calzadas, la canalización además de entubada, irá hormigonada.

Una característica que resulta de gran importancia es si utilizar una red trifásica o monofásica. Debido a que cada una de las líneas que vamos a instalar tienen potencias inferiores al 3kW se va a diseñar con una red monofásica. Si alguna de las líneas necesitase una sección superior a 6mm² en monofásica, se cambiará a trifásica para poder utilizar esta sección, ya que a efectos de coste resulta más barata una línea trifásica de 6mm² que una línea monofásica de una sección superior. Esto es debido a que, aunque la línea trifásica tenga más cables, el aumento de sección en la línea monofásica implica un incremento considerable en el volumen de conductor ya que se utilizan grandes longitudes de cable.

También se estudió la posibilidad de utilizar 3 líneas monofásicas para cada línea, cada una con su interruptor diferencial y automático en vez de utilizar una línea trifásica para alimentar una calle o una sola línea monofásica, de manera que cada luminaria consecutiva de la calle se conectase a una de las líneas monofásicas. Mediante esta implantación conseguiríamos que si hubiese un cortocircuito en una luminaria se apagasen 1 de cada 3 luminarias de la calle en vez de todas. Cabe destacar que esta implantación es equivalente a utilizar una red trifásica ya que se utilizan el mismo número de cables, pero al ser líneas monofásicas el aparellaje resulta un tanto más barato, ya que uno de los criterios principales de este trabajo es encontrar la solución más económica esta configuración resulta muy apropiada. Aunque esta solución sea muy atractiva, como se ha comentado antes se van a utilizar redes monofásicas por lo que esta configuración no será posible ya que resulta tres veces más cara que una monofásica convencional. Si las redes apropiadas fuesen trifásicas, se utilizaría esta configuración sin ninguna duda, ya que resulta en un pequeño ahorro económico y en un control contra cortocircuitos muy funcional.

En toda instalación eléctrica es esencial seleccionar el correcto aparellaje ya que es necesario proteger la red contra sobrecargas y cortocircuitos y a las personas contra contactos indirectos. Se va a colocar en el cuadro de mandos un fusible y a cada línea, que representara cada calle con sus luminarias se le asignaría al principio un interruptor diferencial y un interruptor automático.

El interruptor automático adecuado se suele seleccionar en función de la corriente de arranque del dispositivo al que lo conectas, pudiendo elegir entre modelos de curva B, C, o D. Cuando un motor arranca, suele utilizar más corriente de la nominal, en torno a 5-10 veces la corriente nominal, por lo que cuando se selecciona un automático hay que tenerlo en cuenta, ya que sino cada vez que se arrancase un sistema las protecciones saltarían.

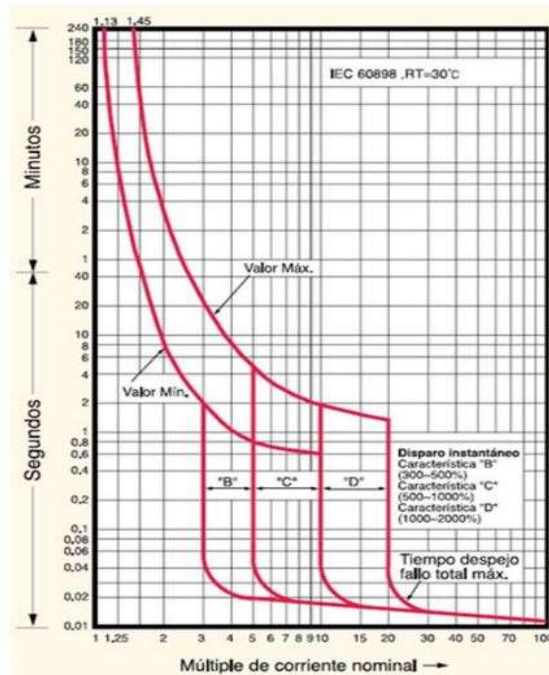


Ilustración 15-Curva característica interruptor diferencial

Si bien los motores utilizan corrientes nominales de 5-10 veces la corriente nominal requiriendo curva C o D, las luminarias LED tienen corrientes de arranque entorno a su corriente nominal o como mucho dos veces su corriente nominal. Debido a esto la curva más adecuada resulta ser la B, ya que el margen inferior de disparo es 3 la I_n y el superior es 5 la I_n , los cuales nos garantizan que no saltara el automático cuando se arranque el sistema.

Por otro lado, aunque el programa de cálculo se encargue de llevar a cabo todos los cálculos necesarios y seleccione todas las características adecuadas, resulta de gran importancia comprender los siguientes conceptos y criterios con el fin de poder interpretar los resultados proporcionados y poder variar dichas características en función de nuestros criterios de diseño.

CRITERIO TERMICO

Con el fin de evitar el deterioro del aislante de los conductores la Intensidad de diseño que circula debe ser menor a la intensidad máxima admisible por cable en condiciones de nuestro diseño, ya que si no se podría quemar el aislamiento. Esta intensidad máxima admisible se habrá calculado mediante el programa de cálculo, partiendo de la intensidad de diseño y aplicándole ciertos factores de corrección en función del tipo de instalación seleccionada y será necesario verificar su cumplimiento. ^[3]

$$I_Z \geq I_B \quad (3)$$

CRITERIO DE CAIDA DE TENSION

Según marca la ITC-BT-09 del reglamento de baja tensión la máxima caída de tensión en una instalación de baja tensión de alumbrado, no debe superar el 3%, al tratarse de una red monofásica la máxima caída de tensión se calculará como: ^[2]

$$\Delta U = 2 \left[\rho \cdot \frac{l}{S} \cdot \cos \gamma + X_u \cdot l \cdot \text{sen} \gamma \right] I \quad (4)$$

ΔU = Caída de tensión (V)

ρ = Resistividad del conductor. ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

L =longitud de la línea (m)

$\cos \gamma$ = Factor de potencia

S =sección del cable (mm^2)

I =corriente de circulación (A)

X_u = reactancia por unidad de longitud (Ω/m).

Los valores conocidos de resistividad de los conductores están referidos a una temperatura de 20 grados, cuando en realidad la temperatura real alcanzada por los conductores depende de la instalación. Los conductores empleados serán de cobre, siendo su coeficiente de variación con la temperatura y la resistividad a 20 grados los siguientes: ^[2]

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad (5)$$

Para la corrección de la resistencia de los conductores, se puede seguir diversos criterios, pero para este diseño, se ha querido optar utilizar el criterio más exacto. Dicho criterio recurre a calcular la temperatura real del cable bajo la tensión de servicio. Dicha temperatura se calcula como: ^[2]

$$T_{\text{cable}} = T_{\text{ambiente}} + [T_{\text{max}} - T_{\text{ambiente}}] \left[\frac{I_B}{I_Z} \right]^2 \quad (6)$$

Para finalizar, mediante la siguiente formula podemos calcular la resistividad corregida a la temperatura máxima prevista en servicio y con ello calcular la máxima caída de tensión correctamente. ^[2]

$$\rho_T = \rho_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha(T_{\text{cable}} - 20)] \quad (7)$$

PROTECCION FRENTE SOBREENTENSIDADES

Los interruptores automáticos se encargarán de proteger frente a sobreenintensidades. La norma UNE 20-460 (parte 4-43) establece un criterio, para verificar la protección frente a sobrecargas, el cual considera que un dispositivo protege frente a sobrecargas de un modo efectivo a un conductor si se cumplen las siguientes condiciones. ^[2]

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (8)$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z \quad \text{siendo } I_2 = 1.45 \cdot I_N \quad (9)$$

- I_b =intensidad prevista en el circuito.

- I_N = Intensidad nominal del aparato.

- I_2 = Intensidad convencional de disparo

- I_Z = intensidad admisible del conductor o del cable.

La corriente nominal del interruptor debe ser mayor que la corriente de diseño para que el interruptor no salte cuando está funcionando correctamente, pero debe ser menor que la corriente convencional de disparo para que en caso de un fallo salte el automático. Este valor de I_2 como bien dice la formula debe ser menor que 1.45 veces la intensidad máxima admisible con el fin de que la protección se quemé antes que el conductor. Al tratarse de un PIA, $I_2 = 1.45I_N$, por tanto, si se cumple la primera condición, la segunda condición también se verifica. [3]

PROTECCION FRENTE A CORTOCIRCUITOS

Para proteger correctamente una línea frente a cortocircuitos deben existir dispositivos capaces de cortar cualquier corriente de cortocircuito antes de que los conductores y las conexiones sufran ningún daño, por efectos térmicos. Por ello se han colocado un fusible en el cuadro de mandos y un interruptor diferencial en cada línea.

Para que una línea este correctamente protegida frente a cortocircuitos se debe cumplir, que el poder de corte del interruptor diferencial sea menor que la corriente máxima de corto circuito: [2]

$$PDC_{IA} \geq I_{CCMAX} \quad (10)$$

A continuación para el fusible se aplica la misma fórmula, pero, debido a que el poder de corte de los fusibles siempre es muy alto en comparación con los cortocircuitos posibles, la mayoría de las veces cumple.

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso de cortocircuito máximo como mínimo: [2]

$$T_p CC \text{ máx} < T_{cable} CC \text{ máx} \quad \text{para el } I_{cc} \text{ máx} \quad (11)$$

$$T_p CC \text{ min} < T_{cable} CC \text{ min} \quad \text{para el } I_{cc} \text{ min} \quad (12)$$

Siendo:

- T_p =Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.

- T_{cable} = Valor del tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de corto circuito.

PROTECCION FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS

Un contacto indirecto se produce cuando una persona está en contacto con uno de los conductores debido a un fallo de aislamiento. Con el fin de proteger a las personas frente a un contacto indirecto:
[2]

$$I_{\Delta N} \cdot R_A \leq U_{limite} \quad (13)$$

En primer lugar, es necesario seleccionar el tipo de puesta a tierra que se quiere utilizar. Existen dos formas de realizar una puesta a tierra con picas verticales, en profundidad o en paralelo, dependiendo del caso en el que nos encontremos debemos decidir qué sistema es más adecuado. Las picas en profundidad resultan más caras que las picas en paralelo y solo se justifica su utilización cuando se emplea en espacios pequeños en los que resulta imposible el otro método. Debido a que no hay espacios pequeños, ni difíciles de acceder, se utilizarán picas verticales en paralelo unidas mediante cable de cobre desnudo, ya que son las más fáciles de instalar y más económicas, al no requerir de maquinaria especial. [4] Debido a que la implantación está en La Comunidad Valenciana y justo en la playa, se ha considerado el terreno como cultivable y fértil con una resistividad de $50\Omega m$. Se instalarán 2 picas verticales en paralelo con una longitud de pica de 2 metros y una separación de 4 metros. [3]

Para poder cumplir la condición (13) y proteger a las personas se puede operar de dos maneras:

- Seleccionando un interruptor diferencial con una sensibilidad alta (que implica valores pequeños) con el fin de que la tensión límite dividido por la sensibilidad del diferencial sea menor que la resistencia de puesta a tierra de las masas.
- Seleccionando una puesta a tierra de las masas adecuada que verifique que nunca se superara la tensión límite.

Debido a que la ITC-BT-09 del reglamento de baja tensión nos indica que, poniendo una pica en la primera luminaria de una calle, una pica en la última luminaria y una pica cada 5 luminarias, no se generaran tensiones mayores a 24 voltios, ya que a partir de 24 voltios podría ser dañino para el ser humano, se optara por dimensionar según esta norma. Se considera la tensión límite de 24 voltios en vez de 50 voltios, debido a que la instalación se sitúa en el exterior y por ello podría estar mojada y húmeda.

Además, es necesario comprobar que, para los interruptores seleccionados, las corrientes de fuga posibles no sean superiores a la sensibilidad del diferencial, ya que no sería bueno que el diferencial saltase con estas corrientes. Las corrientes de fugas no son peligrosas, simplemente son corrientes que van a tierra, pero el diferencial las detecta. Debido a esto la normativa nos indica que para que esté bien protegido, se debe seleccionar un diferencial cuya su sensibilidad dividido por dos sea mayor que las corrientes de fuga, para que en ningún caso salte el diferencial por ellas.

Por otro lado, la sensibilidad del diferencial tiene que ser menor o igual a la corriente de defecto para que en caso de fallo, al producirse una corriente de defecto, sea detectada y salte el diferencial. Este razonamiento se puede simplificar en el siguiente esquema y las ecuaciones a continuación: [3]

$$I_d \cdot R_A \geq I_{\Delta N} \cdot R_A \leq U_{limite} \quad (14)$$

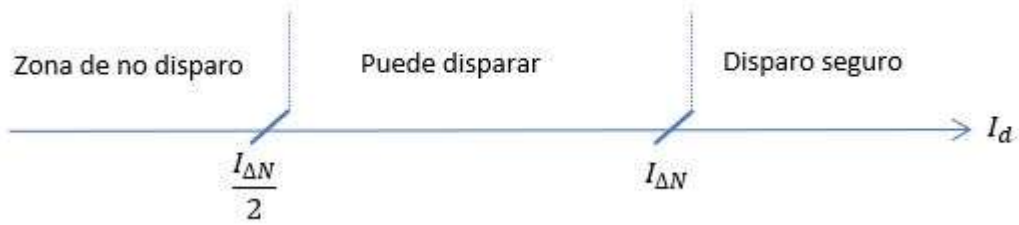


Ilustración 16-Sensibilidad de un Interruptor diferencial

$$\frac{1}{2} \cdot I_{\Delta N} \gg I_{fugas} \quad (15)$$

Una vez estudiados todos los parámetros necesarios para la instalación, se va a crear la instalación eléctrica en el programa de cálculo Cypelec, con el fin de verificar y encontrar una solución apropiada que se ajuste al dimensionado llevado a cabo.

4-RESULTADOS DEL CÁLCULO

4.1-Resultados lumínicos

4.1.1-Calles viales y peatonales

Una vez se han calculado, corregido y comprobado todos los cálculos con el programa de cálculo, se comprueba que los valores obtenidos satisfacen los criterios establecidos, mediante los diferentes métodos de evaluación del programa de cálculo, como son, las tablas de resultados, las curvas isolux, los diagramas de grises o los diagramas de colores falsos.

Los resultados luminotécnicos resultan de vital importancia, ya que justifican que el dimensionado llevado a cabo es correcto, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 7-Resultados luminotécnicos de las calzadas de las calles viales

CALLES VIALES	CALZADA			
	REQUERIMIENTOS	$L_m \geq 0,5 (cd/m^2)$	$U_o \geq 0,35$	TI (%) ≤ 15
Carrer Elvira		0,53	0,42	14
Carrer Llevant		0,5	0,44	14
Carrer ponent		0,5	0,48	14
Carrer xaloc		0,61	0,67	11
Carrer gragal		0,6	0,63	10

Tabla 8-Resultados luminotécnicos de las aceras y carriles de estacionamiento de las calles viales

CALLES VIALES	ACERAS		APARCAMIENTO		
	REQUERIMIENTOS	$E_m \geq 7.5 (lux)$	$E_{min} \geq 1.5 (lux)$	$E_m \geq 7.5 (lux)$	$E_{min} \geq 1.5 (lux)$
Carrer Elvira		8.37	3.9	9.4	4.49
Carrer Llevant		8.24	3.70	9.18	4.46
Carrer Ponent		7.64	3.82	8.6	4.51
Carrer Xaloc		7.66	6.8	7.70	4.38
Carrer Gregal		7.51	6.75	7.82	4.42

Tabla 9-Resultados luminotécnicos calles peatonales

CALLES PEATONALES	$E_{min}(lux)$	$E_{min}(lux)$
	REQUERIMIENTOS	≥ 10
Camí Platja B	10,5	3,37
Camino zona deportiva	10,26	4,68
Camino zona deportiva más estrecho	10,14	3,73
REQUERIMIENTOS	≥ 5	≥ 1
Camino a la playa	6,73	1,12

Además, es necesario comprobar que cada calle iluminada no excede los valores requeridos en más de un 120%.^[1] En la Tabla 9-Resultados luminotécnicos calles peatonales anterior se puede ver que todas las calles peatonales cumplen los requisitos lumínicos, a excepción del camino a la playa, que se le instaló un flujo superior al necesario, debido a que no había otro ningún modelo de menor flujo.

Las calles viales se han iluminado con 7.5 lux por lo que las iluminaciones proyectadas no deben superar los 9 lux. Los valores medios de iluminación de las calles viales, se muestran a continuación ya que son la media de la iluminación conseguida en la calzada, acera y aparcamiento.

Tabla 10-Flujo medio

CALLES VIALES	E_m (lux)
Carrer Elvira	8.44
Carrer Llevant	8.18
Carrer Ponent	7.79
Carrer Xaloc	8.02
Carrer Gregal	7.97

Por otro lado, como se ha mencionado antes el programa de cálculo nos proporciona diferentes métodos para visualizar los resultados obtenidos, los cuales se han utilizado para dimensionar y detectar errores más que para justificar los resultados obtenidos, por lo que se van a mostrar a continuación los más utilizados para las calles. A continuación, se muestra las curvas isolux de la calle Elvira que nos muestran mediante trazos con valores, las zonas de un área en las que la iluminación es la misma. Esto nos permite observar de manera aproximada si se han obtenido los requisitos establecidos.

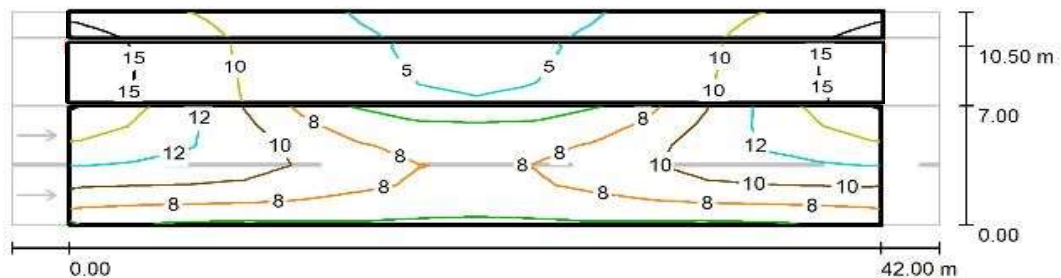


Ilustración 17-Curvas isolux Carrer Santa Elvira.

Otra manera de visualizar los resultados es en forma de gráfico de valores, mediante el cual se puede observar con mayor claridad y precisión si algunos puntos o zonas concretas no cumplen con los valores necesarios. El gráfico de valores de la calle Elvira es el siguiente.

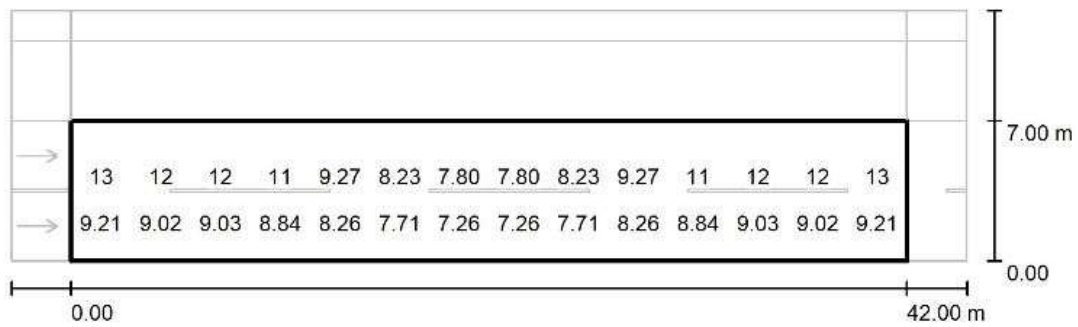


Ilustración 18-Gráfico de valores Carrer Santa Elvira

Por otro lado, las plazas de la urbanización requerían un valor medio de iluminación de 10 lux y como se muestra a continuación este valor se ha obtenido correctamente mediante la distribución seleccionada.

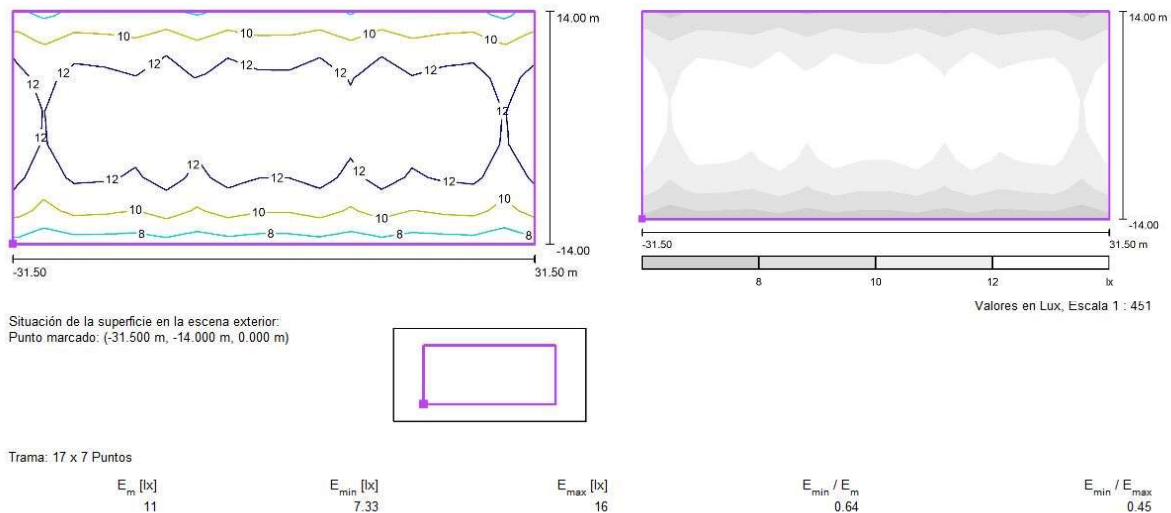


Ilustración 19-Resultados Luminotécnicos finales de las plazas.

4.1.2-Pistas deportivas

En cuanto a las pistas deportivas, los resultados luminotécnicos obtenidos son los siguientes:

Tabla 11-Resultados luminotécnicos de las pistas deportivas

PISTAS DEPORTIVAS	E_m (lux)	E_{min}/E_m
REQUERIMEINTOS	≥ 200	$\geq 0,5$
Tenis pequeño	200	0,51
Tenis grande	202	0,50
Pádel	205	0,57
REQUERIMEINTOS	≥ 75	$\geq 0,5$
Fútbol	75	0,51
REQUERIMEINTOS	≥ 50	$\geq 0,5$
Petanca	52	0,5

Un factor que se ha buscado cuando se diseñó las pistas deportivas fue que la distribución de luz fuese simétrica y proporcional a la pista, es decir que no hubiese ciertos puntos de alta luminosidad, sino que más bien toda la pista estuviese iluminada uniformemente. Si bien el valor de uniformidad de 0,5 impuesto por la normativa nos encamina en este diseño, no siempre se obtiene lo que se busca incluso cumpliendo el valor, debido a las diferentes distribuciones de flujo de las luminarias. Debido a esto el diagrama de grises proporcionado por el programa resulta de gran ayuda.

Tras crear la configuración del diseño preliminar y ajustar ciertos valores como la separación y la altura de las luminarias, se ha podido encontrar una solución muy apropiada, verificando que el diseño preliminar era adecuado.

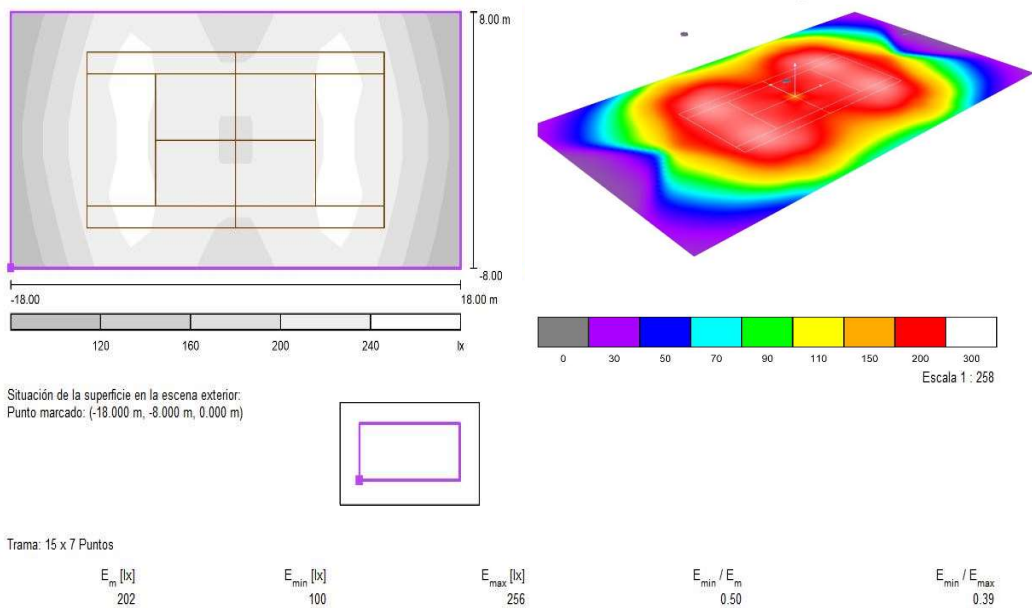


Ilustración 20-Diagrama de grises, colores falsos y resultados luminotécnicos de la pista de tenis.

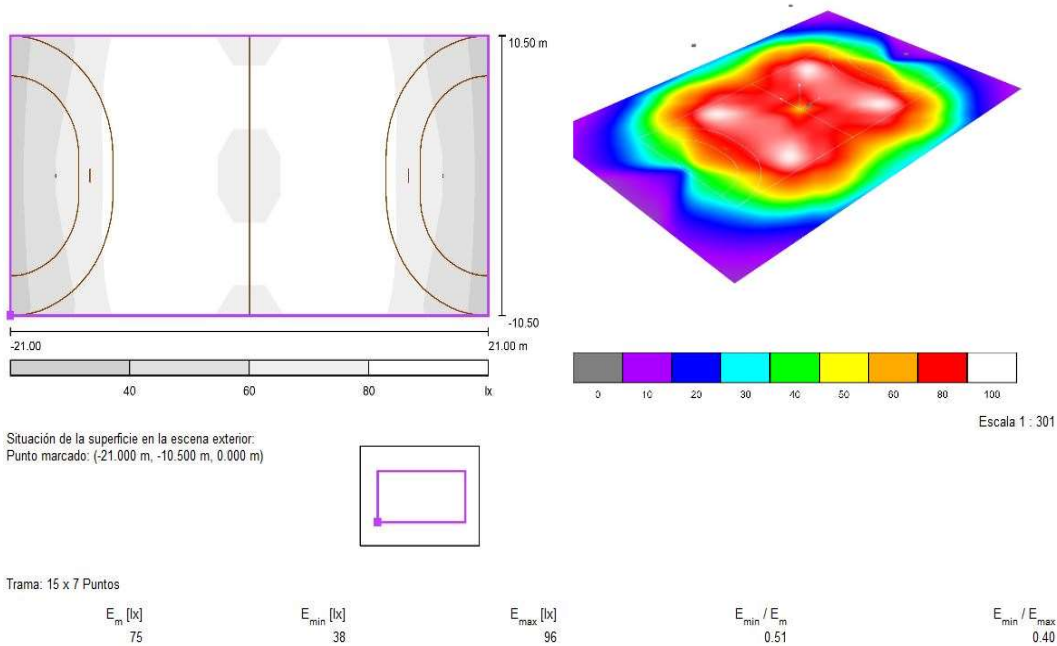
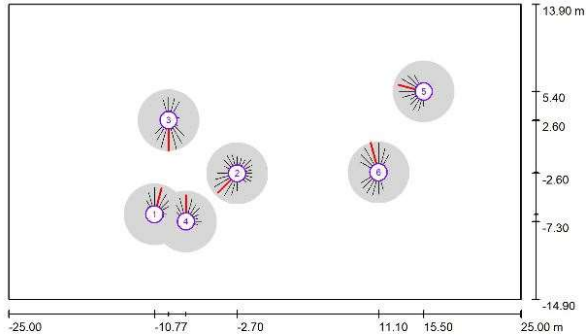


Ilustración 21-Diagrama de grises, colores falsos y resultados luminotécnicos de la pista de futbol.

Para finalizar, resulta necesario calcular el índice de deslumbramiento máximo producido en las pistas deportivas, con el fin de verificar que la luz proveniente de los proyectos no resulte molesta o insopor- table. Se han colocado 7 observadores ficticios en los puntos que se consideran más problemáticos de las pistas, obteniendo estos resultados:



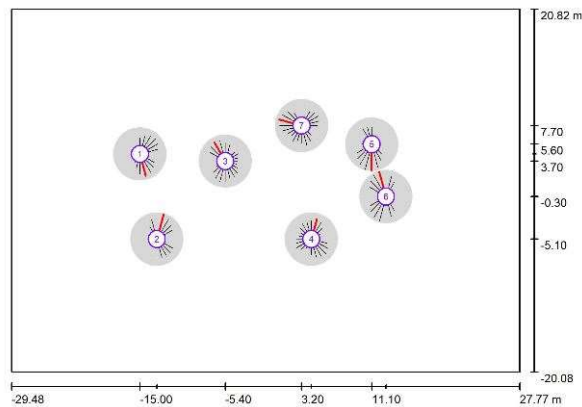
Escala 1 : 368

Lista de puntos de cálculo GR

Nº	Designación	Posición [m]			Inicio	Fin	Área del ángulo visual [°]		Inclination	Max
		X	Y	Z			Amplitud de paso			
1	Observador GR 1	-10.770	-6.600	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	35 ²⁾	
2	Observador GR 2	-2.700	-2.600	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	35 ²⁾	
3	Observador GR 3	-9.400	2.600	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	40 ²⁾	
4	Observador GR 4	-7.700	-7.300	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	34 ²⁾	
5	Observador GR 5	15.500	5.400	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	34 ²⁾	
6	Observador GR 6	11.100	-2.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	40 ²⁾	

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Ilustración 22-Índices de deslumbramientos, pista de fútbol



Escala 1 : 410

Lista de puntos de cálculo GR

Nº	Designación	Posición [m]			Inicio	Fin	Área del ángulo visual [°]		Inclination	Max
		X	Y	Z			Amplitud de paso			
1	Observador GR 1	-15.000	4.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 ²⁾	
2	Observador GR 2	-13.100	-5.100	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 ²⁾	
3	Observador GR 3	-5.400	3.700	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	32 ²⁾	
4	Observador GR 4	4.300	-5.100	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	31 ²⁾	
5	Observador GR 5	11.100	5.600	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	39 ²⁾	
6	Observador GR 6	12.700	-0.300	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	38 ²⁾	
7	Observador GR 7	3.200	7.700	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	34 ²⁾	

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Ilustración 23-Índices de deslumbramientos, pista de tenis

Como podemos observar en ningún punto de las pistas de fútbol o de tenis, se ha alcanzado ningún valor superior a 40, por lo que los proyectores no deslumbrarán de manera molesta a los jugadores.

4.1.3-Render en 3D

Se va a proceder a visualizar un render en 3D de la urbanización el cual nos da una imagen final de lo que sería la instalación completa. Este render se ha hecho con la iluminación de las pistas deportivas y sin ella ya que al estar iluminadas con valores muy superiores al de las calles, el render muestra toda la zona completamente blanca, perjudicando al resto de calles.

También, cabe destacar que el diseño de todas las calles se ha llevado a cabo mediante calles infinitas por lo que el número final de luminarias no se conocía. Tras realizar el render en 3D a escala, el número de luminarias finales ha sido calculado. En el anexo 1, se indican todas las luminarias utilizadas, así como sus posiciones exactas. El punto (105,172.5) del plano del programa de cálculo corresponde con el punto situado en las coordenadas reales ([39.584754, -0.274145](#)) de los mapas de Google.^[8]

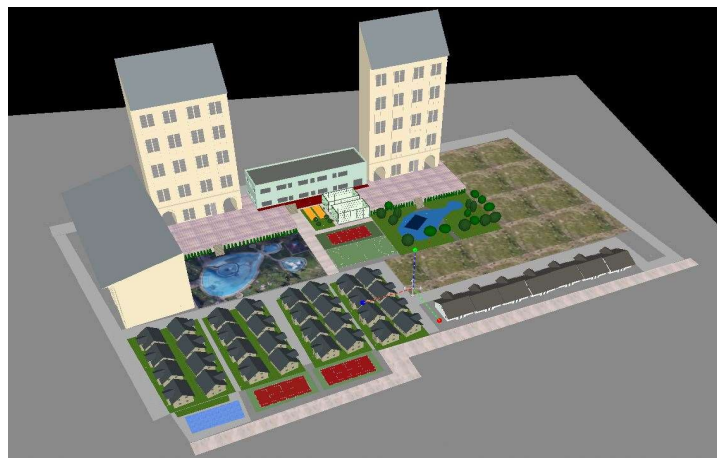


Ilustración 24-Modelo en 3D de la urbanización.

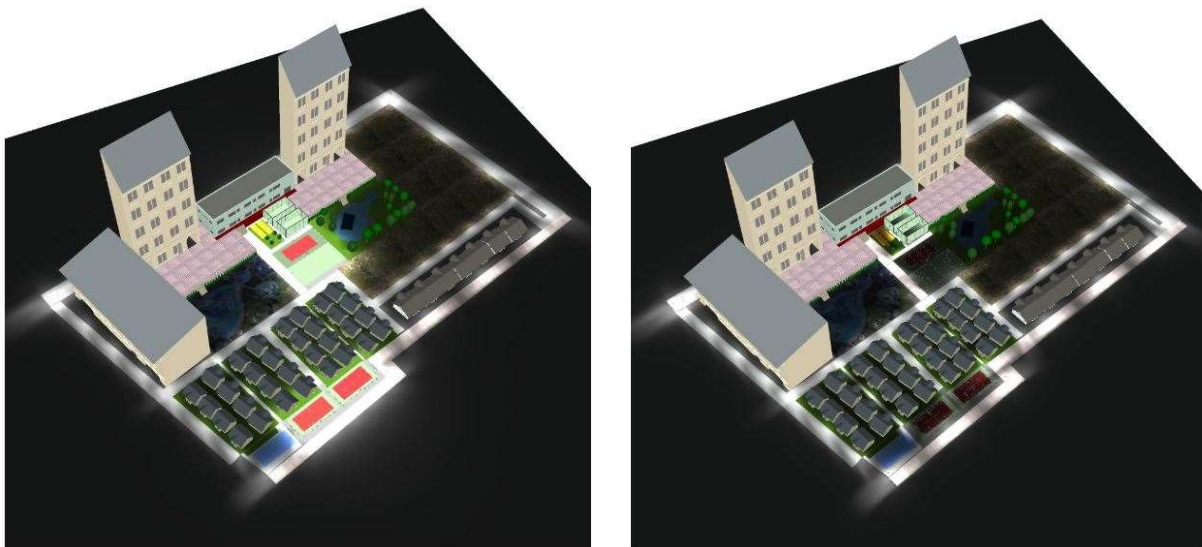


Ilustración 25-Render en 3D con pistas deportivas y sin las pistas deportivas.

4.2-Resultados de la instalación eléctrica

Mediante el programa de cálculo Cypelec, se ha creado la instalación eléctrica para los dos cuadros de mandos. El programa de cálculo tras imputar toda la información sobre la red que quieres crear, te selecciona el mismo todas las características de la red de manera que se cumplen todas las normas establecidas en los reglamentos. Eso sí, resulta de vital importancia revisar estos resultados, ya que no siempre seleccionan las características que mejor se adaptan a los criterios de diseño establecidos en el proyecto.

En primer lugar, como se comentó en el apartado 3.4- Cálculos Eléctricos, la red se diseñó en monofásica debido a que las cargas no eran muy grandes. Tras realizar todos los cálculos, se ha podido verificar que para todas las líneas se han podido mantener una sección de 6mm² y una distribución monofásica.

La línea de alimentación será RZ1 0.6/1 kV de cobre flexible 2 x 6mm² y RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm² para la puesta a tierra y neutro.

Por otro lado, el tubo de alimentación por el cual trascurren las líneas, fue dimensionado con una sección mínima de 50mm² por el programa, pero debido a que se quiere ajustar a un criterio de mínimo coste se ha decidido utilizar tubos de 75mm². Al utilizar tubos de mayor diámetro, se requerirá menor cantidad de cemento en la obra civil, será más sencilla las distribuciones de los cables cuando se instalen y dejará espacio para posibles ampliaciones futuras, por lo que utilizar una sección ligeramente superior resulta favorable.

CRITERIO TÉRMICO

Una vez calculadas todas las intensidades de circulación se han obtenido resultados muy razonables, obteniendo la máxima intensidad de circulación en el tenis pequeño del cuadro de mandos uno, con 14A, mientras su intensidad máxima admisible es de 71.3A. Como se ha comentado anteriormente (condición 3) al ser la intensidad de circulación muy inferior a la intensidad máxima admisible del cable la red estaría térmicamente protegida.

$$I_Z = 71.3 \geq 14 = I_B$$

El resto de valores de intensidades de circulación son inferiores a 14A y las intensidades máximas admisibles equivalentes son de entre 60-70A., por lo que todas las líneas cumplen este criterio.

CRITERIO CAIDA DE TENSION

En cuanto a las caídas de tensión obtenidas, las máximas caídas de tensión se encuentran:

- En el tenis grande del cuadro de protección uno con una caída de tensión del 1.45% ≤ 3%
- En el tenis pequeño 2 del cuadro de protección dos con una caída de tensión del 1.75% ≤ 3%

Como se comentó anteriormente de manera que se cumpla la normativa la máxima caída de tensión posible para instalaciones de alumbrado deberá ser de 3%, por lo que la instalación creada cumple adecuadamente.

Además, se ha podido mantener una sección de 6mm² y una red monofásica sin superar el 3% de caída de tensión, lo cual no se sabía muy bien si iba a ser posible. Si bien el pre-dimensionado se llevó acabo sabiendo que la longitud de línea era un factor muy importante para que se cumpliera la caída de

tensión, una vez ha sido calculado el esquema eléctrico completo mediante el programa de cálculo, se ha podido verificar que en efecto las líneas de mayor longitud sufren más caída de tensión. Por lo tanto, el tiempo invertido en la localización de los cuadros de mandos y en la distribución de las líneas de corriente con el fin de que las longitudes de líneas sean las mínimas posibles, se ha visto compensando con un cumplimiento perfecto de la caída de tensión en todas líneas.

SOBREINTENSIDADES

En cuanto al cálculo de las sobreintensidades es conveniente ver los resultados obtenidos por el programa de cálculo, en los cuales no se ha incluido la intensidad de disparo del cable ya que como se ha mencionado anteriormente al ser un PIA la condición (9) siempre cumple si la condición (8) cumple^[3], los resultados del cuadro de protección uno son los siguientes:

Tabla 12-Resultados de sobreintensidades del cuadro 1

ESQUEMAS	PROTECCIONES	I_z (A)	I (A)	I_N (A)
CUADRO 1	IEC60269 gL/gG I_N : 16 A; U_N : 400 V; I_{cu} : 100 kA; Tipo gL/gG	51.8	13.1	16
Tenis grande	EN60898 6kA Curva B I_N : 16 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	71.3	14	16
Futbol	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	7.7	10
Pádel 1	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	5.9	10
Pádel 2	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	5.9	10
Petanca	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	0.6	10
Plaza 1	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	2.2	10
Plaza 2	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	2.3	10
Zona deportiva	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	0.6	10
Zona deportiva más estrecha	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	63.4	0.3	10

En primer lugar, como podemos ver en la tabla todas las intensidades reales de uso son inferiores a las intensidades nominales de los interruptores automáticos e inferiores a las intensidades máximas admisibles del cable por lo que la condición (8) cumple para todas las líneas como, por ejemplo, el campo de futbol:

$$I_B = 7.7 \leq 10 = I_N \leq 63.4 = I_z$$

Es importante destacar que para las líneas con intensidades de uso entre 0.2-3 amperios el programa de cálculo nos recomendaba utilizar interruptores magnetotérmicos de Intensidad nominal de 6 amperios, pero tras buscar información sobre los costes de estos interruptores, se ha observado que estos interruptores no son muy comunes por lo que su coste suele ser superior a uno de 10 amperios. ^[6] Debido a esto se les ha asignado a todas las líneas correspondientes un interruptor de 10 amperios de intensidad nominal, ya que además de tener un coste inferior, implica que el intervalo de cumplimiento de la condición (8) sea más holgado, obteniendo una solución más óptima.

Por último, como se describió en el pre-dimensionamiento la curva adecuada para esta instalación es la B y cómo podemos ver todos los interruptores seleccionados son de tipo B. Los resultados representados corresponden a el cuadro de mandos uno, siendo los resultados y procedimientos llevados a cabo en el cuadro de mandos dos semejantes.

CORTOCIRCUITOS

El poder de corte de los interruptores diferenciales debe ser mayor que el corto circuito máximo posible de la línea. ^[3] El poder de corte de los interruptores magnetotérmicos utilizados el de 6KA, mientras que la intensidad máxima de cortocircuito de todas las líneas es de 1.2KA por lo que las líneas estarían bien protegidas frente a cortocircuitos

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura, tanto en caso del cortocircuito máximo como mínimo. ^[3] Los resultados obtenidos en el cuadro de mandos dos son los siguientes:

Tabla 13-Resultados de cortocircuitos del cuadro 2.

ESQUEMAS	PROTECCIONES	T_{cable} CC_{max} $CC_{min}(s)$	T_p CC_{max} $CC_{min}(s)$
CUADRO 2	IEC60269 gL/gG I_N : 16 A; U_N : 400 V; I_{cu} : 100 kA; Tipo gL/gG	< 0.1 0.51	- 0.02
Calle Elvira	EN60898 6kA Curva B I_N : 6 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Carrer Ponent	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Carrer Llevant	EN60898 6kA Curva B I_N : 6 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Carrer Xaloc	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Carrer Gregal	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Camí Platja B	EN60898 6kA Curva B I_N : 6 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Camino a la playa	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Tenis pequeño 1	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10
Tenis pequeño 2	EN60898 6kA Curva B I_N : 10 A; U_N : 240 / 415 V; I_{cu} : 6 kA; Tipo B; Categoría 3	0.51 ≥ 5	0.10 0.10

Se puede observar que para todas las líneas:

$$T_{cable} CC_{max} = 0.51s > 0.1s = T_p CC_{max}$$

$$T_{cable} CC_{min} = 5s > 0.1s = T_p CC_{min}$$

Por lo que cumplen la condición (11) y la condición (12), eso sí, ha sido necesario cambiar el interruptor automático de 3 calles que inicialmente no cumplían.

La calle Elvira, la calle Llevant y la calle Platja B al ser las calles con mayor longitud y haber seleccionado el interruptor magnetotérmico de 10A en lugar del de 6A, debido a que estos interruptores pueden aguantar más intensidad, se obtuvieron tiempos de disparo de las protecciones superiores a los tiempos admisibles de los cables para el cortocircuito mínimo. Como se puede ver a continuación:

Tabla 14-Error de cálculo en el cuadro 2.

ESQUEMAS	PROTECCIONES	$T_{cable} CC_{max} CC_{min}(s)$	$T_p CC_{max} CC_{min}(s)$
Calle Elvira	EN60898 6kA Curva B $I_N: 10 A; U_N: 240 / 415 V; I_{cu}: 6 kA; Tipo C; Categoría 3$	0.51 >= 5	0.10 6.10
Carrer Llevant	EN60898 6kA Curva B $I_N: 10 A; U_N: 240 / 415 V; I_{cu}: 6 kA; Tipo C; Categoría 3$	0.51 >= 5	0.10 5.55
Camí Platja B	EN60898 6kA Curva B $I_N: 10 A; U_N: 240 / 415 V; I_{cu}: 6 kA; Tipo C; Categoría 3$	0.51 >= 5	0.10 3.17

Si bien el programa no nos da el valor exacto del tiempo máximo admisible del cable frente a un cortocircuito mínimo, nos marca que es mayor o igual a 5 segundos. Estos resultados se consideran inaceptables ya que podrían ser iguales a 5 segundos y como el tiempo de disparo sale de 6.10 segundos se podría dar la situación en la que el cable se quemase antes de disparar. Debido a esto se optó por volver a colocar interruptores automáticos de 6 amperios en estas tres calles con el fin de estar del lado de la seguridad, obteniendo los resultados mostrados en tabla 12 anterior los cuales cumplen perfectamente. El Camí Platja B sigue cumpliendo la formula, pero con el fin de que todos los resultados sean los mejores posibles, también se ha cambiado.

Cabe destacar que en el cuadro de mandos uno todos los parámetros cumplen perfectamente por lo que no ha sido necesario cambiar ningún interruptor automático como ha pasado en el cuadro dos.

CONTACTOS INDIRECTOS

En primer lugar, debido a que ya tenemos los diferenciales utilizados y las puestas a tierra, podemos calcular mediante la condición (13) la tensión límite que se produciría en caso de un contacto indirecto, con el fin de comprobar que es inferior a 24 voltios.

La sensibilidad de los diferenciales utilizados es de 300mA y la puesta a tierra total de cada cuadro es aproximadamente 1.51 ohmios. Esta resistencia de puesta a tierra cabe destacar que es un valor estimado mediante el número mínimo de picas a instalar, como el número de luminarias entre 5, ya que como se ha comentado anteriormente se instalaran una pica al principio de cada línea, una al final de la línea y una cada 5 luminarias.^[2] Esta estimación resulta apropiada ya que como podemos ver en los resultados, incluso utilizando el menor número posible de picas obtenemos una resistencia de puesta a tierra muy pequeña, la cual resulta en una tensión límite muy inferior a 24:

$$I_{\Delta N} \cdot R_A = 300 \times 10^{-3} * 1.51 = 0.453 V = U_{limite}$$

Por lo tanto, aunque la instalación tenga más picas que las estimadas, el valor de la puesta a tierra solo disminuirá, resultando en una tensión límite siempre muy inferior a los 24 voltios. En continuación también es necesario que:

$$I_{\Delta N} \cdot R_A = 300 \times 10^{-3} * 1.51 \leq 51.6 * 1.51 = I_d \cdot R_A$$

En la ecuación anterior se puede ver como a igualdad de resistencia de puesta a tierra, es muy importante que la $I_{\Delta N}$ sea menor que la I_d ya que si no, como se puede ver en el esquema de la Ilustración 16-Sensibilidad de un Interruptor diferencial se puede dar el caso de que el interruptor no dispare frente a un contacto indirecto.

Por último, debemos comprobar que el interruptor diferencial no saltara para las corrientes de fugas existentes en las líneas. La corriente de fugas más alta de la instalación se encuentra en la calle Elvira con 0.009 amperios siendo la sensibilidad del diferencial dividido entre dos 0.150 amperios, por lo que atendiendo a la condición 14, los diferenciales estarían bien seleccionados:

$$\frac{1}{2} \cdot I_{\Delta N} = 300mA \gg 9mA = I_{fugas}$$

En conclusión, mediante la utilización del programa de cálculo eléctrico se ha podido crear y verificar las redes diseñadas de manera que cumplan todos los requerimientos y se ajusten a nuestros criterios de diseño, obteniendo una solución óptima. Las características y resultados completos de todas las líneas se encuentran en el anexo 2-Calculos eléctricos.

5-EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

5.1-ITC - EA - 01 Eficiencia Energética

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

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right) \quad (15)$$

ε = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \cdot lux/W$)

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

S = superficie iluminada (m^2)

E_m = Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

En primer lugar, es necesario comprobar que todas las instalaciones cumplen los requisitos mínimos de eficiencia energética, los cuales se encuentran en la tabla 22 y 23:

- Calles viales con $E_m = 7.5$ lux requieren una $\varepsilon \geq 9.5$ ($m^2 \cdot lux/W$)

Tabla 15-Eficiencia energéticas mínima calles viales

CALLES VIALES	E_m (lux)	S (m^2)	P(W)	ε ($m^2 \cdot lux/W$)
Carrer Santa Elvira	7,5	441	58	57
Carrer Llevant	7,5	400	60	50
Carrer Ponent	7,5	170	27,5	46
Carrer Xaloc	7,5	99	16,8	44
Carrer gregal	7,5	145.2	24	45

- Calles peatonales $E_m = 10$ lux requieren una $\varepsilon \geq 6$ ($m^2 \cdot lux/W$)
- Calles peatonales $E_m = 5$ lux requieren una $\varepsilon \geq 3.5$ ($m^2 \cdot lux/W$)

Tabla 16-Eficiencia energética mínima calles peatonales

CALLES PEATONALES	E_m (lux)	S (m^2)	P(W)	ε ($m^2 \cdot lux/W$)
Camino zona deportiva	10	240	42	57
plaza	10	81	19	42
Calle zona deportiva más estrecha	10	63	16	39
Camí Platja B	10	259.5	60	43
Calle a la playa	5	75	11,6	32

En continuación se define el índice de eficiencia energética, como un parámetro necesario para calificar las zonas de acuerdo a la ITC-EA-01:

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_r} \quad (16)$$

ε = Eficiencia energética de la instalación.

ε_r = Eficiencia energética de referencia.

Los valores de la eficiencia energética de referencia se encuentran en la tabla 21 en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, los cuales para nuestras instalaciones son los siguientes:

- Calles viales con $E_m = 7.5 \text{ lux}$, $\varepsilon_r = 14 (m^2 \cdot \text{lux}/W)$
- Calles peatonales $E_m = 10 \text{ lux}$, $\varepsilon_r = 9 (m^2 \cdot \text{lux}/W)$
- Calles peatonales $E_m = 5 \text{ lux}$, $\varepsilon_r = 5 (m^2 \cdot \text{lux}/W)$

Por último, para evaluar las zonas se ha define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras, desde la A hasta G, siendo la A la instalación más eficiente y con menos consumo de energía y la G la instalación menos eficiente y con más consumo de energía. El valor utilizado para caracterizar una zona en la escala de letras, es el índice de consumo energético (ICE), el cual es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} \quad (17)$$

En consecuencia, se calcula el índice de consumo energético y el índice de eficiencia energética para cada zona, para posteriormente calificarlas adecuadamente, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 17-Clasificación energética.

ZONA	ICE	I_{ε}
CALLES VIALES		
Carrer Santa Elvira	0,24	4,07
Carrer Llevant	0,28	3,57
Carrer Ponent	0,30	3,31
Carrer Xaloc	0,32	3.16
Carrer gregal	0,31	3.24
CALLES PEATONALES		
Calle zona deportiva	0,16	6,34
plaza	0,21	4,73
Calle zona deportiva más estrecha	0,23	4.33
Camí Platja B	0,21	4.81
Calle a la playa	0,15	6.46

Para finalizar atendiendo a los valores de la tabla 25, debido a que el ICE de todas las zonas es inferior a 0.91 y el índice de eficiencia energética es mayor a 1.1, la calificación energética de la instalación es A.

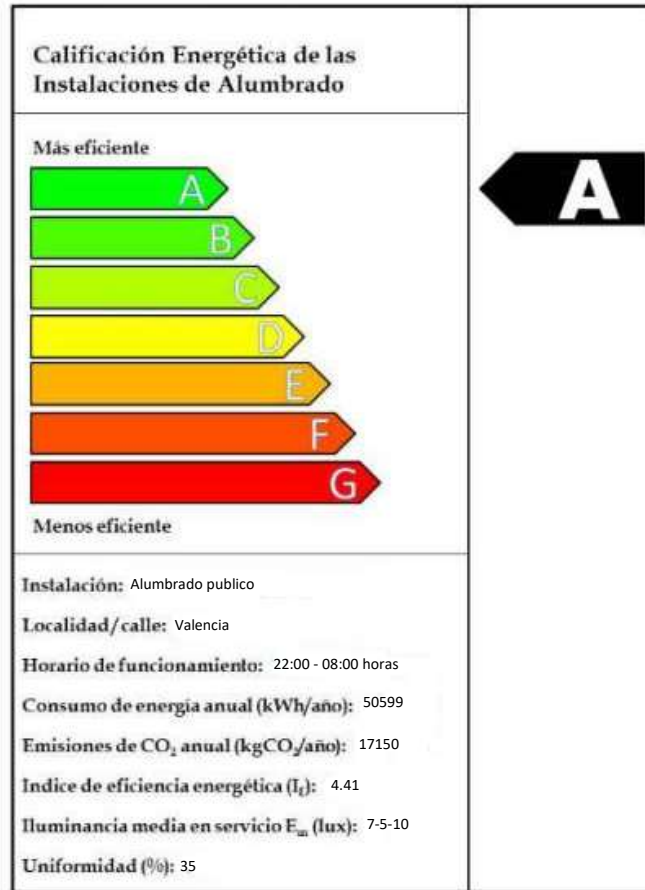


Ilustración 26-Etiqueta de eficiencia energética

6.1-ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

6.1. Resplandor luminoso nocturno

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmosfera, procedentes de una instalación de alumbrado exterior, por emisión directa al cielo o reflejada por las superficies a iluminar.^[1]

Mediante la utilización de la Tabla 30, la cual pertenece a la ITC-EA-03, se clasifica la zona de estudio en función de su protección contra la contaminación luminosa, la clasificación resultante es la siguiente:

- E3-Areas de brillo o luminosidad media, zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.

La luminosidad del cielo producida por una instalación de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado, el cual debe atendiendo a la Tabla 31 de la ITC-EA-03 debe ser:

- $FHS_{inst} \leq 15\%$

Para nuestra instalación, el flujo hemisférico superior instalado es del 0%, esto es debido principalmente a que el flujo luminoso se ha dirigido sobre la zona que se ha querido iluminar, mediante luminarias y proyectores enfocadas directamente al suelo, es decir a 0° sobre la horizontal. Por otro lado, las luminarias circulares disponen de un reflector en el centro de manera que la luz no sea mandada hacia arriba, para que no aumente el valor del FHS.^[9]

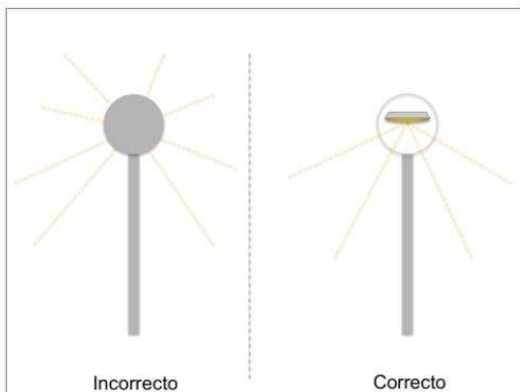


Ilustración 28-Reflector de una luminaria circular



Ilustración 27-Townguide LED

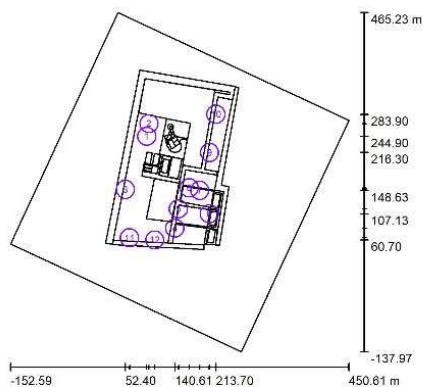
Además, la instalación se va a diseñar acorde a la ITC-EA-02 con niveles de iluminación reducidos, con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso y limitar la luz molesta. Por lo tanto, a ciertas horas de la noche se reducirá el nivel de iluminación de la instalación.

6.2 Limitación de la luz intrusa o molesta

Con el objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de las instalaciones de alumbrado exterior sobre residentes, la instalación de alumbrado exterior se ha diseñado cumpliendo los valores máximos establecidos en la Tabla 32, la cual se encuentra en la ITC-EA-03, los cuales para nuestra instalación clasificada como E3 son los siguientes:

- Iluminancia vertical máxima en ventanas= 10 lux
- Intensidad luminosa máxima emitida por las luminarias = 10 000 cd
- Luminancia media en las fachadas = 10cd/m²
- Incremento de umbral de contraste (TI) = 15%

En primer lugar, en cuanto a iluminación vertical máxima sobre ventanas, en el render en 3D creado con el programa luminotécnico, se han introducido diversos puntos de cálculo en las casas que podrían estar afectadas como, por ejemplo, en el primer piso de las fincas grandes (tanto por la cara hacia las plazas como la cara hacia el Carrer Santa Elvira), en las casas pegadas a las pistas de tenis pequeño, en las ventanas de las casas que dan al camino hacia la playa y en el resto de viviendas. Los resultados obtenidos son los siguientes:



Escala 1 : 6865

Listado de puntos de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Punto de cálculo vertical 1	vertical, plan	90.300	244.900	10.000	0.0	0.0	0.0	2.75
2	Punto de cálculo vertical 2	vertical, plan	94.400	267.400	10.000	0.0	0.0	0.0	1.33
3	Punto de cálculo vertical 3	vertical, plan	52.400	150.600	8.000	0.0	0.0	-10.0	1.91
4	Punto de cálculo vertical 4	vertical, plan	140.610	81.585	5.000	0.0	0.0	90.0	2.27
5	Punto de cálculo vertical 5	vertical, plan	146.939	115.876	5.000	0.0	0.0	90.0	2.83
6	Punto de cálculo vertical 6	vertical, plan	201.984	107.133	8.000	0.0	0.0	0.0	14
7	Punto de cálculo vertical 7	vertical, plan	184.916	148.631	5.000	0.0	0.0	0.0	4.86
8	Punto de cálculo vertical 8	vertical, plan	166.164	153.323	4.000	0.0	0.0	0.0	1.88
9	Punto de cálculo vertical 9	vertical, plan	202.300	216.300	4.000	0.0	0.0	0.0	0.24
10	Punto de cálculo vertical 10	vertical, plan	213.700	283.900	4.000	0.0	0.0	0.0	0.16
11	Punto de cálculo vertical 11	vertical, plan	59.700	64.500	6.000	0.0	0.0	-97.2	0.86
12	Punto de cálculo vertical 12	vertical, plan	104.800	60.700	5.000	0.0	0.0	-97.2	0.95

Ilustración 29-Resultados de intensidad luminosa emitida por las luminarias.

Como podemos observar en todos los puntos de cálculo la iluminación vertical es inferior 10 luxes, por lo que la iluminación instalada no molestaría a las viviendas.

En cuando a la luminancia media en las fachadas, se impone que el máximo para que no moleste a las viviendas debe ser de 10 cd/m², aplicando la ecuación (1), este valor equivale a 142 luxes. Debido a

que todas las calles peatonales y viales se han alumbrado para obtener como mucho 10 luxes, resulta imposible llegar al valor requerido. Además, las pistas deportivas a excepción del tenis pequeño están alejadas de las viviendas, por lo que no habría problema.

Para el tenis pequeño se proyectó un alumbrado de 200 luxes, por lo que podría darse el caso de que la luminancia media en las fachadas de las casas adyacentes llegue al máximo establecido. Por lo que mediante el programa de cálculo se ha creado con exactitud el área afectada con el fin de comprobar que para la localización de las casas no se obtienen dichos valores:

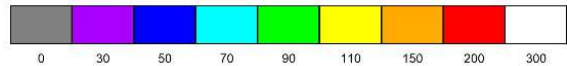
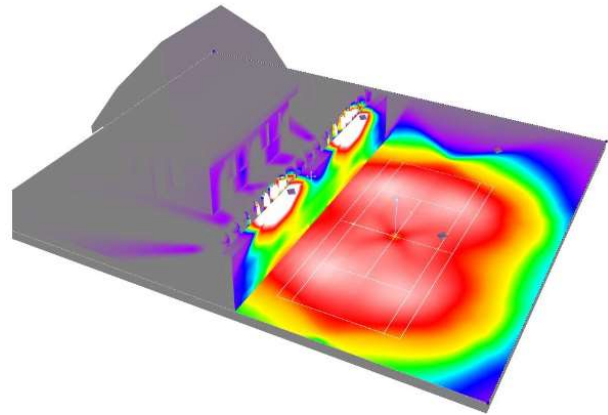
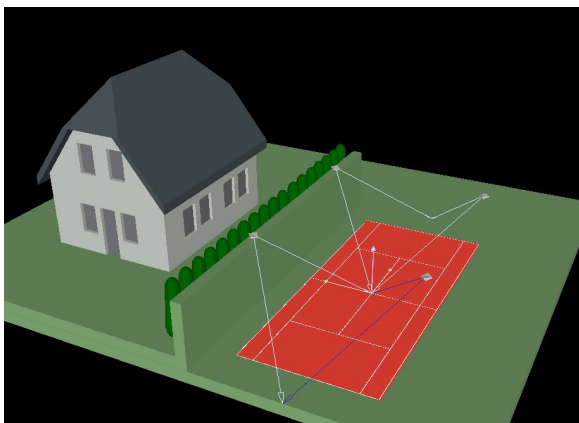


Ilustración 30-Comprobación de la luminancia media en la fachada colindante al tenis pequeño

Por otro lado, se ha posicionado en diversos puntos de la urbanización un punto de cálculo el cual te calcula la intensidad luminosa emitida por las luminarias en ese punto. Tras inspeccionar todos los resultados obtenidos, el valor máximo encontrado ha sido 5265 cd el cual es inferior al máximo requerido. No se han incluido todos los resultados, ya que para cada punto de cálculo el programa te proporciona la intensidad luminosa que llega de cada luminaria. Al tener 159 luminarias instaladas y meter 10 puntos de cálculo, se produjeron 1590 valores, los cuales son demasiados como para incluirlos en el documento.

Finalmente, en incremento umbral de contraste TI, como se ha podido ver en apartado 4.1-resultados luminotécnicos, todas las vías diseñadas tienen valores inferiores al 15%.

7-PRESUPUESTO

Para finalizar el proyecto surge la necesidad de calcular el presupuesto total de la instalación en el cual se incluyen el coste de los materiales, de la mano de obra y de la maquinaria necesarios para la ejecución de la obra.^[6] El presupuesto de la instalación es el siguiente:

PRESUPUESTO DE LA INSTALACION

1-Obra civil	49.816,47
2-Instalación Eléctrica	55.595,32
3-Instalación luminotécnica	177.388,77
4-Control de calidad	1.784,92
5-Gestión medioambiental	539,99
6-Seguridad y salud	5.217,39
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	290.342,86
GASTOS GENERALES (6%)	17.420,57
BENEFICIO INDUSTRIAL (13%)	37.744,57
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA.....	345.508,00
IVA (21%)	72556,68
PRESUPUESTO BASE DE LICITACION.....	418.064,68

Por otro lado, es necesario calcular el coste energético de dicha instalación, el cual dependerá de las horas que se quiera mantener el alumbrado encendido. Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche se reducirá el nivel de iluminación de la instalación proyectada.

Se ha considerado que la instalación funcione a potencia nominal 2/3 de su periodo, reduciéndose al 50% de su potencia nominal 1/3 del tiempo. Por otro lado, aunque nuestra instalación requiera una potencia exacta, es necesario seleccionar la potencia nominal normalizada que se distribuye para todas las instalaciones de baja tensión, las cuales se encuentran en la BOE 231.^[10] La instalación requiere 14kW, tras seleccionar las potencias normalizadas, asciende ligeramente a 14.95kW.^[2]

El consumo total de energía es el siguiente:

Cuadro	P_N (kW)	t_{P_N} (h/año)	50% P_N (kW)	$t_{50\%P_N}$ (h/año)	Consumo (kWh/año)
1	9,20	2666,67	4,60	1333,33	30666
2	5,75	2666,67	3,45	1333,33	19933
Total.....:					50599

Una vez obtenido el consumo anual de la instalación, mediante el comparador de la comisión de los mercados y la competencia se busca una comercializadora que nos proporcione la potencia requerida. Se ha seleccionado la comercializadora más económica, la cual tiene un coste de 0,116 €/kWh, por lo que el coste energético total resulta en 5.872,97€/año.^[7]

Por otro lado, con el fin de garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lamparas y limpieza de las luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor. El coste de estas operaciones es el siguiente:

LIMPIEZA		
Luminarias		159 UD
$t_{limpieza}$		0.35 (h/UD)
Coste de limpieza		11.3 (€/h)
Periodo de limpieza		1 vez al año
COSTE TOTAL		629 (€/año)

MANTENIMIENTO		
Luminarias		159 UD
Coste luminaria		600 €
Tasa de fallos	$\frac{0.01}{1000} \% fallos/hora$	
Periodo de funcionamiento		4000 h/año
Tiempo de sustitución		0.5 h/ud
Coste de sustitución		16.11 €/h
COSTE TOTAL		38.67 €/año

Por lo tanto, la inversión necesaria para llevar a cabo el diseño de este TFG, resulta en 418.064,68 euros, además de un coste 6540.64 euros anuales durante los 25 años de vida útil proyectada, necesarios para abastecer el consumo de energía y mantener la instalación.

8-CONCLUSIONES

En primer lugar, se ha podido verificar que el diseño preliminar de la instalación luminotécnica y de la instalación eléctrica creada en base a un criterio de mínimo coste cumple los requerimientos establecidos en la normativa. En segundo lugar, debido a que se han utilizado luminarias LED y se ha llevado a cabo una implantación adecuada se ha podido obtener una calificación energética máxima como es la A. Por otro lado, se ha podido verificar que la instalación completa no producirá un resplandor luminoso nocturno superior al requerido y que los puntos de luz instalados no resultaran molestos sobre los residentes y los ciudadanos en general.

Para finalizar, se puede concluir que se han podido cumplir todos los objetivos marcados en este TFG, produciendo un diseño que mejoraría la situación luminotécnica, económica, ambiental y energética actual.

9-BIBLIOGRAFÍA

- [1]- 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).
- [2]- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- [3]- Roger Folch, J., Riera Guasp, M., & Roldán Porta, C. (2010). Tecnología Eléctrica.
- [4]-<https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es IEA IEI05 Contenidos/website 421 picas verticales.html>
- [5]- <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/disenoyrequisitosDiseno.php>
- [6]- <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base16/index.htm>
- [7]- <https://comparadorofertasenergia.cnmc.es/comparador/index.cfm?js=1&e=N>
- [8]-https://www.google.com/maps/search/39.584754,+0.274145?sa=X&ved=0ahUKEwiR-zaLSje_bAhUHWxQKHSCFCjYQ8gEIKDAA
- [9]- <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/disenoyrequisitosDiseno.php>
- [10]- <https://www.boe.es/boe/dias/2006/09/27/pdfs/A33821-33821.pdf>

PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 Obra civil

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	Ud	Desmontaje de puntos de alumbrado publico formado por luminaria y baculo de hasta 12 metros, incluido el transporte de los elementos a lugar de acopio para su posterior reutilizacion.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Numero de luminarias a desintalar [A]	125				125,000	
							125,000	125,000
		Total ud			125,000	62,44		7.805,00
1.2	M3	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	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavacion para las lineas del cuadro de mandos 1	1	743,410	0,350	0,600	156,116	
		Excavacion para las lineas del cuadro de mandos 2	1	1.577,500	0,350	0,600	331,275	
							487,391	487,391
		Total m3			487,391	7,58		3.694,42
1.3	M3	Hormigón en masa HM-20/P/40/I, de 20 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 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	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Relleno zanjas para las lineas del cuadro de mandos 1	1	743,410	0,350	0,400	104,077	
		Relleno zanjas para las lineas del cuadro de mandos 2	1	1.577,500	0,350	0,400	220,850	
							324,927	324,927
		Total m3			324,927	76,02		24.700,95
1.4	Kg	Mezcla bituminosa en frío tipo AF-20 en capa de rodadura o intermedia, con áridos con desgaste de Los Ángeles < 25, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto emulsión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Relleno final para las lineas del cuadro de mandos 1	1	743,410	0,350	0,200	52,039	
		Relleno final para las lineas del cuadro de mandos 2	1	1.577,500	0,350	0,200	110,425	
							162,464	162,464
		Total kg			162,464	4,26		692,10
1.5	M2	Pavimento de loseta hidráulica, 4 pastillas, color de 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	Alto	Parcial	Subtotal
		Pavimento para las lineas del cuadro de mandos 1	1	743,410	0,350		260,194	
		Pavimetro para las lineas del cuadro de mandos 2	1	1.577,500	0,350		552,125	
							812,319	812,319
		Total m2			812,319	15,91		12.924,00
Total presupuesto parcial nº 1 Obra civil :								49.816,47

Presupuesto parcial nº 2 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	M.	Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 3(1x6) mm2. con aislamiento tipo Rz1-0,6/1 kV cobre flexible 6mm2, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=75 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0.35 cm. de ancho por 0,60 cm. de profundidad, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cable necesario cuadro de mandos 1		954,160			954,160	
		Cable necesario cuadro de mandos 2		2.288,370			2.288,370	
							3.242,530	3.242,530
		Total m.:				3.242,530	16,06	52.075,03
2.2	Ud	Cuadro de mando para alumbrado público, para 9 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores,1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Numero de cuadro de mandos	1				1,000	
							1,000	1,000
		Total ud:				1,000	1.698,93	1.698,93
2.3	Ud	Cuadro de mando para alumbrado público, para 9 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores,1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Numero de cuadros de mando	1				1,000	
							1,000	1,000
		Total ud:				1,000	1.821,36	1.821,36
Total presupuesto parcial nº 2 Instalación eléctrica :								55.595,32

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.1	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 4 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		PIAZA 1	26				26,000	
		PLAZA 2	25				25,000	
							51,000	51,000
		Total ud:				51,000	645,13	32.901,63
3.2	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 3 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Camino a la playa y piscina	6				6,000	
							6,000	6,000
		Total ud:				6,000	996,31	5.977,86
3.3	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 3 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Camino a la zona deportiva mas estrecha	4				4,000	
							4,000	4,000
		Total ud:				4,000	1.022,06	4.088,24
3.4	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 6 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Camino a la zona deportiva	3				3,000	
							3,000	3,000
		Total ud:				3,000	1.174,98	3.524,94
3.5	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 6 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cami platja B	7				7,000	
							7,000	7,000
		Total ud:				7,000	1.174,98	8.224,86
3.6	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 5.5m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Carrer Xaloc	8				8,000	
							8,000	8,000
		Total ud:				8,000	669,48	5.355,84
3.7	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 7m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Carrer Ponent	7				7,000	
							7,000	7,000
		Total ud:				7,000	728,96	5.102,72
3.8	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 6.5m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Carrer gregal	12				12,000	
							12,000	12,000
		Total ud:				12,000	699,77	8.397,24
3.9	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 10m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
		Carrer llevat	4			4,000		
						4,000	4,000	
		Total ud	4,000			985,83	3.943,32	
3.10	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 10.5m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, luminaria y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Carrer elvira	8				8,000	
							8,000	8,000
		Total ud	8,000			992,19	7.937,52	
3.11	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 7.5m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, proyector y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Petanca	2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud	2,000			1.417,42	2.834,84	
3.12	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 7.5m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, proyector y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Padel	16				16,000	
							16,000	16,000
		Total ud	16,000			1.417,42	22.678,72	
3.13	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 10m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, proyector y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Futbol	8				8,000	
							8,000	8,000
		Total ud	8,000			2.010,48	16.083,84	
3.14	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 7m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, proyector y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tennis pequeño	16				16,000	
							16,000	16,000
		Total ud	16,000			1.807,52	28.920,32	
3.15	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 8m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado, proyector y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tenis grande	8				8,000	
							8,000	8,000
		Total ud	8,000			2.677,11	21.416,88	
Total presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica :							177.388,77	

Presupuesto parcial nº 4 Control de calidad

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
4.1	Ud	Medida de magnitudes luminotécnicas según proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Una pista deportiva, una calle vial y auna calle peatonal.	3				3,000	
							3,000	3,000
		Total ud				3,000	97,36	292,08
4.2	Ud	Ensayo estadístico del hormigón para la determinación de la resistencia estimada de una cimentación de un volumen no superior a 50 m3 para un control a nivel normal; incluso emisión del acta de resultados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Ensayos	5				5,000	
							5,000	5,000
		Total ud				5,000	168,76	843,80
4.3	Ud	Prueba de funcionamiento de automatismos de Cuadros Generales de Mando y Protección de instalaciones eléctricas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud				2,000	64,90	129,80
4.4	Ud	Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud				2,000	64,90	129,80
4.5	Ud	Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud				2,000	64,90	129,80
4.6	Ud	Prueba de medición del aislamiento de los conductores de instalaciones eléctricas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud				2,000	32,46	64,92
4.7	Ud	Prueba de funcionamiento de mecanismos y puntos de luz de instalaciones eléctricas .						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
		Total ud				2,000	97,36	194,72
Total presupuesto parcial nº 4 Control de calidad :								1.784,92

Presupuesto parcial nº 5 Gestión medioambiental

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
5.1	M3	Retirada de residuos mixtos en obra de nueva planta a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 km, formada por: transporte ininterior, carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Calles del cuadro 1	90	0,600	0,350		18,900	
		Calles del cuadro 2	25	0,600	0,350		5,250	
							24,150	24,150
		Total m3				24,150	22,36	539,99
Total presupuesto parcial nº 5 Gestión medioambiental :								539,99

Presupuesto parcial nº 6 Seguridad y salud

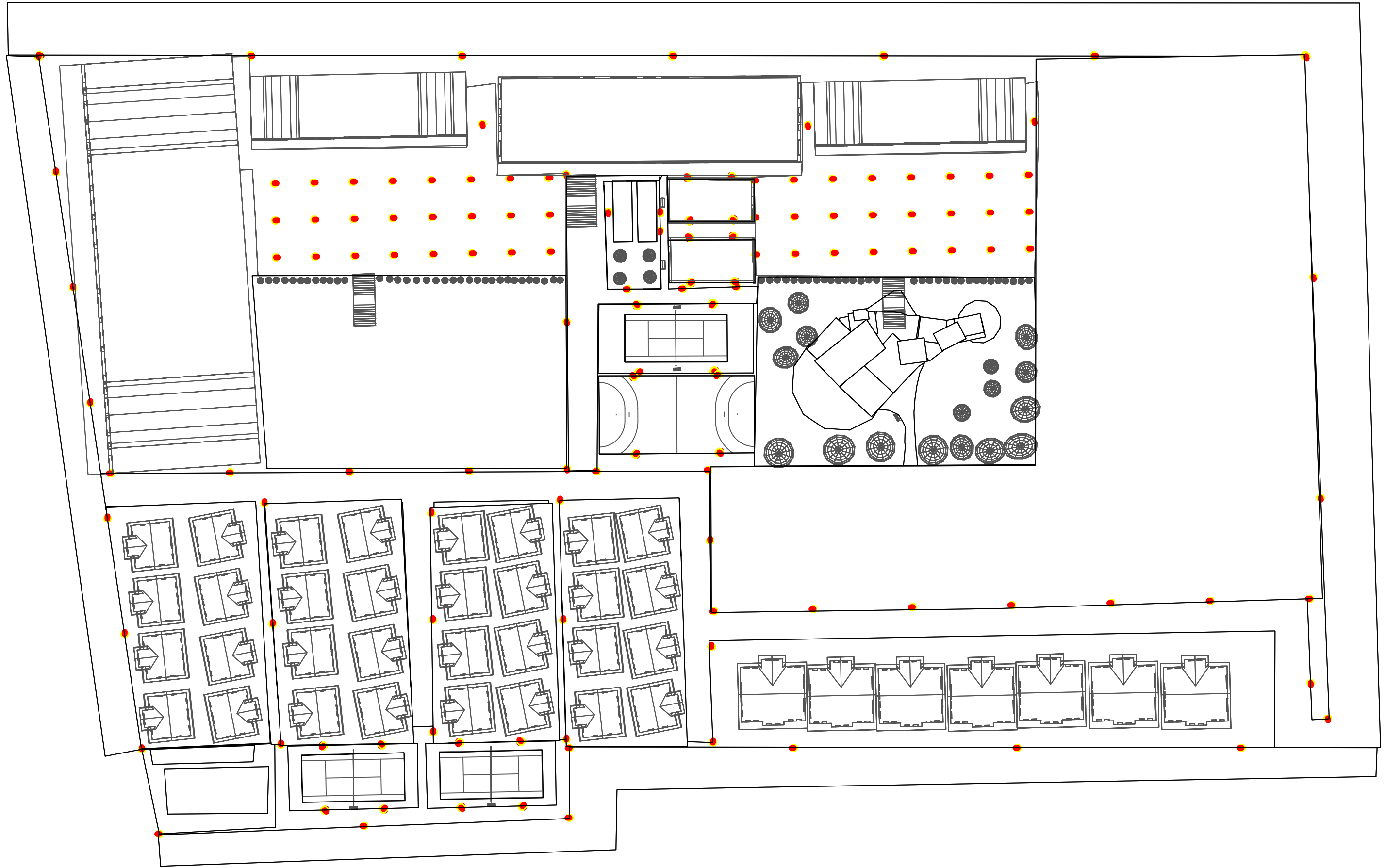
Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. 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 ms	3,000	236,32	708,96
6.2	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.			
		Total ud	4,000	100,88	403,52
6.3	Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud	15,000	4,27	64,05
6.4	Ud	Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y montaje. s/ R.D. 485/97.			
		Total ud	15,000	37,78	566,70
6.5	Ud	Foco de balizamiento intermitente, (amortizable en cinco usos). s/ R.D. 485/97.			
		Total ud	8,000	7,02	56,16
6.6	Ud	Tapa provisional para arquetas de 80x80 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).			
		Total ud	45,000	23,51	1.057,95
6.7	Ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud	70,000	1,24	86,80
6.8	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	20,000	7,42	148,40
6.9	Ud	Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador que incluye: Planificación de la vigilancia de la salud; análisis de los accidentes de trabajo; análisis de las enfermedades profesionales; análisis de las enfermedades comunes; análisis de los resultados de la vigilancia de la salud; análisis de los riesgos que puedan afectar a trabajadores sensibles (embarazadas, postparto, discapacitados, menores, etc. (Art. 37.3 g del Reglamento de los Servicios de Prevención); formación de los trabajadores en primeros auxilios; asesoramiento al empresario acerca de la vigilancia de la salud; elaboración de informes, recomendaciones, medidas sanitarias preventivas, estudios estadísticos, epidemiológicos, memoria anual del estado de salud (Art. 23 d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales); colaboración con el sistema nacional de salud en materias como campañas preventivas, estudios epidemiológicos y reporte de la documentación requerida por dichos organismos (Art. 38 del Reglamento de los Servicios de Prevención y Art. 21 de la ley 14/86 General de Sanidad); sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota de la Seguridad Social.			
		Total ud	35,000	60,71	2.124,85
Total presupuesto parcial nº 6 Seguridad y salud :					5.217,39

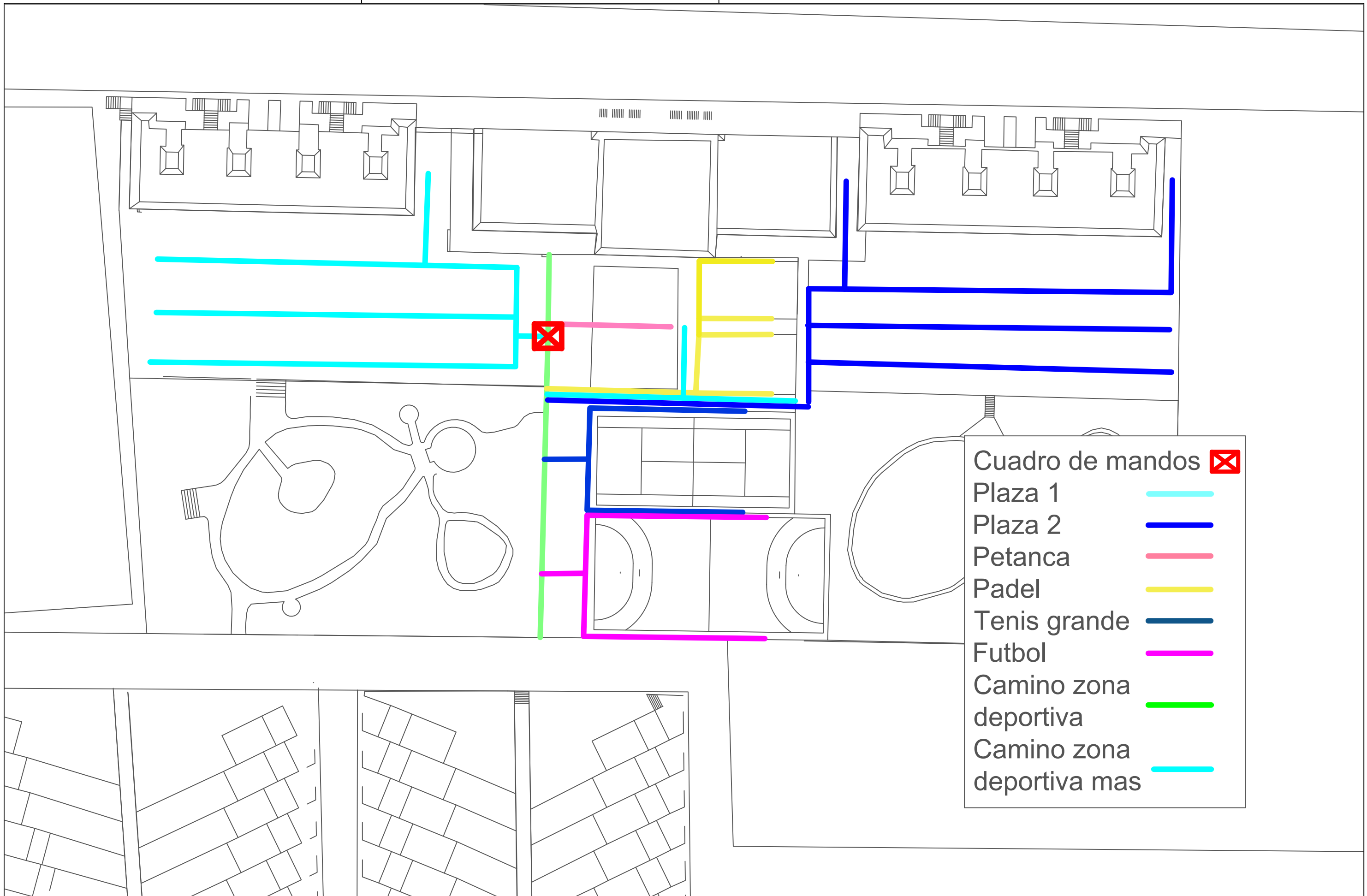
Presupuesto de ejecución material










1 Obra civil	49.816,47
2 Instalación eléctrica	55.595,32
3 Instalación luminotécnica	177.388,77
4 Control de calidad	1.784,92
5 Gestión medioambiental	539,99
6 Seguridad y salud	5.217,39
Total	290.342,86

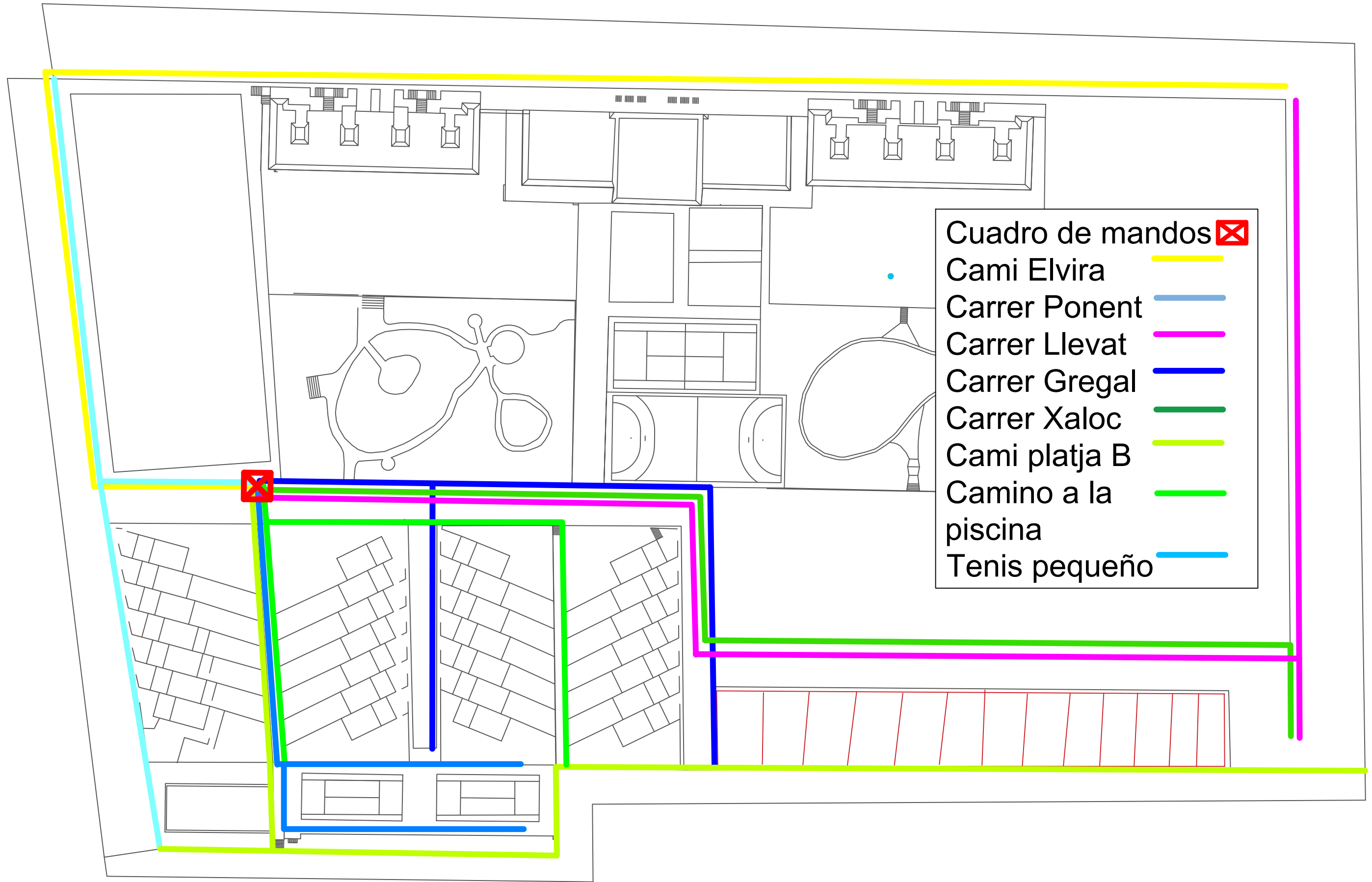
Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.




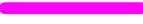





PLANOS



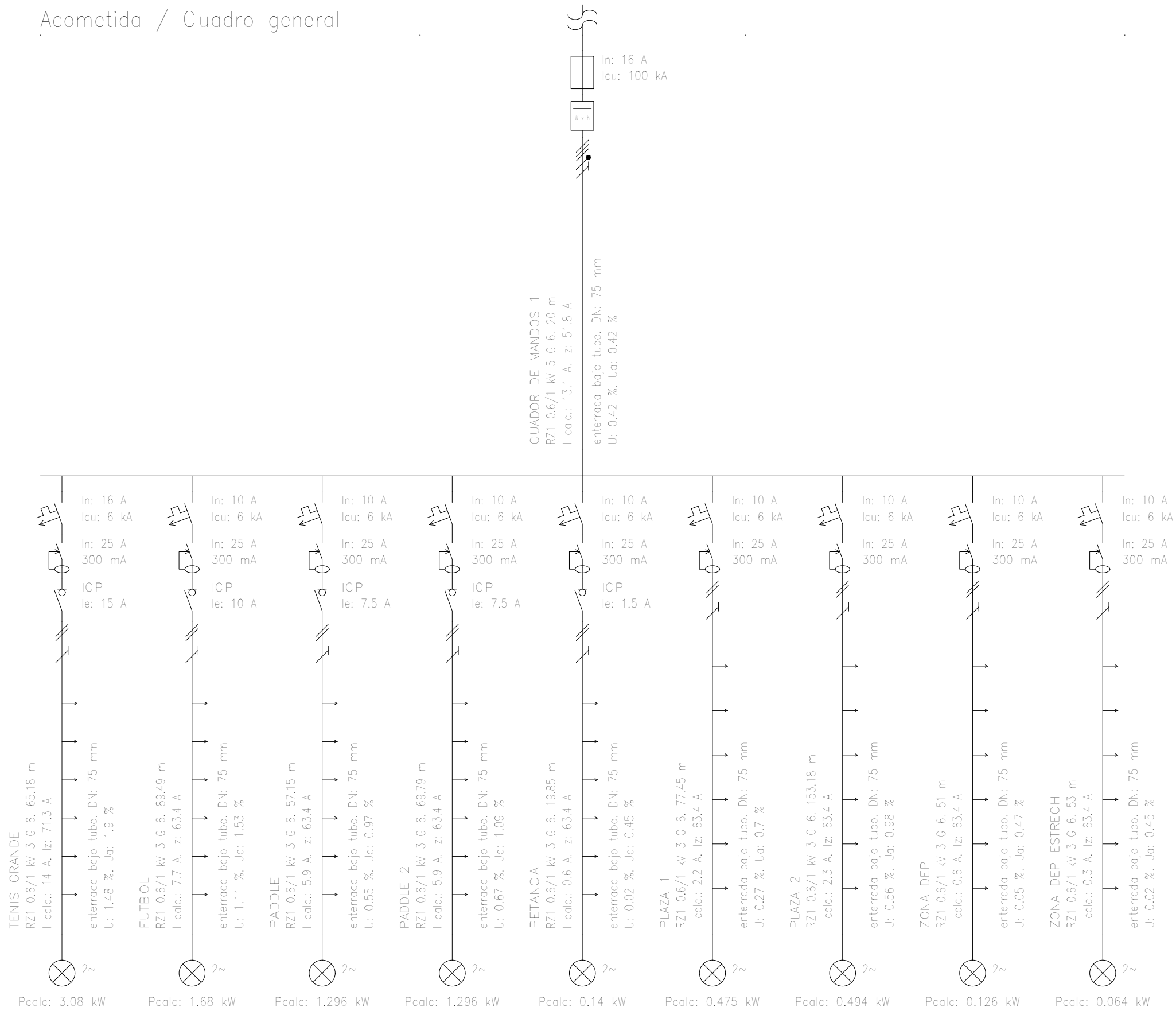


- Cuadro de mandos 
- Plaza 1 
- Plaza 2 
- Petanca 
- Padel 
- Tenis grande 
- Futbol 
- Camino zona deportiva 
- Camino zona deportiva mas 



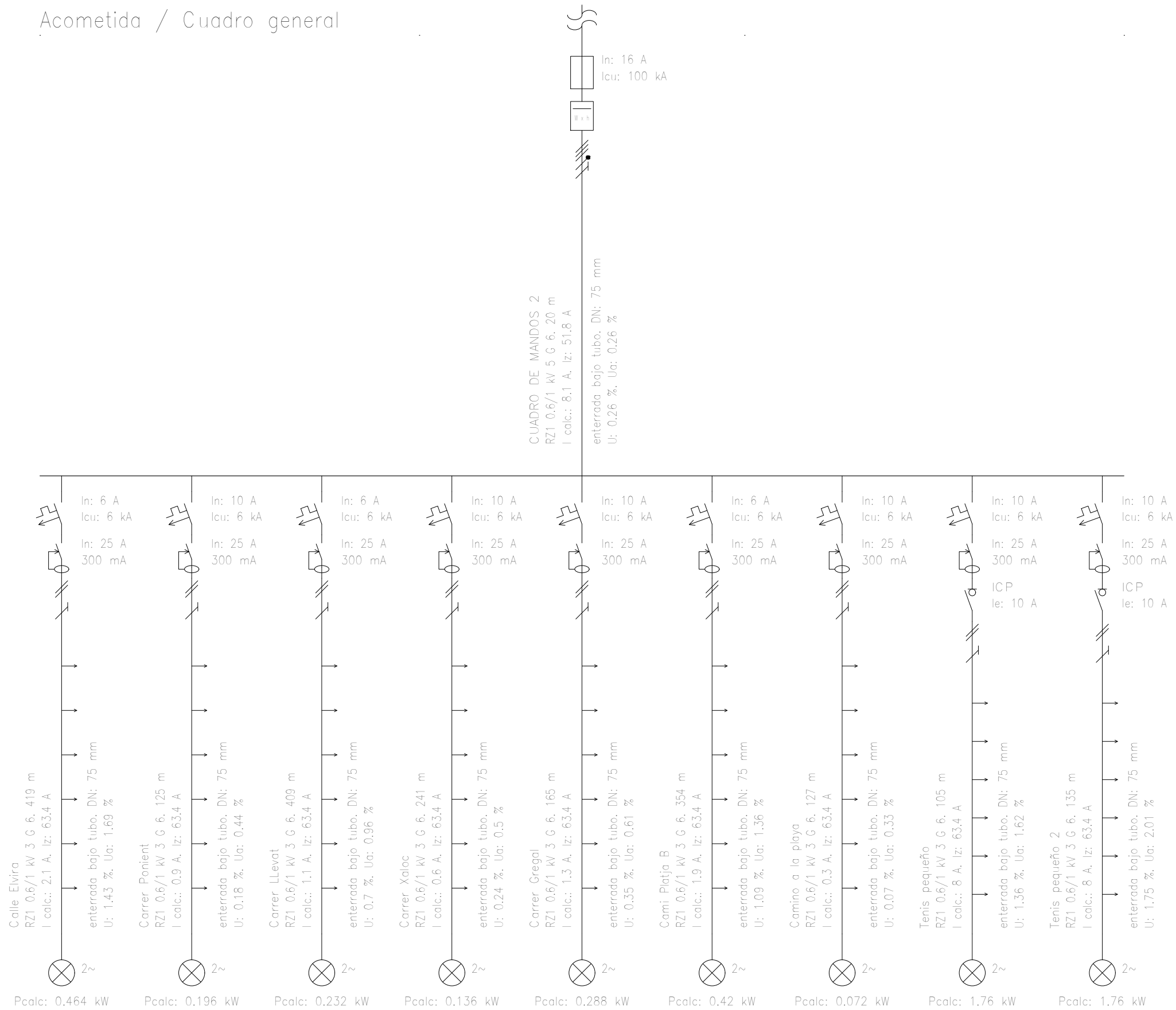
- Cuadro de mandos 
- Cami Elvira 
- Carrer Ponent 
- Carrer Llevat 
- Carrer Gregal 
- Carrer Xaloc 
- Cami platja B 
- Camino a la piscina 
- Tennis pequeño 

Acometida / Cuadro general



Obra: cuadro 1
 Esquema eléctrico: CUADRO DE MANDOS 1
 Cuadro 1
 Potencia demandada: 8.65 kW

Acometida / Cuadro general



Obra: cuadro 2
 Esquema eléctrico: E-1
 Cuadro 2
 Potencia demandada: 5.33 kW

ANEXO 1-TABLAS

Tabla 18

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 19

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. Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME2 / ME3b ME4b / ME5

^(*) 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 20

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

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

Tabla 21

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. 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	
E2	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	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 22

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 23

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 24

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

Tabla 25

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 26

Interior			Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Tenis PA:			36	18	15	7
Clase	Iluminancia horizontal				GR	Índice de rendimiento de color
	E_{med} lux	E_{min} / E_{med}				
I	500	0,7			50	60
II	300	0,7			50	60
III	200	0,6			55	20

Tabla 27

Interior			Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Boccia PA:			12,5	6	11	5
Petanca y Boules PA:			17,5 a 28	2,5 a 4	11 a 13	3
Clase	Iluminancia horizontal				GR	Índice de rendimiento de color
	E_{med} lux	E_{min} / E_{med}				
I	200	0,7			50	60
II	100	0,7			50	20
III	50	0,5			55	20

Tabla 28

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 29

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

Tabla 30

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 31

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

Tabla 32

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

Tabla 33

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 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 34

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

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

Tabla 35

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

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

Tabla 36

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

Tabla 37

Deslumbramiento	Índice GR
Insignificante	10
Ligero	30
Límite admisible	50
Molesto	70
Insoportable	90

Tabla 38

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de utilización	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$

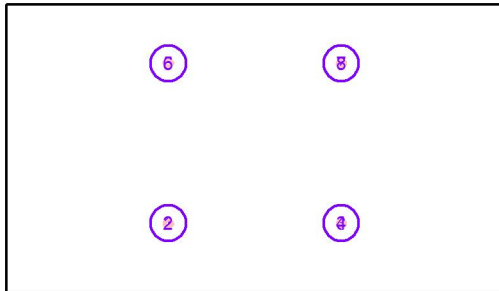
(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.
(2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

ANEXO 2-Calculos luminotécnicos

TENNIS GRANDE / Luminarias (lista de coordenadas)

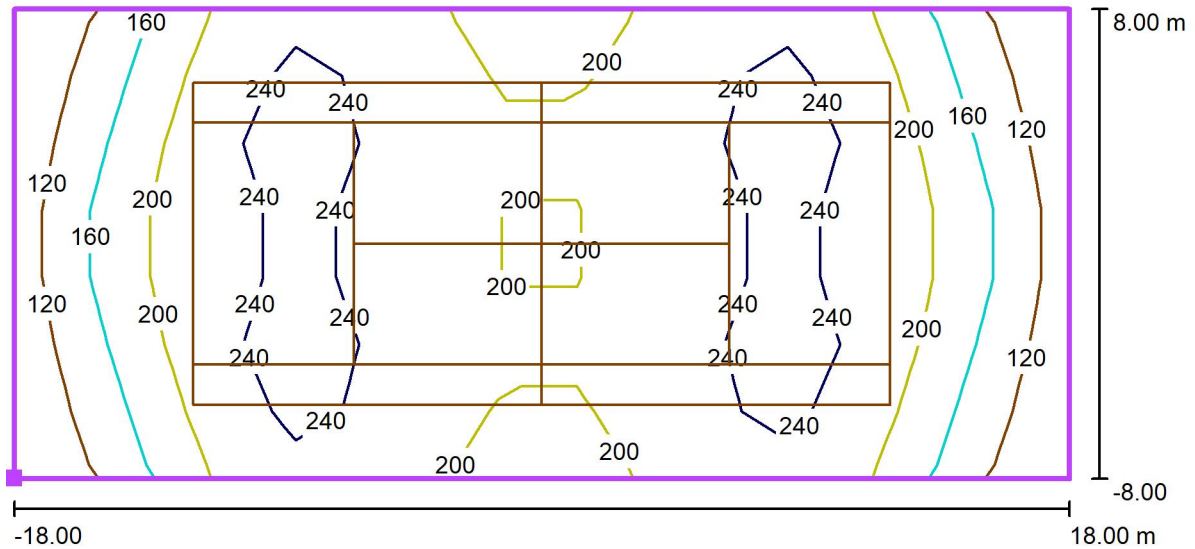
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED490-4S/830 DX10

39690 lm, 385.0 W, 1 x 1 x LED490-4S/830 (Factor de corrección 1.000).



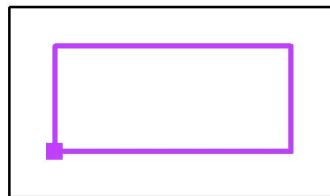
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-8.700	-8.000	8.000	-10.6	0.0	50.6
2	-8.700	-8.000	8.000	-11.1	0.0	-47.4
3	8.700	-8.000	8.000	-10.6	0.0	-50.6
4	8.700	-8.000	8.000	-11.1	0.0	47.4
5	-8.700	8.000	8.000	-10.6	0.0	129.4
6	-8.700	8.000	8.000	-11.1	0.0	-132.6
7	8.700	8.000	8.000	-10.6	0.0	-129.4
8	8.700	8.000	8.000	-11.1	0.0	132.6

TENNIS GRANDE / Tenis 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-18.000 m, -8.000 m, 0.000 m)



Trama: 15 x 7 Puntos

E_m [lx]
202

E_{min} [lx]
100

E_{max} [lx]
256

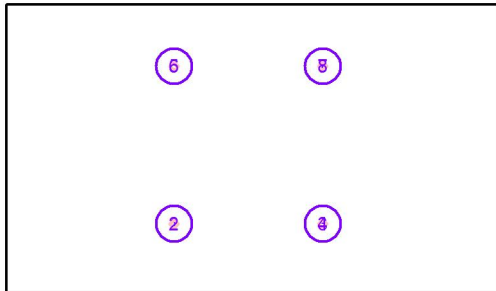
E_{min} / E_m
0.50

E_{min} / E_{max}
0.39

TENNIS PEQUEÑO / Luminarias (lista de coordenadas)

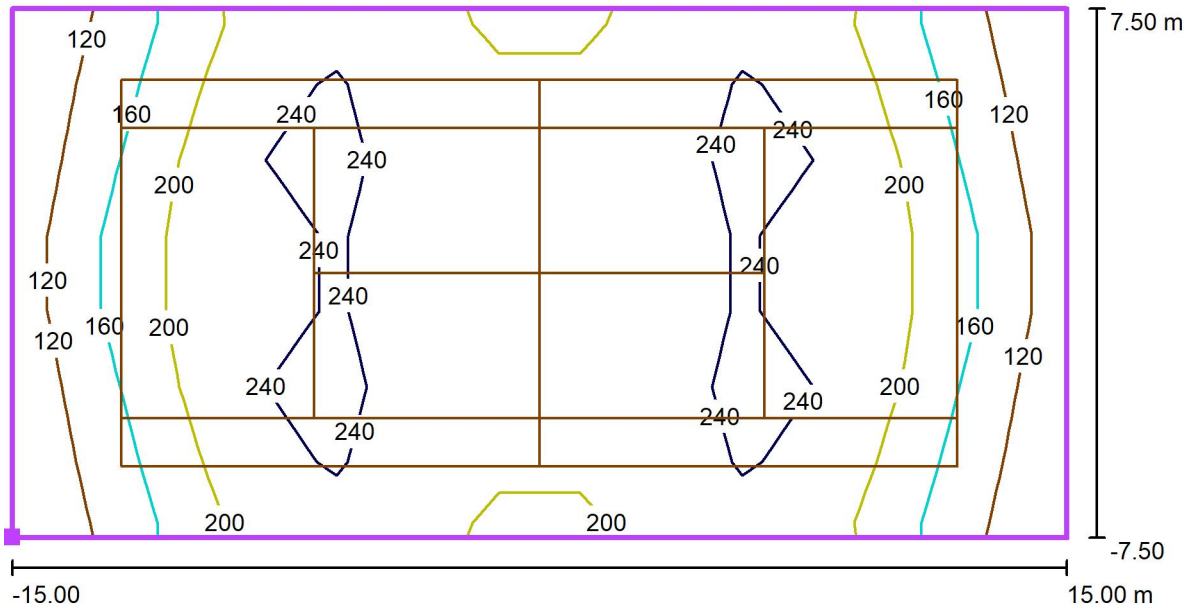
PHILIPS BVP650 T25 1 xLED360-4S/740 DX10

29520 lm, 220.0 W, 1 x 1 x LED360-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



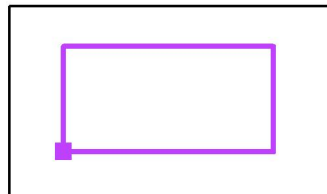
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-7.000	-7.390	7.000	-11.5	0.0	-43.4
2	-7.000	-7.390	7.000	-9.7	0.0	47.3
3	7.000	-7.390	7.000	-11.5	0.0	43.4
4	7.000	-7.390	7.000	-9.7	0.0	-47.3
5	-7.000	7.390	7.000	-11.5	0.0	-136.6
6	-7.000	7.390	7.000	-9.7	0.0	132.7
7	7.000	7.390	7.000	-11.5	0.0	136.6
8	7.000	7.390	7.000	-9.7	0.0	-132.7

TENNIS PEQUEÑO / Tenis 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-15.000 m, -7.500 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 7 Puntos

E_m [lx]
200

E_{min} [lx]
102

E_{max} [lx]
257

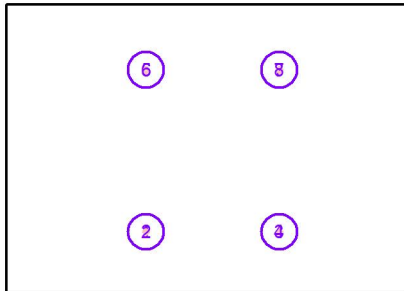
E_{min} / E_m
0.51

E_{min} / E_{max}
0.40

FUTBOL / Luminarias (lista de coordenadas)

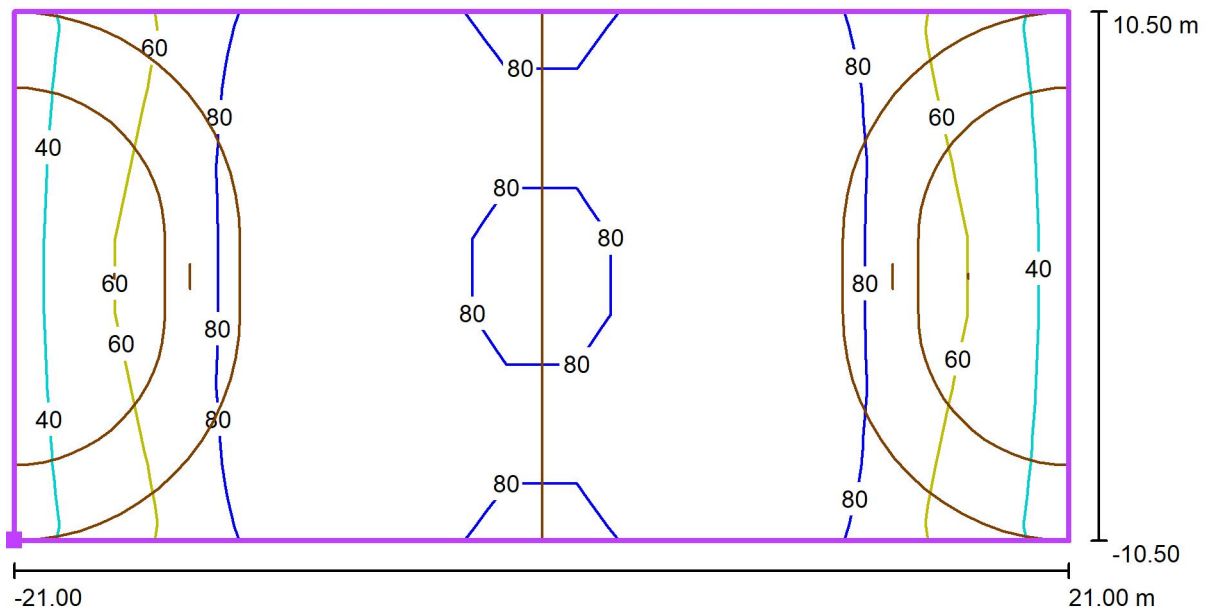
PHILIPS BVP650 T25 1 xLED280-4S/830 DX10

22960 lm, 210.0 W, 1 x 1 x LED280-4S/830 (Factor de corrección 1.000).



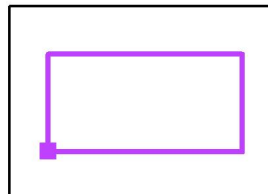
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-9.500	-11.500	9.800	-8.1	0.0	45.0
2	-9.500	-11.500	9.800	-10.3	0.0	-39.6
3	9.500	-11.500	9.800	-8.1	0.0	-45.0
4	9.500	-11.500	9.800	-10.3	0.0	39.6
5	-9.500	11.500	9.800	-8.1	0.0	135.0
6	-9.500	11.500	9.800	-10.3	0.0	-140.4
7	9.500	11.500	9.800	-8.1	0.0	-135.0
8	9.500	11.500	9.800	-10.3	0.0	140.4

FUTBOL / Balonmano 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 301

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-21.000 m, -10.500 m, 0.000 m)



Trama: 15 x 7 Puntos

E_m [lx]
75

E_{min} [lx]
38

E_{max} [lx]
96

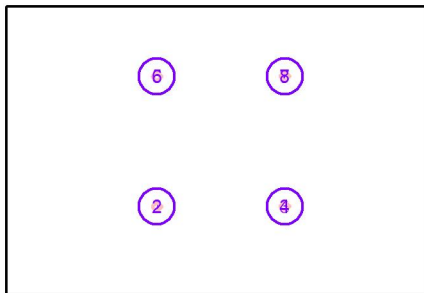
E_{min} / E_m
0.51

E_{min} / E_{max}
0.40

PADDEL / Luminarias (lista de coordenadas)

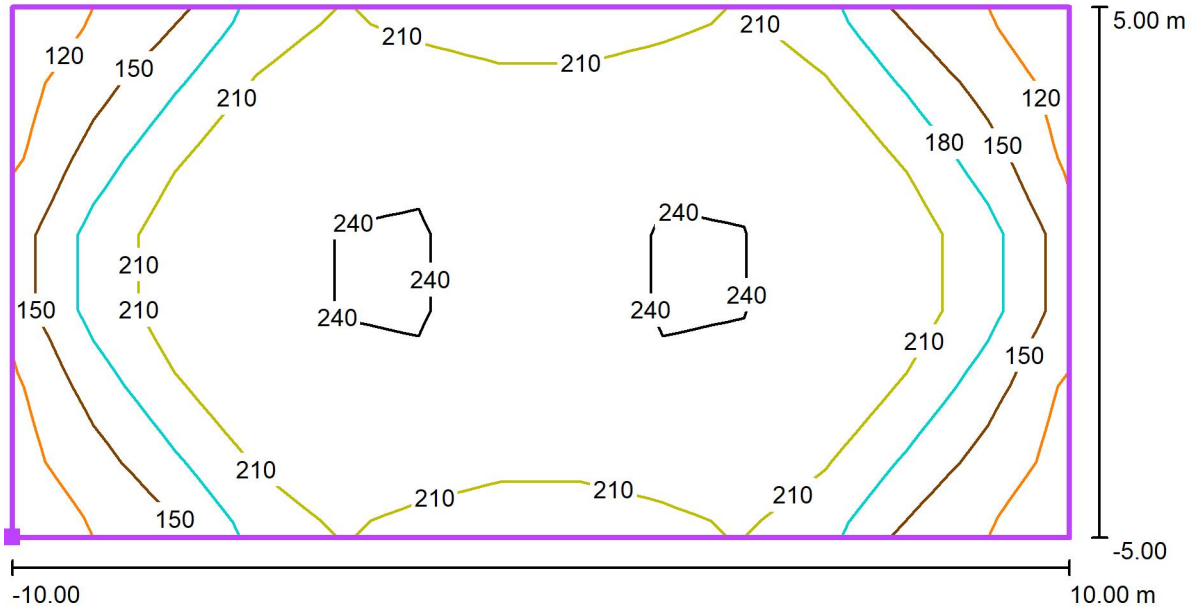
PHILIPS BVP650 T25 1 xLED220-4S/830 DX10

18260 lm, 162.0 W, 1 x 1 x LED220-4S/830 (Factor de corrección 1.000).



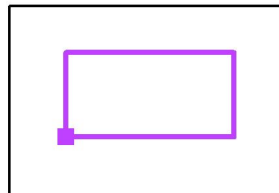
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-5.000	-5.061	7.500	-23.5	0.0	44.7
2	-5.000	-5.061	7.500	-23.5	0.0	-44.7
3	5.000	-5.061	7.500	-23.5	0.0	-44.7
4	5.000	-5.061	7.500	-23.5	0.0	44.7
5	-5.000	5.061	7.500	-23.5	0.0	135.3
6	-5.000	5.061	7.500	-23.5	0.0	-135.3
7	5.000	5.061	7.500	-23.5	0.0	-135.3
8	5.000	5.061	7.500	-23.5	0.0	135.3

PADDEL / Superficie deportiva general 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 143

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-10.000 m, -5.000 m, 0.000 m)



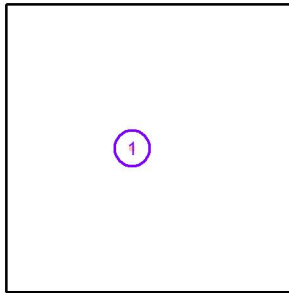
Trama: 13 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
205	116	250	0.57	0.46

PETANCA / Luminarias (lista de coordenadas)

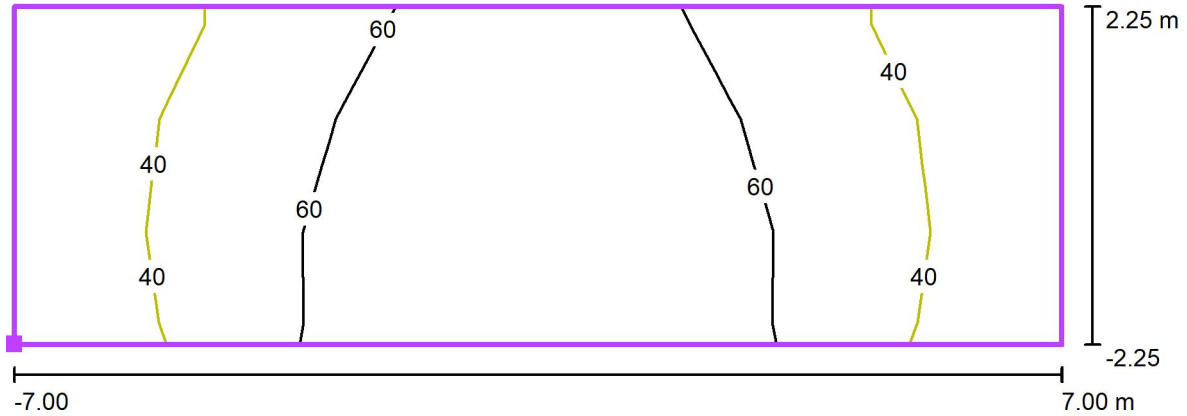
PHILIPS BVP650 T25 1 xLED120-4S/740 DX10

10200 lm, 70.0 W, 1 x 1 x LED120-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



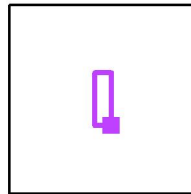
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-3.000	0.000	5.500	-25.1	0.0	-90.0

PETANCA / Superficie deportiva general 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 101

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado: (2.250 m, -7.000 m, 0.000 m)



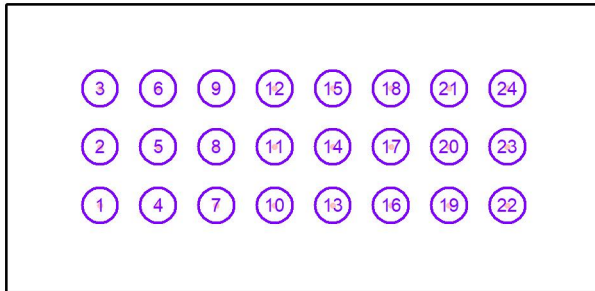
Trama: 11 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
52	26	76	0.50	0.34

PLAZA / Luminarias (lista de coordenadas)

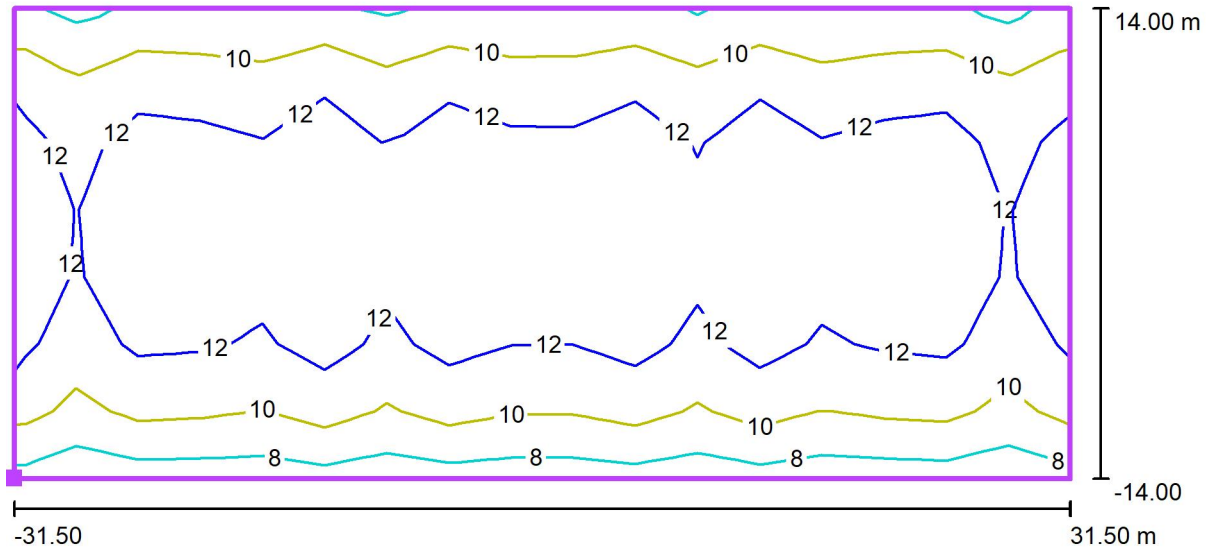
PHILIPS BDP001 PCC 1xECO20/830 DS

1497 lm, 19.0 W, 1 x 1 x ECO20/830/- (Factor de corrección 1.000).



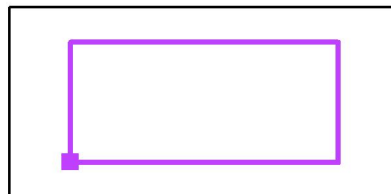
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-31.429	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
2	-31.429	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
3	-31.429	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
4	-22.429	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
5	-22.429	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
6	-22.429	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
7	-13.429	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
8	-13.429	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
9	-13.429	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
10	-4.429	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
11	-4.429	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
12	-4.429	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
13	4.571	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
14	4.571	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
15	4.571	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
16	13.571	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
17	13.571	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
18	13.571	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
19	22.571	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
20	22.571	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
21	22.571	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0
22	31.571	-8.786	4.000	0.0	0.0	90.0
23	31.571	0.214	4.000	0.0	0.0	90.0
24	31.571	9.214	4.000	0.0	0.0	90.0

PLAZA / completa / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 451

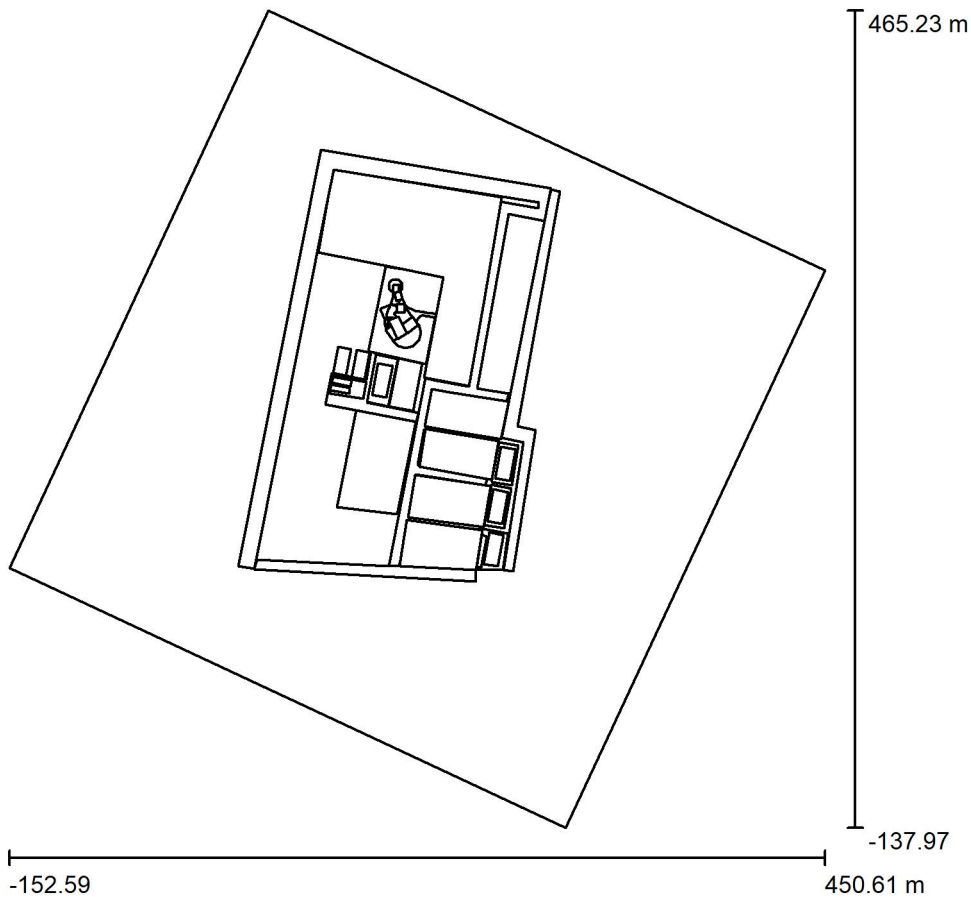
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-31.500 m, -14.000 m, 0.000 m)



Trama: 17 x 7 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	7.33	16	0.64	0.45

URBANIZACION COMNPLETA / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.75, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:5592

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	51	PHILIPS BDP001 PCC 1xECO20/830 DS (1.000)	1497	1970	19.0
2	6	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED14-4S/830 DM50 (1.000)	1246	1400	11.6
3	4	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED20-4S/830 DM50 (1.000)	1780	2000	16.0
4	3	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED71-4S/740 DM50 (1.000)	6336	7200	42.0
5	7	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED80-4S/830 DM50 (1.000)	6960	8000	60.0

URBANIZACION COMNPLETA / Datos de planificación

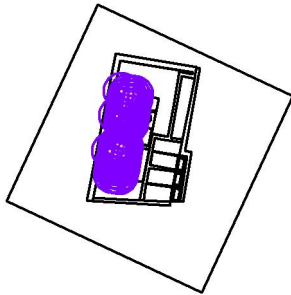
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
6	8	PHILIPS BGP202 T25 1 xLED20-4S/830 DM12 (1.000)	1780	2000	16.6
7	7	PHILIPS BGP202 T25 1 xLED35-4S/830 DM12 (1.000)	3115	3500	27.5
8	12	PHILIPS BGP203 T25 1 xLED30-4S/830 DM12 (1.000)	2610	3000	24.0
9	4	PHILIPS BGP203 T25 1 xLED90-4S/740 DM12 (1.000)	7830	9000	58.0
10	8	PHILIPS BGS204 T25 1 xLED100-4S/740 DM12 (1.000)	8900	10000	58.0
11	2	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED120-4S/740 DX10 (1.000)	10200	12000	70.0
12	16	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED220-4S/830 DX10 (1.000)	18260	22000	162.0
13	8	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED280-4S/830 DX10 (1.000)	22960	28000	210.0
14	16	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED360-4S/740 DX10 (1.000)	29520	36000	220.0
15	8	PHILIPS BVP651 T25 1 xLED490-4S/830 DX10 (1.000)	39690	49000	385.0
Total:			1614646	1954970	13969.9

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BDP001 PCC 1xECO20/830 DS

1497 lm, 19.0 W, 1 x 1 x ECO20/830/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	107.748	213.969	4.000	0.0	0.0	80.0
2	99.308	215.458	4.000	0.0	0.0	80.0
3	90.868	216.946	4.000	0.0	0.0	80.0
4	109.323	222.902	4.000	0.0	0.0	80.0
5	100.883	224.390	4.000	0.0	0.0	80.0
6	92.443	225.878	4.000	0.0	0.0	80.0
7	110.898	231.834	4.000	0.0	0.0	80.0
8	102.458	233.322	4.000	0.0	0.0	80.0
9	94.018	234.810	4.000	0.0	0.0	80.0
10	112.473	240.766	4.000	0.0	0.0	80.0
11	104.033	242.254	4.000	0.0	0.0	80.0
12	95.593	243.742	4.000	0.0	0.0	80.0
13	114.048	249.698	4.000	0.0	0.0	80.0
14	105.608	251.186	4.000	0.0	0.0	80.0
15	97.168	252.675	4.000	0.0	0.0	80.0
16	115.623	258.631	4.000	0.0	0.0	80.0
17	107.183	260.119	4.000	0.0	0.0	80.0
18	98.743	261.607	4.000	0.0	0.0	80.0
19	117.198	267.563	4.000	0.0	0.0	80.0
20	108.758	269.051	4.000	0.0	0.0	80.0
21	100.318	270.539	4.000	0.0	0.0	80.0
22	118.773	276.495	4.000	0.0	0.0	80.0
23	110.333	277.983	4.000	0.0	0.0	80.0
24	101.893	279.471	4.000	0.0	0.0	80.0
25	86.841	104.899	4.000	0.0	0.0	80.0
26	78.401	106.387	4.000	0.0	0.0	80.0
27	69.961	107.876	4.000	0.0	0.0	80.0
28	88.416	113.831	4.000	0.0	0.0	80.0

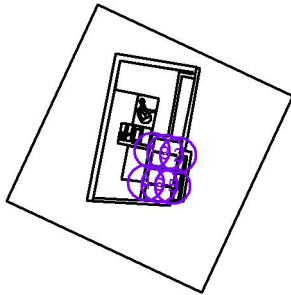
URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	79.976	115.320	4.000	0.0	0.0	80.0
30	71.536	116.808	4.000	0.0	0.0	80.0
31	89.991	122.764	4.000	0.0	0.0	80.0
32	81.551	124.252	4.000	0.0	0.0	80.0
33	73.111	125.740	4.000	0.0	0.0	80.0
34	91.566	131.696	4.000	0.0	0.0	80.0
35	83.126	133.184	4.000	0.0	0.0	80.0
36	74.686	134.672	4.000	0.0	0.0	80.0
37	93.141	140.628	4.000	0.0	0.0	80.0
38	84.701	142.116	4.000	0.0	0.0	80.0
39	76.261	143.604	4.000	0.0	0.0	80.0
40	94.716	149.560	4.000	0.0	0.0	80.0
41	86.276	151.048	4.000	0.0	0.0	80.0
42	77.836	152.537	4.000	0.0	0.0	80.0
43	96.291	158.492	4.000	0.0	0.0	80.0
44	87.851	159.981	4.000	0.0	0.0	80.0
45	79.411	161.469	4.000	0.0	0.0	80.0
46	97.866	167.425	4.000	0.0	0.0	80.0
47	89.426	168.913	4.000	0.0	0.0	80.0
48	80.986	170.401	4.000	0.0	0.0	80.0
49	65.800	157.800	4.000	0.0	0.0	0.0
50	80.700	231.700	4.000	0.0	0.0	0.0
51	89.935	283.398	4.000	0.0	0.0	0.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BDP660 FG 1 xLED14-4S/830 DM50

1246 lm, 11.6 W, 1 x 1 x LED14-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

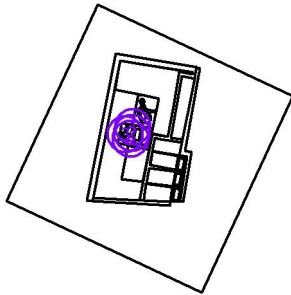


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	154.900	158.500	3.000	0.0	0.0	165.0
2	209.500	149.200	3.000	0.0	0.0	165.0
3	182.200	153.850	3.000	0.0	0.0	165.0
4	142.200	91.200	3.000	0.0	0.0	165.0
5	197.800	84.100	3.000	0.0	0.0	165.0
6	170.000	87.650	3.000	0.0	0.0	165.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BDP660 FG 1 xLED20-4S/830 DM50

1780 lm, 16.0 W, 1 x 1 x LED20-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

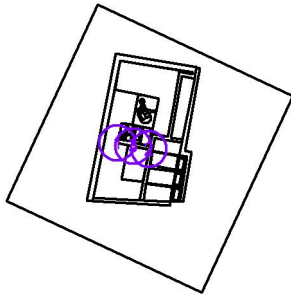


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	114.267	208.337	3.000	0.0	0.0	-98.4
2	112.225	195.997	3.000	0.0	0.0	-98.4
3	98.007	193.412	3.000	0.0	0.0	-18.6
4	109.874	183.384	3.000	0.0	0.0	-98.6

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BDP660 FG 1 xLED71-4S/740 DM50

6336 lm, 42.0 W, 1 x 1 x LED71-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

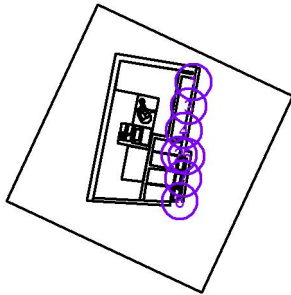


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	81.040	174.623	6.000	0.0	0.0	0.0
2	147.900	161.500	6.000	0.0	0.0	0.0
3	114.470	168.061	6.000	0.0	0.0	0.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BDP660 FG 1 xLED80-4S/830 DM50

6960 lm, 60.0 W, 1 x 1 x LED80-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

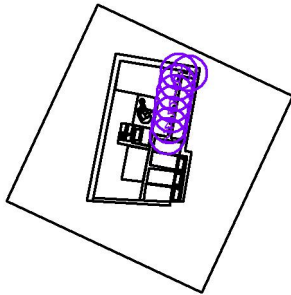


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	241.731	302.321	6.000	0.0	0.0	-100.0
2	211.578	149.591	6.000	0.0	0.0	-100.0
3	231.680	251.411	6.000	0.0	0.0	-100.0
4	221.629	200.501	6.000	0.0	0.0	-100.0
5	227.400	146.400	6.000	0.0	0.0	-100.0
6	212.619	52.434	6.000	0.0	0.0	-100.0
7	220.009	99.417	6.000	0.0	0.0	-100.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP202 T25 1 xLED20-4S/830 DM12

1780 lm, 16.6 W, 1 x 1 x LED20-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

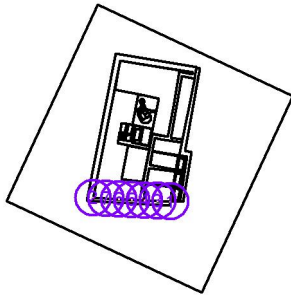


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	232.165	320.565	5.500	0.0	0.0	-5.0
2	187.000	188.600	5.500	0.0	0.0	-100.0
3	210.943	324.568	5.500	0.0	0.0	-100.0
4	190.990	211.261	5.500	0.0	0.0	-100.0
5	194.981	233.923	5.500	0.0	0.0	-100.0
6	198.971	256.584	5.500	0.0	0.0	-100.0
7	202.962	279.245	5.500	0.0	0.0	-100.0
8	206.952	301.906	5.500	0.0	0.0	-100.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP202 T25 1 xLED35-4S/830 DM12

3115 lm, 27.5 W, 1 x 1 x LED35-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

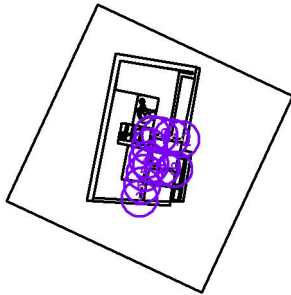


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	192.596	52.257	6.000	0.0	0.0	165.0
2	30.615	59.967	6.800	0.0	0.0	165.0
3	165.600	53.542	6.800	0.0	0.0	165.0
4	138.603	54.827	6.800	0.0	0.0	165.0
5	111.606	56.112	6.800	0.0	0.0	165.0
6	84.609	57.397	6.800	0.0	0.0	165.0
7	57.612	58.682	6.800	0.0	0.0	165.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP203 T25 1 xLED30-4S/830 DM12

2610 lm, 24.0 W, 1 x 1 x LED30-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

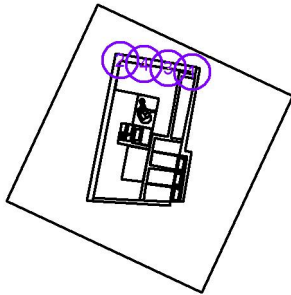


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	154.500	193.800	6.600	0.0	0.0	-100.0
2	128.482	57.673	6.600	0.0	0.0	-100.0
3	149.296	166.575	6.600	0.0	0.0	-100.0
4	144.093	139.349	6.600	0.0	0.0	-100.0
5	138.889	112.124	6.600	0.0	0.0	-100.0
6	133.686	84.898	6.600	0.0	0.0	-100.0
7	152.029	128.692	6.600	0.0	0.0	165.0
8	201.855	119.256	6.600	0.0	0.0	165.0
9	176.332	124.223	6.600	0.0	0.0	165.0
10	170.778	190.823	6.600	0.0	0.0	170.0
11	194.950	186.371	6.600	0.0	0.0	170.0
12	216.772	182.353	6.600	0.0	0.0	155.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP203 T25 1 xLED90-4S/740 DM12

7830 lm, 58.0 W, 1 x 1 x LED90-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

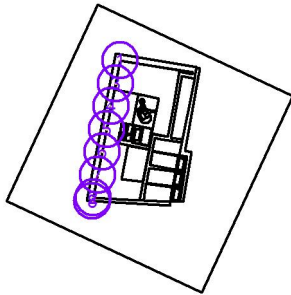


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	238.900	323.200	10.000	0.0	0.0	0.0
2	87.500	348.116	10.000	0.0	0.0	0.0
3	188.433	331.505	10.000	0.0	0.0	0.0
4	137.967	339.811	10.000	0.0	0.0	0.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGS204 T25 1 xLED100-4S/740 DM12

8900 lm, 58.0 W, 1 x 1 x LED100-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

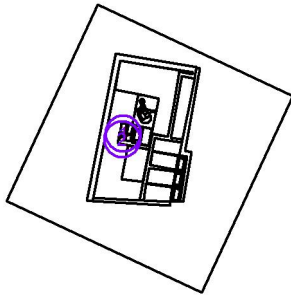


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	87.323	347.820	10.500	0.0	0.0	75.0
2	30.400	60.200	10.500	0.0	0.0	75.0
3	77.835	299.883	10.500	0.0	0.0	75.0
4	68.348	251.947	10.500	0.0	0.0	75.0
5	58.861	204.010	10.500	0.0	0.0	75.0
6	49.374	156.073	10.500	0.0	0.0	75.0
7	39.887	108.137	10.500	0.0	0.0	75.0
8	28.821	53.140	10.500	0.0	0.0	80.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED120-4S/740 DX10

10200 lm, 70.0 W, 1 x 1 x LED120-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

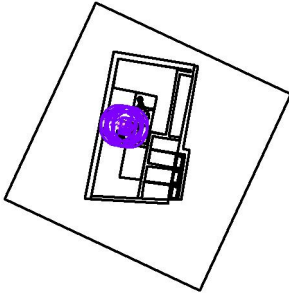


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	94.001	194.142	5.500	-21.6	0.0	167.5
2	91.500	182.500	5.500	-20.2	0.0	-11.8

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED220-4S/830 DX10

18260 lm, 162.0 W, 1 x 1 x LED220-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

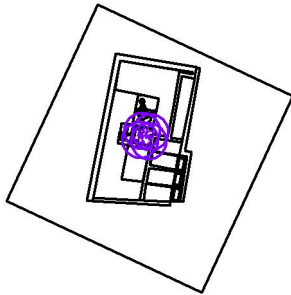


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	111.244	197.961	7.500	-22.7	0.0	35.9
2	111.244	197.961	7.500	-19.5	0.0	110.5
3	100.900	199.785	7.500	-22.7	0.0	-55.9
4	100.900	199.785	7.500	-19.5	0.0	-130.5
5	113.013	207.996	7.500	-22.7	0.0	124.1
6	113.013	207.996	7.500	-19.5	0.0	49.5
7	102.670	209.820	7.500	-22.7	0.0	-144.1
8	102.670	209.820	7.500	-19.5	0.0	-69.5
9	97.085	200.442	7.500	-24.7	0.0	32.3
10	97.085	200.442	7.500	-25.0	0.0	124.2
11	87.276	202.171	7.500	-24.7	0.0	-52.3
12	87.276	202.171	7.500	-25.0	0.0	-144.2
13	98.847	210.435	7.500	-24.7	0.0	127.7
14	98.847	210.435	7.500	-25.0	0.0	35.8
15	89.039	212.165	7.500	-24.7	0.0	-147.7
16	89.039	212.165	7.500	-25.0	0.0	-55.8

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED280-4S/830 DX10

22960 lm, 210.0 W, 1 x 1 x LED280-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

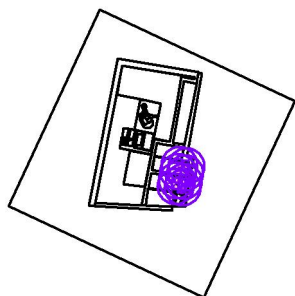


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	147.711	177.758	9.800	-13.5	0.0	32.7
2	147.711	177.758	9.800	-15.2	0.0	127.0
3	130.022	180.877	9.800	-13.5	0.0	-52.7
4	130.022	180.877	9.800	-15.2	0.0	-147.0
5	151.089	196.918	9.800	-13.5	0.0	127.3
6	151.089	196.918	9.800	-15.2	0.0	33.0
7	133.400	200.037	9.800	-13.5	0.0	-147.3
8	133.400	200.037	9.800	-15.2	0.0	-53.0

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED360-4S/740 DX10

29520 lm, 220.0 W, 1 x 1 x LED360-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

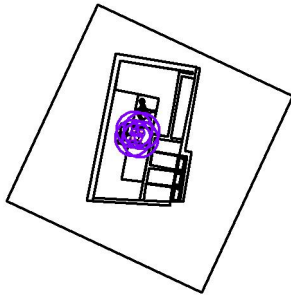


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	220.186	122.193	7.000	-9.9	0.0	126.4
2	220.186	122.193	7.000	-11.1	0.0	36.6
3	205.383	124.803	7.000	-9.9	0.0	-146.4
4	205.383	124.803	7.000	-11.1	0.0	-56.6
5	222.652	136.175	7.000	-9.9	0.0	33.6
6	222.652	136.175	7.000	-11.1	0.0	123.4
7	207.849	138.785	7.000	-9.9	0.0	-53.6
8	207.849	138.785	7.000	-11.1	0.0	-143.4
9	214.674	91.098	7.000	-9.6	0.0	128.5
10	214.674	91.098	7.000	-11.8	0.0	37.5
11	200.029	93.681	7.000	-9.6	0.0	-148.5
12	200.029	93.681	7.000	-11.8	0.0	-57.5
13	217.038	104.506	7.000	-9.6	0.0	31.5
14	217.038	104.506	7.000	-11.8	0.0	122.5
15	202.394	107.089	7.000	-9.6	0.0	-51.5
16	202.394	107.089	7.000	-11.8	0.0	-142.5

URBANIZACION COMNPLETA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED490-4S/830 DX10

39690 lm, 385.0 W, 1 x 1 x LED490-4S/830 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	129.386	182.165	8.000	-11.3	0.0	31.7
2	129.386	182.165	8.000	-10.3	0.0	128.7
3	113.983	184.881	8.000	-11.3	0.0	-51.7
4	113.983	184.881	8.000	-10.3	0.0	-148.7
5	132.429	199.428	8.000	-11.3	0.0	128.3
6	132.429	199.428	8.000	-10.3	0.0	31.3
7	117.027	202.144	8.000	-11.3	0.0	-148.3
8	117.027	202.144	8.000	-10.3	0.0	-51.3

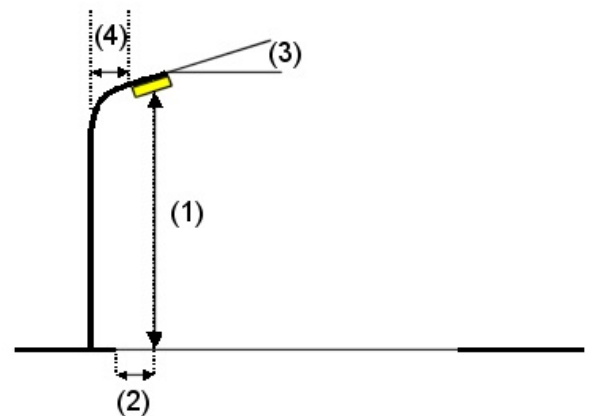
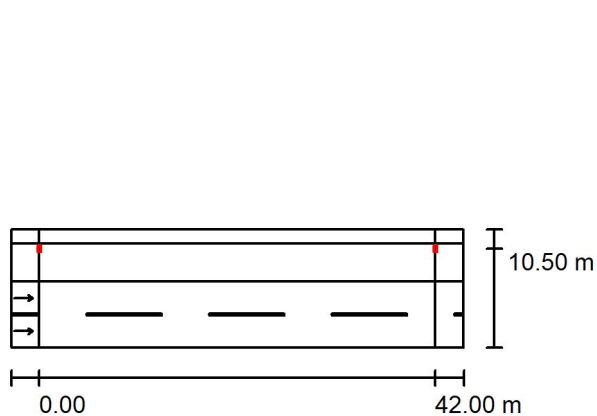
Carrer Elvira / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 4.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGS204 T25 1 xLED100-4S/830 DM12
Flujo luminoso (Luminaria):	8900 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	10000 lm
Potencia de las luminarias:	73.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	42.000 m
Altura de montaje (1):	10.500 m
Altura del punto de luz:	10.400 m
Saliente sobre la calzada (2):	-3.500 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	735 cd/klm
con 80°:	45 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

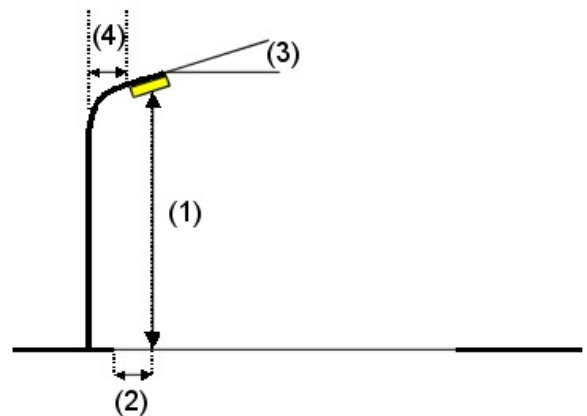
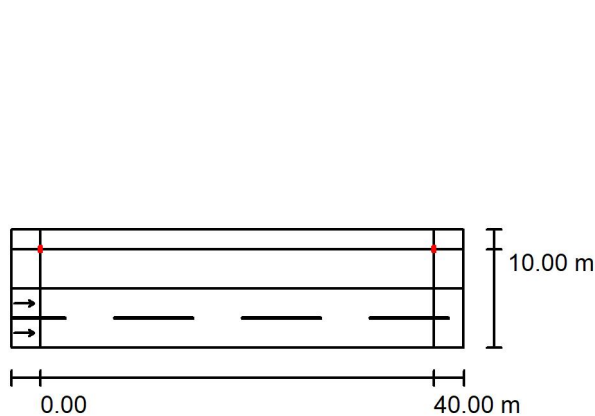
Carrer LLevant / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 4.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP203 T25 1 xLED90-4S/740 DM12
Flujo luminoso (Luminaria):	7830 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	9000 lm
Potencia de las luminarias:	58.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	40.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	9.900 m
Saliente sobre la calzada (2):	-4.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	718 cd/klm
con 80°:	44 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

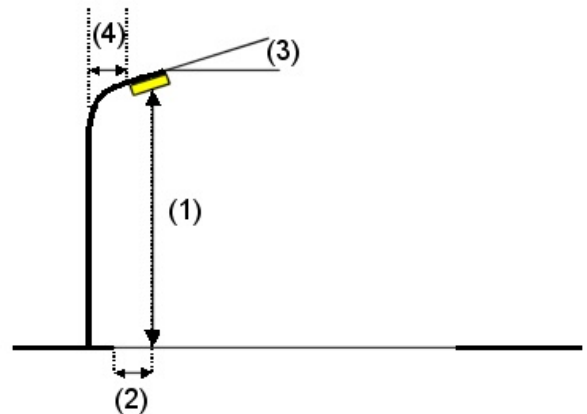
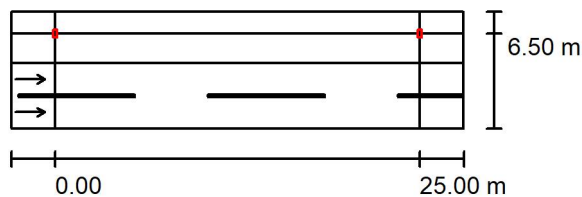
Carrer Ponient / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 4.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP202 T25 1 xLED35-4S/830 DM12
Flujo luminoso (Luminaria):	3115 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	3500 lm
Potencia de las luminarias:	27.5 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Altura de montaje (1):	6.800 m
Altura del punto de luz:	6.702 m
Saliente sobre la calzada (2):	-2.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	735 cd/klm
con 80°:	45 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

Carrer Xaloc / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

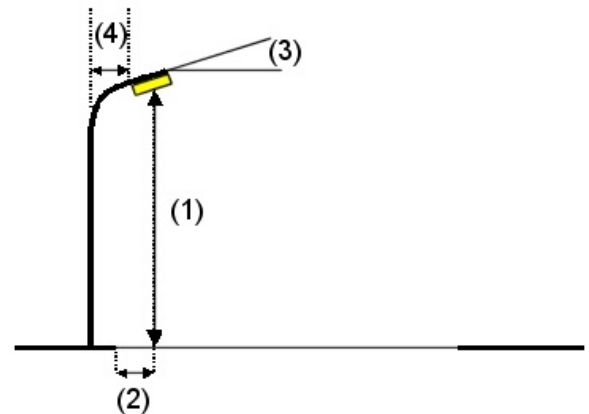
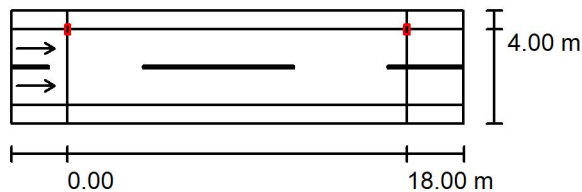
Camino peatonal 2 (Anchura: 1.000 m)

Calzada 1 (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 1 (Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP202 T25 1 xLED20-4S/830 DM12
Flujo luminoso (Luminaria):	1780 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	2000 lm
Potencia de las luminarias:	16.6 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	18.000 m
Altura de montaje (1):	5.500 m
Altura del punto de luz:	5.402 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	735 cd/klm
con 80°:	45 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

Carrer Gregal / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

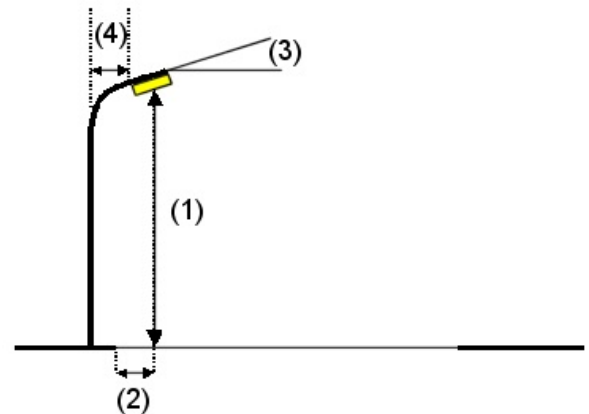
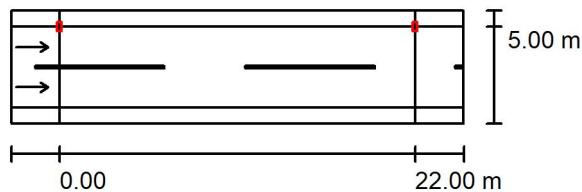
Camino peatonal 2 (Anchura: 1.000 m)

Calzada 1 (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 1 (Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP203 T25 1 xLED30-4S/830 DM12
Flujo luminoso (Luminaria):	2610 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	3000 lm
Potencia de las luminarias:	24.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	22.000 m
Altura de montaje (1):	6.600 m
Altura del punto de luz:	6.500 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	720 cd/klm
con 80°:	44 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

Cami Platja B / Datos de planificación

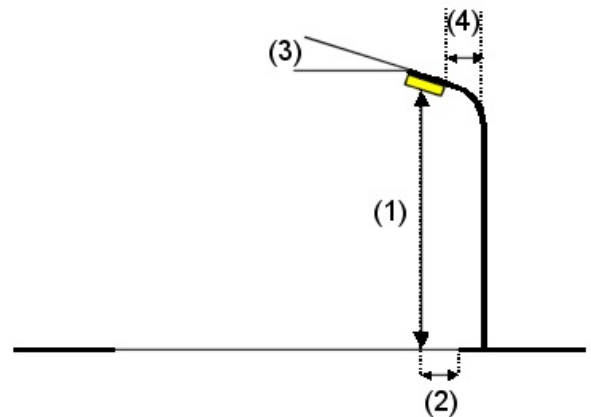
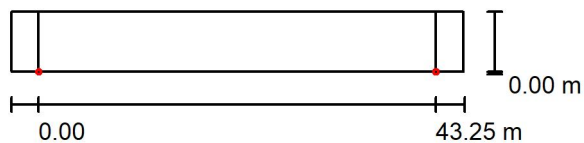
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 6.500 m)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED80-4S/830 DM50
Flujo luminoso (Luminaria):	6960 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	8000 lm
Potencia de las luminarias:	60.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	43.250 m
Altura de montaje (1):	6.000 m
Altura del punto de luz:	5.835 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 875 cd/klm
con 80°: 63 cd/klm
con 90°: 0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

Camino a la playa / Datos de planificación

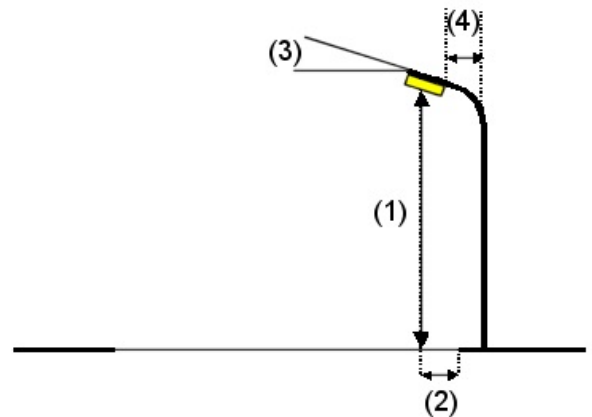
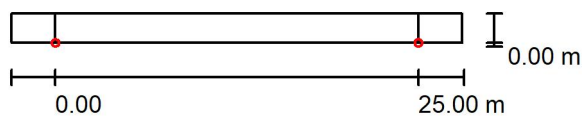
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED14-4S/830 DM50
Flujo luminoso (Luminaria):	1246 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	1400 lm
Potencia de las luminarias:	11.6 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Altura de montaje (1):	3.000 m
Altura del punto de luz:	2.835 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 902 cd/klm

con 80°: 65 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

Camino zona deportiva / Datos de planificación

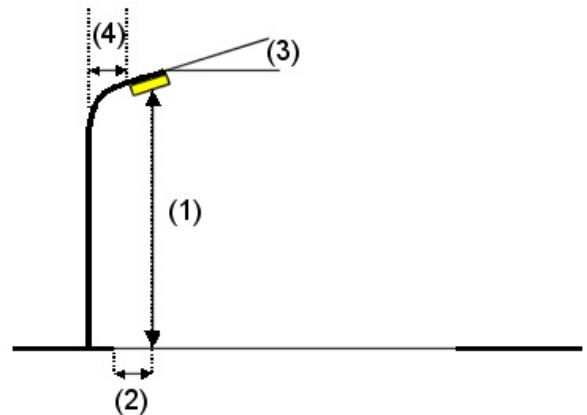
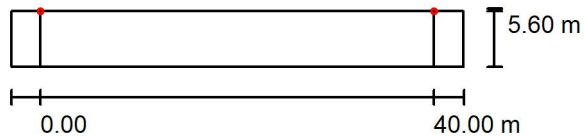
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 5.600 m)

Factor mantenimiento: 0.75

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED71-4S/740 DM50	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	6336 lm	con 70°: 893 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	7200 lm	con 80°: 64 cd/klm
Potencia de las luminarias:	42.0 W	con 90°: 0.00 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	40.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura de montaje (1):	6.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Altura del punto de luz:	5.835 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

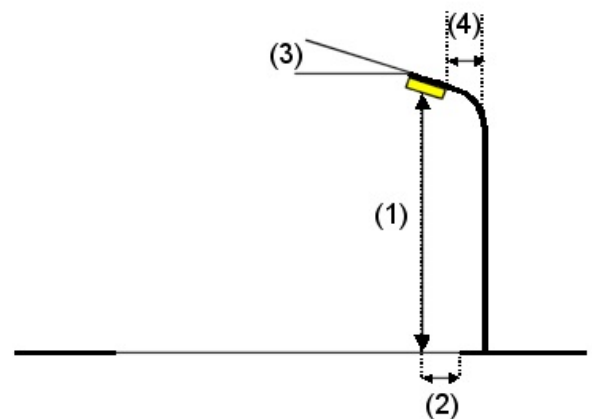
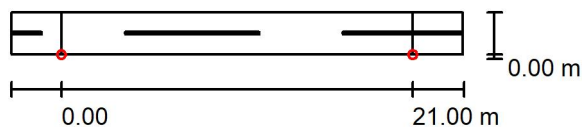
camino zona deportiva mas estrecho / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 2.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BDP660 FG 1 xLED20-4S/830 DM50
Flujo luminoso (Luminaria):	1780 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	2000 lm
Potencia de las luminarias:	16.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	21.000 m
Altura de montaje (1):	3.000 m
Altura del punto de luz:	2.835 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	902 cd/klm
con 80°:	65 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

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

ANEXO 3-Calculos eléctricos



1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

2.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
CUADRO DE MANDOS 1	8.65
Potencia total demandada	8.65

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	C-1	0.385	8	8.65	8.65
	C-1	0.210	8		
	varios	0.162	16		
	C-1	0.070	2		
	C-1	0.042	3		
	varios	0.019	51		
	C-1	0.016	4		
Otros usos	-	-	-	-	-

3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6



3.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
CUADOR DE MANDOS 1	T	8.65	0.95	20.0	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
TENIS GRANDE	M	3.08	0.95	65.2	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 15 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
FUTBOL	M	1.68	0.95	89.5	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 10 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
PADDLE	M	1.30	0.95	57.2	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 7.5 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
PADDLE 2	M	1.30	0.95	69.8	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 7.5 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

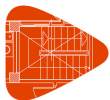


Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
PETANCA	M	0.14	0.95	19.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 1.5 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
PLAZA 1	M	0.48	0.95	77.5	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
PLAZA 2	M	0.49	0.95	153.2	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
ZONA DEP	M	0.13	0.95	51.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
ZONA DEP ESTRECH	M	0.06	0.95	53.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
CUADOR DE MANDOS 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
TENIS GRANDE	Instalación enterrada - Bajo 2 tubos. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
FUTBOL	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
PADDLE	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
PADDLE 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W



Esquemas	Tipo de instalación
PETANCA	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
PLAZA 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
PLAZA 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
ZONA DEP	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
ZONA DEP ESTRECH	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

4.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m
Dos picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior,
- perfil de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado,
- barra de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.



5.- CÁLCULOS

5.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CUADOR DE MANDOS 1	T	8.65	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	51.8	13.1	0.42	0.42
TENIS GRANDE	M	3.08	0.95	65.2	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	71.3	14.0	1.48	1.90
FUTBOL	M	1.68	0.95	89.5	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	7.7	1.11	1.53
PADDLE	M	1.30	0.95	57.2	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	5.9	0.55	0.97
PADDLE 2	M	1.30	0.95	69.8	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	5.9	0.67	1.09
PETANCA	M	0.14	0.95	19.9	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.6	0.02	0.45
PLAZA 1	M	0.48	0.95	77.5	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	2.2	0.27	0.70
PLAZA 2	M	0.49	0.95	153.2	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	2.3	0.56	0.98
ZONA DEP	M	0.13	0.95	51.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.6	0.05	0.47
ZONA DEP ESTRECH	M	0.06	0.95	53.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.3	0.02	0.45

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
CUADOR DE MANDOS 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
TENIS GRANDE	Instalación enterrada - Bajo 2 tubos. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.81
FUTBOL	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
PADDLE	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
PADDLE 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
PETANCA	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
PLAZA 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
PLAZA 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
ZONA DEP	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
ZONA DEP ESTRECH	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72

5.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P_{Calc} = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc} \text{ máx: } T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ mín: } T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

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



Cuadro general de distribución
Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
CUADOR DE MANDOS 1	8.65	T	13.1	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	51.8	25.6	75.2
TENIS GRANDE	3.08	M	14.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	71.3	23.2	103.4
FUTBOL	1.68	M	7.7	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
PADDLE	1.30	M	5.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
PADDLE 2	1.30	M	5.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
PETANCA	0.14	M	0.6	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
PLAZA 1	0.48	M	2.2	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
PLAZA 2	0.49	M	2.3	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
ZONA DEP	0.13	M	0.6	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
ZONA DEP ESTRECH	0.06	M	0.3	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
CUADOR DE MANDOS 1	T	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 1.2	< 0.1 0.51	- 0.02
TENIS GRANDE	M	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.3	0.51 >= 5	0.10 0.10
FUTBOL	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.3	0.51 >= 5	0.10 0.10
PADDLE	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.4	0.51 >= 5	0.10 0.10
PADDLE 2	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.3	0.51 >= 5	0.10 0.10
PETANCA	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.7	0.51 1.65	0.10 0.10
PLAZA 1	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.3	0.51 >= 5	0.10 0.10
PLAZA 2	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10
ZONA DEP	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.4	0.51 4.73	0.10 0.10
ZONA DEP ESTRECH	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.4	0.51 4.98	0.10 0.10



6.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

6.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.



Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.



Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.09 \cdot \left(\frac{25.00}{2} \right) = 13.63 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

La resistencia total de puesta a tierra será:

$$R: 1.51 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

6.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm



6.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	I _{def} (A)	Sensibilidad (A)
TENIS GRANDE	M	14.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
FUTBOL	M	7.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
PADDLE	M	5.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
PADDLE 2	M	5.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
PETANCA	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
PLAZA 1	M	2.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
PLAZA 2	M	2.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
ZONA DEP	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300
ZONA DEP ESTRECH	M	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	51.162	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- I_{def} = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
TENIS GRANDE	M	14.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.001
FUTBOL	M	7.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.002
PADDLE	M	5.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.001
PADDLE 2	M	5.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.002



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
PETANCA	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.000
PLAZA 1	M	2.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.002
PLAZA 2	M	2.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.003
ZONA DEP	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.001
ZONA DEP ESTRECH	M	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.001



1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

2.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	5.33
Potencia total demandada	5.33

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios	0.220	16	5.33	5.33
	C-1	0.060	7		
	varios	0.058	12		
	C-1	0.028	7		
	C-1	0.024	12		
	C-1	0.017	8		
	C-1	0.012	6		
Otros usos	-	-	-	-	-

3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6



3.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
CUADRO DE MANDOS 2	T	5.33	0.95	20.0	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Calle Elvira	M	0.46	0.95	419.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Carrer Ponient	M	0.20	0.95	125.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Carrer LLevat	M	0.23	0.95	409.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Carrer Xaloc	M	0.14	0.95	241.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Carrer Gregal	M	0.29	0.95	165.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Cami Platja B	M	0.42	0.95	354.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Camino a la playa	M	0.07	0.95	127.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Tenis pequeño	M	1.76	0.95	105.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 10 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Tenis pequeño 2	M	1.76	0.95	135.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I) ICP Ie: 10 A; Ue: 230 V; Icm: 6 kA
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
CUADRO DE MANDOS 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Calle Elvira	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Carrer Ponient	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Carrer LLevat	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Carrer Xaloc	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Carrer Gregal	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Cami Platja B	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Camino a la playa	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Tenis pequeño	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Tenis pequeño 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W



4.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m
Cuatro picas en línea	$l = 2 \text{ m}$	50 Ohm·m

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior,
- perfil de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado,
- barra de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

5.- CÁLCULOS

5.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
 - Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max} : La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:



Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CUADRO DE MANDOS 2	T	5.33	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	51.8	8.1	0.26	0.26
Calle Elvira	M	0.46	0.95	419.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	2.1	1.43	1.69
Carrer Ponient	M	0.20	0.95	125.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.9	0.18	0.44
Carrer LLevat	M	0.23	0.95	409.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	1.1	0.7	0.96
Carrer Xaloc	M	0.14	0.95	241.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.6	0.24	0.50
Carrer Gregal	M	0.29	0.95	165.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	1.3	0.35	0.61
Cami Platja B	M	0.42	0.95	354.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	1.9	1.09	1.36
Camino a la playa	M	0.07	0.95	127.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	0.3	0.07	0.33
Tenis pequeño	M	1.76	0.95	105.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	8.0	1.36	1.62
Tenis pequeño 2	M	1.76	0.95	135.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 6	63.4	8.0	1.75	2.01

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
CUADRO DE MANDOS 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Calle Elvira	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Carrer Ponient	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Carrer LLevat	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Carrer Xaloc	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Carrer Gregal	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Cami Platja B	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Camino a la playa	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Tenis pequeño	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72
Tenis pequeño 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 75 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.72

5.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$



Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- Itc = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Icu = Intensidad de corte último del dispositivo.
- Ics = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la Icc en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- Tp = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- Tcable = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

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

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
CUADRO DE MANDOS 2	5.33	T	8.1	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	51.8	25.6	75.2
Calle Elvira	0.46	M	2.1	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	8.7	91.9
Carrer Ponient	0.20	M	0.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
Carrer LLevat	0.23	M	1.1	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	8.7	91.9
Carrer Xaloc	0.14	M	0.6	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
Carrer Gregal	0.29	M	1.3	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
Cami Platja B	0.42	M	1.9	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	8.7	91.9
Camino a la playa	0.07	M	0.3	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9



Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Tenis pequeño	1.76	M	8.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9
Tenis pequeño 2	1.76	M	8.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	63.4	14.5	91.9

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
CUADRO DE MANDOS 2	T	IEC60269 gL/gG In: 16 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 1.2	< 0.1 0.51	- 0.02
Calle Elvira	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.1	0.51 >= 5	0.10 0.10
Carrer Ponient	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10
Carrer LLevat	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.1	0.51 >= 5	0.10 0.10
Carrer Xaloc	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.1	0.51 >= 5	0.10 0.10
Carrer Gregal	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10
Cami Platja B	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.1	0.51 >= 5	0.10 0.10
Camino a la playa	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10
Tenis pequeño	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10
Tenis pequeño 2	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.2 0.2	0.51 >= 5	0.10 0.10

6.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

6.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{Re}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.



Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.



Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.



Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

La resistencia total de puesta a tierra será:

$$R: 0.99 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

6.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

6.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Calle Elvira	M	2.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Carrer Ponient	M	0.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Carrer LLevat	M	1.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Carrer Xaloc	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Carrer Gregal	M	1.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Cami Platja B	M	1.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Camino a la playa	M	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Tenis pequeño	M	8.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300
Tenis pequeño 2	M	8.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	57.835	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Calle Elvira	M	2.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.009
Carrer Ponient	M	0.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.003
Carrer LLevat	M	1.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.009
Carrer Xaloc	M	0.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.005
Carrer Gregal	M	1.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.004
Cami Platja B	M	1.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.008
Camino a la playa	M	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.003
Tenis pequeño	M	8.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.002
Tenis pequeño 2	M	8.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.003