



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA
TENSIÓN PARA UN PABELLÓN DEPORTIVO EN
MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

AUTOR/A: López Martínez, Manuel

Tutor/a: Roldán Porta, Carlos

Cotutor/a: Roldán Blay, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Carlos Roldán, por su guía y apoyo a lo largo de este proceso. Sus consejos y enseñanzas han sido imprescindibles para el desarrollo de este proyecto.

A mi pareja, Alba, por ser mi compañera de vida. Gracias por tu amor, comprensión y por estar siempre a mi lado, acompañándome en cada paso y celebrando cada logro.

A mi madre, María Dolores, y a mi padre, Cristóbal, por estar siempre a mi lado, por confiar en mí incondicionalmente, y por darme el apoyo y la fuerza necesaria para seguir adelante en todo momento. Hoy soy quien soy gracias a vosotros.

RESUMEN

El objeto del proyecto es el diseño de todos los elementos que conforman la instalación eléctrica de baja tensión de un pabellón polideportivo, desde el comienzo de la acometida en el centro de transformación, hasta el diseño de todos los receptores eléctricos presentes en la instalación.

Asimismo, se contempla tanto el dimensionado de una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, con el objetivo de promover la movilidad sostenible dentro del entorno urbano, como un sistema de apoyo fotovoltaico para complementar el suministro eléctrico, contribuyendo así a la reducción de la huella ambiental del edificio.

Palabras clave: Diseño; Instalación eléctrica; Baja Tensión; Pabellón Deportivo; Sistema Fotovoltaico; vehículo Eléctrico; Huella Ambiental.

RESUME

L'objecte del projecte és el disseny de tots els elements que conformen la instal·lació elèctrica de baixa tensió d'un pavelló poliesportiu, des del començament de l'escomesa en el centre de transformació, fins al disseny de tots els receptors elèctrics presents en la instal·lació.

Així mateix, es contempla tant el dimensionament d'una infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics, amb l'objectiu de promoure la mobilitat sostenible dins de l'entorn urbà, com un sistema de suport fotovoltaic per complementar el subministrament elèctric, contribuint així a la reducció de la petjada ambiental de l'edifici.

Paraules clau: Disseny; Instal·lació elèctrica; Baixa Tensió; Pavelló Esportiu; Sistema Fotovoltaic; Vehicle Elèctric; Petjada Ambiental.

ABSTRACT

The purpose of the project is to design all the elements that make up the low-voltage electrical installation of a sports pavilion, from the beginning of the connection at the transformation center to the design of all the electrical receivers present in the installation.

Additionally, the project includes the sizing of an electric vehicle charging infrastructure, with the aim of promoting sustainable mobility within the urban environment, as well as a photovoltaic support system to complement the electrical supply, thus contributing to the reduction of the building's environmental footprint.

Keywords: Design; Electrical Installation; Low Voltage; Sports Pavilion; Photovoltaic System; Electric Vehicle; Environmental Footprint.

ÍNDICE

Documento Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1. ASPECTOS GENERALES	2
1.1. MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES	2
1.2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	2
1.3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	3
1.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	4
1.5. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	6
2.1. PREVISIÓN DE CARGAS	6
2.2. POTENCIA TOTAL PREVISTA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS	16
2.3. LÍNEAS DE CANALIZACIÓN	18
2.4. CRITERIOS DE CÁLCULO	24
2.5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS	29
3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	41
3.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	41
3.2. TIPOS DE PLANTA FOTOVOLTAICAS.....	44
3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	45
3.4. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	53
3.5. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ANUAL	53
3.6. PREVISIÓN DE CONSUMOS	55
3.7. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	57
3.8. SELECCIÓN DEL MODELO DE AUTOCONSUMO SEGÚN RD 244/2019	65
4. CONCLUSIONES.....	68
5. BIBLIOGRAFÍA.....	69
Documento Nº2 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	70
1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	71
1.1. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES	71
1.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREENTENSIDADES	72

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

1.3.	RESULTADOS DE CÁLCULO.....	75
2.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	86
2.1.	CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	86
2.2.	DIMENSIONADO DEL CABLEADO Y DE LAS PROTECCIONES	89
2.3.	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	94
	Documento Nº3 – PRESUPUESTO GENERAL.....	98
	Documento Nº4 – PLANOS.....	111
	ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Documento Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA

Figura 1.1 Emplazamiento previsto	4
Figura 1.2 Estructura pabellón deportivo	4
Figura 2.1 Simulación DIALUX	7
Figura 2.2 Sistema de ventilación y climatización previsto	12
Figura 2.3 Grupo electrógeno seleccionado	13
Figura 2.4 Tipos de punto de recarga vehículo eléctrico	15
Figura 2.5 Esquema Instalación punto de recarga eléctrico.....	15
Figura 2.6 Clasificación rendimiento reacción al fuego para aislantes.....	19
Figura 2.7 Método de instalación D2.....	20
Figura 2.8 Método de instalación E o F.....	20
Figura 2.9 Método de instalación B2	20
Figura 2.10 Método de instalación A2	20
Figura 2.11 Esquema de conexión	29
Figura 2.12 Instalación de puesta a tierra	30
Figura 2.13 protección frente a sobrecargas	33
Figura 2.14 Protección frente a cortocircuitos	34
Figura 3.1 Regiones de los paneles fotovoltaicos	41
Figura 3.2 Curva característica de funcionamiento de un panel	42
Figura 3.3 Componentes inversor fotovoltaico	43
Figura 3.4 Plantas fotovoltaicos "On-Grid"	44
Figura 3.5 Plantas fotovoltaicas "Off-Grid"	44
Figura 3.6 Disposición placas fotovoltaicas en cubierta	45
Figura 3.7 Estructura ligera de perfiles de aluminio	48
Figura 3.8 Esquema instalación prevista.....	49
Figura 3.9 Irradiación mensual sobre plano prevista	54
Figura 3.10 Consumo mensual previsto pabellón vs generación fotovoltaica prevista	57
Figura 3.11 Escenario de consumo previsto	58

Figura 3.12 VAN (sin excedentes) vs VAN (con excedentes)	63
Figura 3.13 Modelos de autoconsumo establecidos en el RD244/2019	65
Figura 3.14 Sistema anti-vertido a red.....	67

Documento Nº2 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Figura 2.1 Parámetros para dimensionar la distancia mínima entre módulos	88
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Documento Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA

Tabla 1.1 Descripción del edificio	5
Tabla 2.1 Factores de mantenimiento	6
Tabla 2.2 Niveles de iluminación adecuados por UNE-EN 12464-1	7
Tabla 2.3 Circuitos conectados al grupo electrógeno.....	13
Tabla 2.4 Previsión de potencia	16
Tabla 2.5 Factores de agrupamiento	16
Tabla 2.6 Distribución de cuadros y fases.....	17
Tabla 2.7 Resumen de las canalizaciones empleadas.....	21
Tabla 2.8 Resultados dimensionado del cableado	27
Tabla 2.9 Conductores de protección.....	31
Tabla 2.10 Resumen de las protecciones eléctricas empleadas.....	38
Tabla 3.1 Análisis de los factores meteorológicos en la región de Murcia	46
Tabla 3.2 resumen características técnicas del inversor	47
Tabla 3.3 Resultados obtenidos tras el dimensionado de los conductores	50
Tabla 3.4 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores a conducir	51
Tabla 3.5 Resumen canalizaciones empleadas en la instalación fotovoltaica	51
Tabla 3.6 Resumen protecciones empleadas en la instalación fotovoltaica.....	52
Tabla 3.7 Previsión mensual de la energía generada por la instalación fotovoltaica	55
Tabla 3.8 Previsión de uso diario de los receptores	56
Tabla 3.9 Consumo diario previsto	56
Tabla 3.10 perfil de producción solar prevista	60
Tabla 3.11 Coste de la factura eléctrica en tres escenarios	61
Tabla 3.12 Ahorro acumulado tras 25 años de funcionamiento de la instalación fotovoltaica...	62
Tabla 3.13 Resumen VAN anual previsto.....	64

Documento Nº2 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Tabla 1.1 Resultado de cálculo – Derivación individual.....	75
Tabla 1.2 Resultados de cálculo - Cuadro y circuitos interiores	75
Tabla 1.3 Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones	78
Tabla 1.4 Dimensionado de las protecciones de los circuitos	82
Tabla 2.1 Resumen datos relevantes paneles solares e inversor	87
Tabla 2.2 Intensidades admisibles (A) al aire 40°C.....	90
Tabla 2.3 Resultados del dimensionado térmico.....	90
Tabla 2.4 Resultados tras el dimensionado por caída de tensión	91
Tabla 2.5 resumen de las protecciones empleadas en la instalación fotovoltaica	93
Tabla 2.6 Previsión de consumo diario	94
Tabla 2.7 Escenario de consumo previsto	94
Tabla 2.8 Escenario 0 - Coste factura eléctrica sin fotovoltaica	95
Tabla 2.9 Escenario 1 - Coste factura eléctrica con FV sin venta de excedentes	96
Tabla 2.10 Escenario 2 - Coste factura eléctrica con FV con venta de excedentes.....	97

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Documento Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA

En el presente documento, titulado "Documento Nº1 - Memoria Descriptiva", tiene como objetivo proporcionar una visión general y detallada del proyecto de instalación eléctrica para el pabellón deportivo. En él se describen las características técnicas, funcionales y constructivas de la instalación, así como los criterios adoptados en su diseño y ejecución.

A lo largo del documento, se trata de justificar cada decisión técnica, asegurando que todas las elecciones cumplen con los estándares de calidad, seguridad y eficiencia exigidos para un entorno deportivo.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES

El presente proyecto con título “Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión para un pabellón polideportivo en Murcia con apoyo fotovoltaico” se encuadra dentro del trabajo académico final de máster en el que el alumno debe demostrar los conocimientos, capacidades y aptitudes previstas dentro del plan de estudios de la titulación del Máster en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

La principal motivación para desarrollar este trabajo fue establecer bases sólidas para la protección de personas y equipos en cualquier tipo de instalación eléctrica. Este proyecto incluye el dimensionamiento completo de la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los receptores, garantizando tanto la seguridad de las personas como la integridad de los equipos.

Además, en el contexto actual de incertidumbre energética y cambio climático, existe una clara necesidad de integrar tecnologías que reduzcan la huella de carbono, como las placas fotovoltaicas y los cargadores eléctricos en todos los edificios de nueva construcción. Es por ello, que este proyecto, que incorpora ambos sistemas, no solo busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad energética del pabellón polideportivo, sino que también fomenta el desarrollo de una infraestructura urbana más ecológica y responsable con el medio ambiente.

1.2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el diseño de todos los elementos que conforman la instalación eléctrica de baja tensión de un pabellón polideportivo, desde el comienzo de la acometida en el centro de transformación, hasta el diseño de todos los receptores eléctricos presentes en la instalación.

Asimismo, se contempla tanto el dimensionado de una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, con el objetivo de promover la movilidad sostenible dentro del entorno urbano, como un sistema de apoyo fotovoltaico para complementar el suministro eléctrico, contribuyendo así a la reducción de la huella ambiental del edificio.

Los puntos desarrollados en este trabajo son:

1. Instalación de enlace
2. Instalaciones interiores
3. Protecciones eléctricas
4. Instalación de recarga de vehículo eléctrico
5. Instalación fotovoltaica

1.3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Durante las últimas décadas, la globalización y el desarrollo económico han generado diversas repercusiones negativas tanto para el medioambiente como para la sociedad. El concepto de Desarrollo Sostenible surge como respuesta a estos desafíos, proponiendo soluciones que buscan revertir esta situación.

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó un conjunto de objetivos destinados a eliminar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, con un plan de acción a 15 años (Naciones Unidas, 2015). Así nació la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

- | | |
|---|--|
| 1. Fin de la pobreza. | 10. Reducción de las desigualdades. |
| 2. Hambre cero. | 11. Ciudades y comunidades sostenibles. |
| 3. Salud y bienestar. | 12. Producción y consumo responsables. |
| 4. Educación de calidad. | 13. Acción por el clima. |
| 5. Igualdad de género. | 14. Vida submarina. |
| 6. Agua limpia y saneamiento. | 15. Vida de ecosistemas terrestres. |
| 7. Energía asequible y no contaminante. | 16. Paz, justicia e instituciones sólidas. |
| 8. Trabajo decente y crecimiento económico. | 17. Alianzas para lograr los objetivos. |
| 9. Industria, innovación e infraestructura. | |

El proyecto no solo se centra en diseñar la instalación eléctrica de baja tensión de un pabellón polideportivo, desde la acometida en el centro de transformación hasta los receptores eléctricos, sino que también incorpora la infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos, promoviendo la movilidad sostenible en el entorno urbano. Además, de implementar un sistema de apoyo fotovoltaico para complementar el suministro eléctrico, reduciendo así la huella ambiental del edificio.

Con todo ello, podemos concluir que el presente proyecto cubre los objetivos:



ODS 7: Energía asequible y no contaminante

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que no contamina ni emite gases de efecto invernadero.



ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Las ciudades deben adaptarse a nuevas tecnologías relacionadas con energías renovables, como la autogeneración de energía a través de paneles solares, para ser más sostenibles.



ODS 13: Acción por el clima

Al no emitir gases de efecto invernadero, las energías renovables como la solar contribuyen significativamente a combatir el cambio climático.

1.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La parcela destinada a la construcción del edificio objeto de este proyecto se encuentra en la Región de Murcia, concretamente en la ciudad de Murcia, en el Barrio de Santiago el Mayor. El terreno tiene una superficie aproximada de 3.800 metros cuadrados y está orientado en dirección este-oeste, presentando una pendiente del 5%.

Los límites de la parcela son los siguientes: al norte, colinda con la calle Morera; al oeste, con la calle de la Condesa; al este, con el campo de fútbol municipal; y al sur, con la calle Cánovas. Como se puede observar en la Figura 1.1, la zona circundante está caracterizada principalmente por edificaciones residenciales.



FIGURA 1.1 EMPLAZAMIENTO PREVISTO

1.5. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El centro sobre el que se desarrolla el presente proyecto, de nueva construcción, está destinado a ser un polideportivo de usos múltiples con una superficie útil de 2600 metros cuadrados, sobre los que se albergarán todo tipo de actividades y competiciones deportivas.

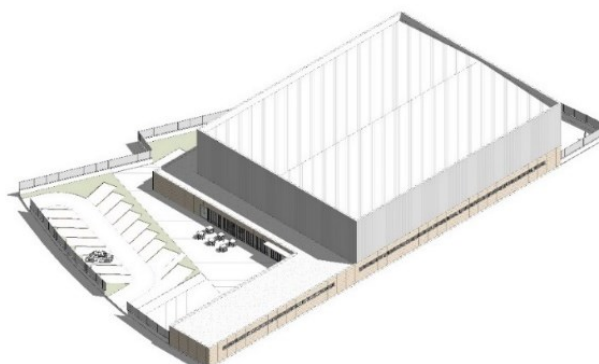


FIGURA 1.2 ESTRUCTURA PABELLÓN DEPORTIVO

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

El polideportivo contará con varias áreas funcionales, entre ellas pistas deportivas, que podrán adaptarse para deportes como baloncesto, fútbol sala, voleibol y bádminton, vestuarios y aseos, diseñados para ofrecer comodidad y accesibilidad, cumpliendo, oficinas administrativas y salas de reuniones, destinadas a la gestión del centro y la organización de eventos y actividades, y una cafetería y área de descanso.

TABLA 1.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Recinto o planta	Tipo de uso	Zona, tipo de actividad	Sup. útil (m ²)	M2/per	N.º de personas	
Planta Baja						
1	Vestíbulo	General	Ocupación nula	64	2	32
2	Vestuario 1	Pública concurrencia	Vestuarios	34,63	3	12
3	Vestuario 2	Pública concurrencia	Vestuarios	34,54	3	12
4	Vestuario 3	Pública concurrencia	Vestuarios	34,67	3	12
5	Vestuario 4	Pública concurrencia	Vestuarios	34,99	3	12
6	Despacho árbitro	Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	4,59	10	1
7	Aseo árbitro	General	Aseos de planta	5,04	3	2
8	Despacho árbitro	Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	4,95	10	1
9	Aseo árbitro	General	Aseos de planta	5,08	3	2
10	Instalaciones	General	Ocupación nula	4,99	-	0
11	Circulación	General	Ocupación nula	47,39	-	0
12	Cafetería	Pública concurrencia	Zona público de pie, en bares, cafeterías, etc.	51,79	1	52
13	Almacén	General	Ocupación nula	15,1	-	0
14	Pista deportiva	Pública concurrencia	Zona gimnasio con aparatos	1341,26	5	60
15	Lavabo accesible	General	Aseos de planta	5,11	3	2
16	Aseos públicos	General	Aseos de planta	8,09	3	3
17	Aseos públicos	General	Aseos de planta	8,09	3	3
18	Cuarto de limpieza	General	Ocupación nula	4,83	-	0
19	Almacén	General	Ocupación nula	4,91	-	0
20	Almacén	General	Ocupación nula	4,51	-	0
21	Almacén	General	Ocupación nula	4,56	-	0
22	Enfermería	Hospitalario	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	5,75	10	1
23	Aseos públicos	General	Aseos de planta	8,09	3	3
24	Aseos públicos	General	Aseos de planta	8,09	3	3
25	Administración	Administrativo	Vestíbulos generales y zonas de uso público	22,82	2	12
26	Instalaciones	General	Ocupación nula	21,07	-	0
27	Instalaciones	General	Ocupación nula	13,47	-	0
28	Instalaciones	General	Ocupación nula	12,66	-	0
29	Circulación	General	Ocupación nula	85,12	-	0
Altillo						
30	Graderío	Pública concurrencia	Zona espectadores sentados con asientos definidos	163,25	1 p/asiento	192
TOTAL			2603,43 m2		417 personas	

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

2.1. PREVISIÓN DE CARGAS

2.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL PABELLÓN

Las instalaciones de iluminación deben garantizar un entorno visual cómodo y adecuado para una amplia variedad de actividades deportivas y administrativas. Para ello, el **Código técnico de la Edificación (CTE) DB HE3** y la **norma UNE12464-1**, establecen los requerimientos específicos para cada local en función del uso previsto que vayan a tener.

La instalación de las luminarias seguirá un esquema detallado conforme a los resultados de las simulaciones. Los resultados completos se encuentran adjuntado en el **“Anexo – Estudio Lumínico”** al final de este documento.

- Alumbrado interior:

La metodología que se ha empleado para el diseño del alumbrado interior se ha basado en:

1. Cálculo del *índice del local*: Utilizando AutoCAD, se determinaron las dimensiones de todos los locales, incluyendo largo, ancho, altura total y altura del plano de trabajo. La altura del plano de trabajo se estableció en 0,75 metros para zonas donde se trabaja sentado y 0,85 metros para zonas de trabajo de pie.
2. Para compensar la pérdida de flujo luminoso debido a la acumulación de suciedad, se introdujo un *factor de mantenimiento global*. Este factor asegura que incluso en las peores condiciones de suciedad, la iluminancia se mantenga dentro de los niveles normativos. En este proyecto, se asumió un factor de mantenimiento de 0.8, considerando la limpieza semanal y el uso no industrial del pabellón.

TABLA 2.1 FACTORES DE MANTENIMIENTO

Clasificación de la sala	Factor de mantenimiento según el grado de suciedad	Factor de mantenimiento total
Limpio	0,9	0,8
Normal	0,8	0,7
Sucio	0,7	0,6

3. *Coefficientes de reflexión*: Se asumieron valores estándar de reflectancia de 0,5 para paredes, 0,7 para el techo y 0,2 para el plano de trabajo, debido a que no se conocían con exactitud los materiales empleados en todas las superficies.
4. Para determinar los *niveles de iluminación adecuados*, se estableció el uso de cada local según la norma UNE-EN 12464-1. Esta norma define los parámetros de iluminación necesarios para cada tipo de espacio.

TABLA 2.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN ADECUADOS POR UNE-EN 12464-1

LOCAL	E_m (LUX)	UGR_L	U_0	R_a
Halls de entrada	200 lux	22	0,4	80
Áreas de circulación, pasillos	150 lux	22	0,4	80
Áreas de trabajo	500 lux	19	0,6	80
Aseos públicos	200 lux	19	0,6	80
Mostrador de recepción	300 lux	22	0,6	80
Salas de deporte, gimnasios	300 lux	22	0,6	80
Cocina	500 lux	22	0,6	80
Comedor	500 lux	22	0,4	80

Estos parámetros son:

- *Iluminancia media (E_m):* Se entiende como el flujo medio lumínico que incide sobre una superficie de referencia. Nunca debe ser inferior a la que marca la norma.
 - *Valor límite del Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR_L):* Al ser inferior del valor límite nos aseguramos de que los usuarios no sufran de molestias visuales debidas a los contrastes lumínicos.
 - *Coefficiente de uniformidad (U_0):* Es el cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia media de un local.
 - *Rendimiento en color (R_a):* Es un parámetro fundamental desde el punto de vista de la reproducción de colores.
5. Las luminarias se seleccionaron a partir de las hojas de características proporcionadas por los fabricantes, teniendo en cuenta todos los parámetros mencionados anteriormente. Posteriormente, se realizó un modelado y **simulación completa** del pabellón deportivo con el programa **DIALUX**. Con ello se pudo determinar la distribución y el número de luminarias óptimas para cumplir con todos los requerimientos de la **norma UNE 12464-1**.

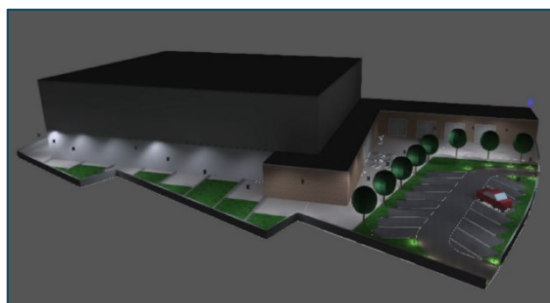
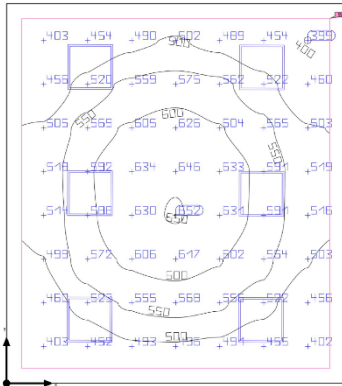


FIGURA 2.1 SIMULACIÓN DIALUX

A continuación, se presentan algunos ejemplos de los resultados obtenidos. El estudio lumínico completo se encuentra adjunto en el apartado de “ANEXOS” para su consulta.

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

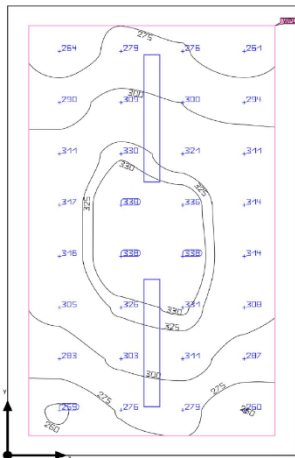
Planta Baja - Administración



Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	533 lx	≥ 500 lx	✓	WP15
	U_0 (g ₁)	0.75	≥ 0.60	✓	WP15
	Potencia específica de conexión	9.13 W/m ²	-		
		1.71 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	16	≤ 19	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	431 kWh/a	máx. 800 kWh/a	✓	

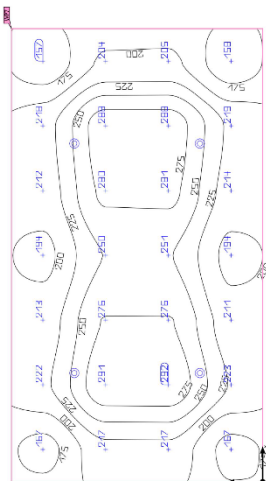
Planta Baja - Cuarto de instalaciones



Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	303 lx	≥ 200 lx	✓	WP1
	U_0 (g ₁)	0.85	≥ 0.40	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	6.57 W/m ²	-		
		2.17 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	19	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	336 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓	

Primera Planta - Aseo Público



Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	228 lx	≥ 200 lx	✓	WP7
	U_0 (g ₁)	0.69	≥ 0.40	✓	WP7
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	17	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	29.7 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	

6. La eficiencia energética también fue un aspecto clave en el diseño. Se verificó que la instalación de iluminación cumpliera con los requisitos del DB HE 3.2 del CTE, que exige instalaciones adecuadas a las necesidades de los usuarios y eficientes energéticamente. Se determinó el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para diferentes tipos de locales, asegurando que la iluminación propuesta no superara los límites establecidos por la normativa vigente.

Además, se implementaron sistemas de control y regulación del alumbrado. La instalación debe tener sistemas manuales de encendido y apagado, y en zonas de uso esporádico, como aseos y vestuarios, se optó por el uso de detectores de movimiento para mayor eficiencia y comodidad.

A continuación se muestra un listado de las luminarias interiores instaladas:



Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado

- Índice en el plano: 3
- Potencia: 9 Watios
- Flujo luminoso: 800 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 69 unidades



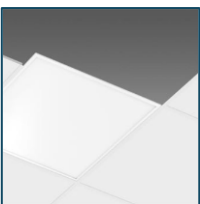
927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris

- Índice en el plano: 4
- Potencia: 32 Watios
- Flujo luminoso: 5737 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 13 unidades.



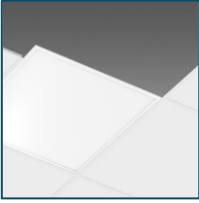
883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 CLD Blanco

- Índice en el plano: 5
- Potencia: 14W
- Flujo luminoso: 1830 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 55 unidades



831 RODI - 4000K CRI 80 CLD Blanco

- Índice en el plano: 6
- Potencia: 39W
- Flujo luminoso: 4464 lm
- Cantidad de luminarias: 8 unidades



834 Rodi HE - 4000K CRI 80 CLD Blanco

- Índice en el plano: 7
- Potencia: 29W
- Flujo luminoso: 3173 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 6 unidades



927 Echo - Monolámpara LED IP65 - 4000K CRI 80

- Índice en el plano: 8
- Potencia: 19 Watios
- Flujo luminoso: 2870 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 4 unidades



2885 Saturno – High Efficiency 4000K CRI80

- Índice en el plano: 10
- Potencia: 100 Watios
- Flujo luminoso: 16317 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 36 unidades

- ALUMBRADO EXTERIOR

Para el diseño del alumbrado exterior, se ha tomado como referencia las directrices establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria **ITC-BT-09** del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Aunque el REBT no establece valores límite de iluminancia específicos para este tipo de instalaciones, la ITC-BT-09 proporciona una guía detallada para asegurar una iluminación adecuada y segura en espacios exteriores.

Para estas luminarias LED, se han seleccionado dispositivos con un alto grado de protección IP (Ingress Protection), asegurando así su resistencia a condiciones ambientales como lluvia y polvo. El sistema de control del alumbrado exterior incluirá temporizadores y sensores de luz, que permitirán el encendido y apagado automático de las luces en función de la luz natural disponible.



1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

- Índice en el plano: 1
- Potencia: 13 Watios
- Flujo luminoso: 756 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 11 unidades



1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - 4000K CRI 80 25W CLD

- Índice en el plano: 2
- Potencia: 25 Watios
- Flujo luminoso: 3391 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 22 unidades

- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El diseño del sistema de iluminación de emergencia para el pabellón polideportivo se ha realizado siguiendo todas las indicaciones establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria **ITC-BT-28** (Instalaciones de Pública Concurrencia), específicamente en su apartado 3, donde nos detalladas los requisitos mínimos para garantizar condiciones de seguridad lumínica en situaciones de emergencia, como cortes de suministro eléctrico. Define distintos tipos de alumbrado, cada uno con un propósito específico.

- *Alumbrado de evacuación:* Este tipo de alumbrado tiene como objetivo asegurar una iluminación adecuada de las rutas de evacuación hacia las salidas más cercanas. Este tipo de iluminación debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 1 lux a nivel de suelo y funcionar de manera autónoma durante al menos una hora en caso de fallo eléctrico.
- *Alumbrado antipánico:* Su principal objetivo es de evitar el pánico entre los usuarios en situación de corte de suministro, permitiéndoles acceder a las rutas de evacuación de manera segura y distinguiendo objetos que puedan encontrar en su entorno. Debe proporcionar una iluminación mínima de 0,5 lux desde el suelo hasta una altura de 1 metro y funcionar de manera autónoma durante al menos una hora en caso de emergencia.

La normativa también especifica los locales que deben contar obligatoriamente con este tipo de iluminación de emergencia, que para nuestro caso:

- a) Espacios previstos con una ocupación superior a 100 personas.
- b) Locales con equipos de protección
- c) Recorridos generales de evacuación, incluyendo escaleras.
- d) Salidas de emergencia
- e) Cuadros de distribución

En el diseño del alumbrado de emergencia, se ha considerado también el tipo de conexión a realizar entre luminarias. La **ITC-BT-28** nos establece que las instalaciones de alumbrado en locales donde se reúna público deben contar con suficientes líneas secundarias para garantizar que, en caso de fallo en una de ellas, no se vea afectada más de la tercera parte del total.

Para cumplir con esta normativa, se ha tratado de dimensionar en todos los locales del pabellón polideportivo tres líneas independientes de alumbrado. De esta manera, en caso de fallo de una de ellas, no más de una tercera parte del local se verá afectada.

La luminaria de emergencia que se ha previsto ha sido:



LEGRAND – Luminaria de emergencia B65LED

- Índice en el plano: 9
- Potencia: 1,3 Watios
- Flujo luminoso: 100 lúmenes
- Cantidad de luminarias: 31 unidades

2.1.2. EQUIPOS DE FUERZA DE LA INSTALACIÓN

- Tomas de corriente:

Para usos generales y equipos informáticos , se han empleado principalmente tomas de 16 amperios, ubicadas estratégicamente para garantizar un acceso cómodo y seguro.

En los locales como la cocina, además de las tomas de 16 amperios, se ha instalado tomas trifásicas para el horno y 2 tomas de 25 A para electrodomésticos de alto consumo como el lavavajillas o el termo.

- Sistema de ventilación y climatización:

El sistema proyectado permite independizar por completo el sistema de ventilación del sistema de climatización por expansión directa, controlando de manera independiente la temperatura en cada una de las estancias, y evitando que se climaticen estancias sin ocupación, con el consiguiente ahorro de energía.

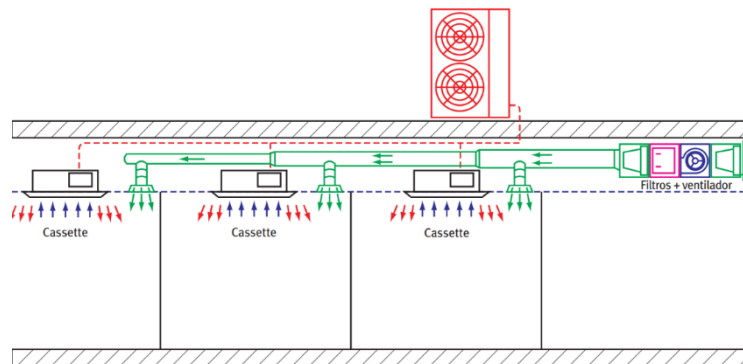


FIGURA 2.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN PREVISTO

Sistema de climatización:

Se ha instalado un sistema de aerotermia con bomba de calor en la cubierta de la primera planta. Esta bomba de calor suministra fluido refrigerante a los cassettes interiores, los cuales se encargan de climatizar las diferentes locales del edificio. Se ha previsto una potencia de la bomba de calor de 22500 vatios.

Sistema de ventilación:

También en la cubierta del primer piso se han instalado dos recuperadores de calor. Estos dispositivos permiten renovar el aire interior mediante la extracción del aire viciado y la introducción de aire fresco del exterior. A su vez, transfieren el calor de ese aire extraído, reduciendo así la carga térmica del sistema de climatización, y por lo consiguiente mejorando la eficiencia energética del sistema.

Además, para asegurar una correcta ventilación de los aseos públicos, se han instalado ventiladores en línea que se encargan de la extracción de aire viciado de estas áreas.

La potencia de los recuperadores de calor que se prevé es de 5190 vatios y la de los ventiladores en línea de 230 vatios por dispositivo.

- Grupo electrógeno:

Un grupo electrógeno es un generador eléctrico impulsado por un combustible (diésel, gasolina ,etc.) que se utiliza principalmente como fuente de energía de respaldo en caso de fallos en el suministro eléctrico principal.

La ITC-BT-28 establece las normativas y requisitos específicos para la instalación de sistemas de alimentación de seguridad en locales de pública concurrencia, como es el caso del pabellón deportivo. Para el presente proyecto se ha previsto de un grupo electrógeno de 20 kVA capaz de considerado como un suministro de reserva, capaz de suministrar el 25% de la potencia contratada en la instalación según se establece para pabellones deportivos.



FIGURA 2.3 GRUPO ELECTRÓGENO

A continuación se muestran los circuitos que se han considerado relevantes en caso de emergencia , y sobre los que se debe garantizar un suministro eléctrico ininterrumpido:

TABLA 2.3 CIRCUITOS CONECTADOS AL GRUPO ELECTRÓGENO

Circuito	Uso	Potencia prevista (kW)
C0.1	Alumbrado de emergencia	0.6
SC1.3	Tomas, iluminación y extractores del recinto principal de actividades.	7.13
SC1.5	Alumbrado exterior del recinto.	0.63
SC1.7	Bomba de Presión Contra Incendios (PCI)	4.9
SC1.9	Recuperadores de calor	5.19

- **Grupo de presión contra incendios:**

En el proyecto de baja tensión se ha previsto la inclusión de un grupo de bombeo capaz de suministrar agua con la presión y el caudal necesario para garantizar el correcto funcionamiento de las bocas de incendio equipadas (BIEs) previstas en el proyecto de ejecución inicial.

La potencia prevista del grupo es de 4900 vatios. Este grupo contará con su propio cuadro de protección y mando, el cual estará ubicado en un área accesible y protegida, cumpliendo con la normativa de seguridad contra incendios. Además, estará conectado al grupo electrógeno, como se mencionó en el apartado anterior, asegurando así un suministro ininterrumpido en caso de fallo eléctrico.

- **Punto de recarga de vehículos eléctricos**

A medida que los vehículos eléctricos se vuelven más populares, la recarga de estos ha pasado de ser una rareza a una práctica cada vez más demandada. Este tipo de receptores cuenta con un apartado específico en el REBT, específicamente en la **ITC-BT-52** donde se regula los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir las instalaciones destinadas a la recarga de los vehículos eléctricos.

La norma clasifica los modos de recarga en 4 tipos:

- **Modo 1:** Con una potencia máxima de 3.7 kW, es el modo de carga más antiguo y básico. Debido a su falta de comunicación entre la toma de corriente y el vehículo, lo que produce riesgo de sobrecalentamientos, ha caído en desuso y está siendo prohibido en algunos países.
- **Modo 2:** Similar al Modo 1, pero incluye intercomunicación que permite gestionar y cortar la recarga en caso de fluctuaciones en la red. También tiene una potencia máxima de 3.7 kW en corriente alterna.
- **Modo 3:** Es el modo más popular y seguro, ampliamente utilizado en instalaciones públicas y residenciales. Incluye una mayor intercomunicación y puede alcanzar hasta potencias de 43kW en corriente alterna.
- **Modo 4:** Utilizado principalmente en electrolineras, ofrece unas potencias de recarga en corriente continua de entre 50 kW a 350 kW.

Además de los modos de recarga, existen distintos tipos de conectores, destacando principalmente en Europa:

- **Tipo 2 (Mennekes):** Es el más utilizado en Europa, especialmente para el Modo 3 de recarga.
- **CSS (Combo 2):** Es una versión mejorada del Tipo 2, con una capacidad de cargas rápidas en corriente continua, soportando hasta 350 kW.

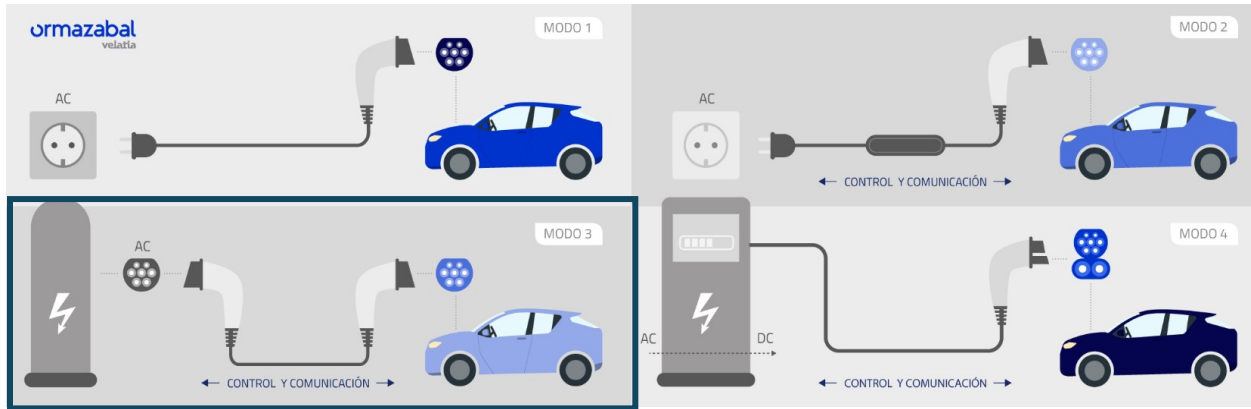


FIGURA 2.4 TIPOS DE PUNTO DE RECARGA VEHÍCULO ELÉCTRICO

Para la instalación de recarga de vehículos eléctricos, se ha decidido optar por dos cargadores con la tipología de carga **Modo 3**. Estos cargadores tendrán una **potencia de 22 kW** cada uno, utilizando corriente alterna. Además, estarán equipados con conectores **Tipo 2 (Mennekes)**.

Esquema de instalación

Tomando como referencia los esquemas de conexión que plantea la ITC-BT-52, se ha seleccionado el "Esquema 1c: Instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga". Este esquema es uno de los más completos, diseñados para instalaciones que requieren un control individualizado del consumo.

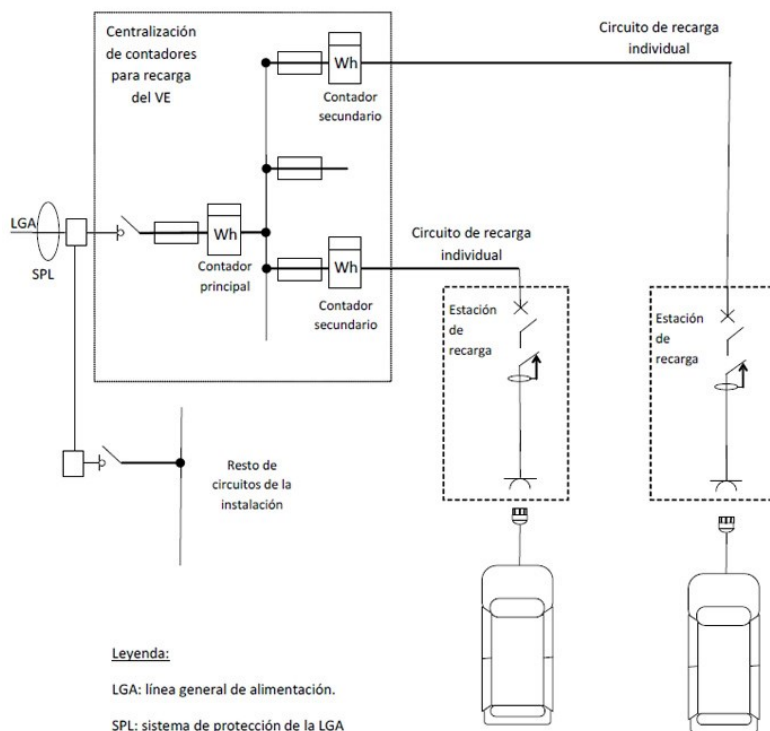


FIGURA 2.5 ESQUEMA INSTALACIÓN PUNTO DE RECARGA ELÉCTRICO

2.2. POTENCIA TOTAL PREVISTA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS

- Potencia total prevista:

Una vez dimensionado los receptores de la instalación, se ha podido determinar la potencia total prevista que deberá soportar la instalación de enlace.

TABLA 2.4 PREVISIÓN DE POTENCIA

Potencia total prevista	
Concepto	P. Total (kW)
Caja general de protección (CGP)	75.118

Para ello se ha tenido que determinar la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución, a partir de la acumulación de potencia prevista de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo. Esto se hace aplicado una serie de coeficientes a cada circuito según la naturaleza de las cargas que lo componen (iluminación, fuerza y motores) y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía según el número de circuitos.

- Factor de simultaneidad:

Para los circuitos que alimentan receptores de alumbrado y motores, se utiliza un coeficiente de simultaneidad de 1. Sin embargo, para los circuitos que alimentan a tomas de uso general, dado que normalmente no se utilizan todas las tomas de corriente, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada se realizan aplicando la fórmula:

$$P_{ACUMULADA} = \left(0.1 + \frac{0.9}{N}\right) * N * P_{TC}$$

Donde:

- $P_{ACUMULADA}$: Potencia total acumulada en el circuito correspondiente.
- N : Número de tomas de corriente en el circuito.
- P_{TC} : Potencia toma de corriente.

- Factores de agrupamiento:

Se aplica en función del número de circuitos conectados a un cuadro, tal que:

TABLA 2.5 FACTORES DE AGRUPAMIENTO

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

- **Distribución de los subcuadros y fases:**

Por un lado, el cuadro general debe ser capaz de soportar la corriente proveniente del suministro y cumplir con la función crucial de proteger a toda la instalación en caso de un fallo eléctrico.

Sin embargo, dada la envergadura del proyecto, se ha requerido del diseño de múltiples cuadros secundarios ubicados estratégicamente en el pabellón para garantizar la continuidad del servicio y la protección adecuada de la instalación eléctrica. Cada uno de estos subcuadros se encargará de alimentar una sección específica de la instalación, asegurando una gestión óptima y equilibrada de las cargas eléctricas.

En el Documento N°4 se adjuntan los planos descriptivos de la instalación, donde se muestra la ubicación exacta de los cuadros, así como el recorrido por las canalizaciones.

TABLA 2.6 DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y FASES

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	25039.4	25039.4	25039.4
1 ⁰	Cuadro individual 1	75118.2	25039.4	25039.4	25039.4

Cuadro individual 1					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
SC0.1	Alumbrado de emergencia	-	-	108.0	-
Subcuadro Cuadro individual 1.1		-	13772.2	-	-
SC1.1.1	Iluminación	-	3740.0	-	-
SC1.1.3	Iluminación	-	416.0	-	-
SC1.1.5	Iluminación	-	748.0	-	-
SC1.1.2	Tomas de corriente	-	2700.0	-	-
SC1.1.6	Interacumulador Aeroterminia	-	5250.0	-	-
SC1.1.7	Ventilación	-	1903.5	-	-
Subcuadro Cuadro individual 1.2		-	-	4746.5	-
SC1.2.1	Iluminación	-	-	1646.0	-
SC1.2.3	Iluminación	-	-	472.0	-
SC1.2.2	Tomas de corriente	-	-	1800.0	-
SC1.2.4	Altavoz Interior	-	-	140.0	-
SC1.2.5	Ventilación	-	-	980.5	-
Subcuadro Cuadro individual 1.3		-	-	7187.8	-
SC1.3.1	Iluminación	-	-	1722.0	-
SC1.3.3	Iluminación	-	-	1112.0	-

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Cuadro individual 1					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
SC1.3.5	Iluminación	-	-	1112.0	-
SC1.3.2	Tomas de corriente	-	-	2500.0	-
SC1.3.6	Climatización	-	-	1042.0	-
SC1.3.7	Altavoz Interior	-	-	60.0	-
Subcuadro Cuadro individual 1.4		-	-	-	3450.0
SC1.4.1	Iluminación	-	-	-	56.0
SC1.4.3	Iluminación	-	-	-	56.0
SC1.4.5	Iluminación	-	-	-	64.0
SC1.4.2	Tomas de corriente	-	-	-	1500.0
SC1.4.4	Climatización	-	-	-	250.0
SC1.4.6	Altavoz Interior	-	-	-	40.0
Subcuadro Cuadro individual 1.5		-	-	631.0	-
SC1.5.1	Iluminación	-	-	456.0	-
SC1.5.2	Iluminación	-	-	175.0	-
Subcuadro Cuadro individual 1.6		-	13200.0	13200.0	13200.0
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1		-	7333.3	7333.3	7333.3
SC1.6.2.1	Punto de recarga coches eléctricos	-	7333.3	7333.3	7333.3
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2		-	7333.3	7333.3	7333.3
SC1.6.1.1	Punto de recarga coches eléctricos	-	7333.3	7333.3	7333.3
Subcuadro Cuadro individual 1.7		-	-	-	5900.0
SC1.7.1	Bomba PCI	-	-	-	5900.0
Subcuadro Cuadro individual 1.8		-	9375.0	9375.0	9375.0
SC1.8.1	Bomba de calor	-	9375.0	9375.0	9375.0
Subcuadro Cuadro individual 1.9		-	-	-	5877.5
2.	SC1.9.1	Recuperadores de calor	-	-	5877.5

2.3. LÍNEAS DE CANALIZACIÓN

2.3.1. Conductores

De acuerdo con la ITC-BT-19, los materiales y cables utilizados en las instalaciones deben ser de cobre o aluminio. Para el proyecto en cuestión, se ha optado por **cables multiconductores de cobre** debido a sus mejores características mecánicas y eléctricas, a pesar de contar con un peso mayor en comparación con los conductores de aluminio.

2.3.2. Aislantes

Para la instalación se ha empleado como aislante principal el **RZ1-K (AS)**. Este es un cable capaz de soportar tensiones de 0.6/1 kV compuesto por una cubierta de polietileno reticulado termoestable (XLPE), el cual no pierde sus propiedades con altas temperaturas. Su uso está

pensado principalmente para las líneas de distribución, sin embargo debido a la naturaleza de nuestro proyecto se ha decidido instalar en las líneas que llegan a los receptores también.

En los espacios de pública concurrencia, la protección contra incendios de los cables es esencial para salvaguardar la integridad y seguridad de los individuos. Por esta razón, es imperativo cumplir con la clasificación CPR (Reglamento de Productos de Construcción), que establece los estándares de rendimiento en términos de reacción al fuego que deben cumplir los cables. Además, se deben considerar las directrices del REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) específicamente dirigidas a locales de esta naturaleza, como se indica en el apartado ITC-BT-28.

Los componentes que forman la clasificación CPR son:

7. Clase de reacción al fuego (A-F): Se indica el comportamiento del cable frente al fuego. Va desde la clase A, prácticamente incombustible, hasta la clase F con comportamiento no probado.
8. Clasificación de emisión de humos y gases tóxicos: La clasificación de emisión de humos (s1, s2, s3) y de acidez de los gases (a1, a2, a3) indican la cantidad y toxicidad de los humos y gases liberados durante la combustión del cable.
9. Clasificación producción de gotas (d0-d2): Se indica la cantidad de gotas inflamadas que el cable puede producir durante un incendio, con la consiguiente capacidad de propagar el fuego.

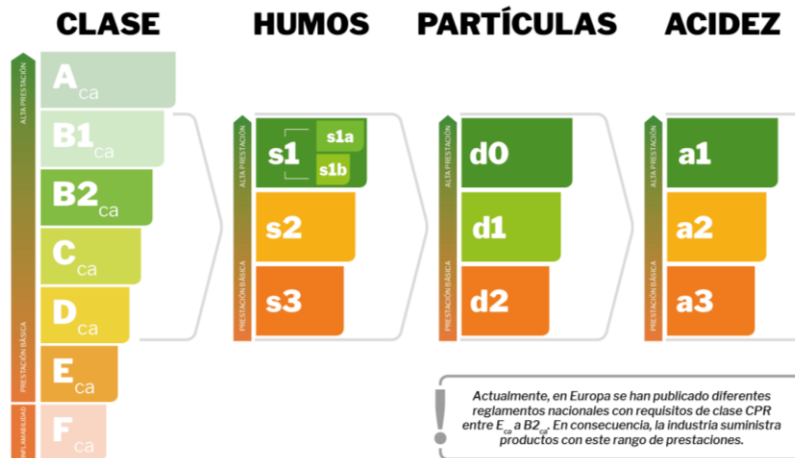


FIGURA 2.6 CLASIFICACIÓN RENDIMIENTO REACCIÓN AL FUEGO PARA AISLANTES

En el presente proyecto, en base a la ITC-BT 28 se han empleado cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida del tipo **Cca-s1b,d1,a1**.

2.3.3. MÉTODOS DE INSTALACIÓN

Atendiendo a la ITC-BT-19 y la ITC-BT-20, se han seleccionado los siguientes métodos de instalación:

Las líneas de la Derivación individual y del Grupo electrógeno irán directamente enterradas bajo tierra.

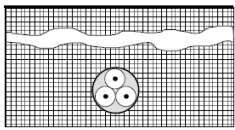
72		Cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: - sin protección mecánica complementaria ^a	D2
----	---	---	----

FIGURA 2.7 MÉTODO DE INSTALACIÓN D2

Para las líneas que conecten con el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) o aquellas que discurren por zonas comunes como vestíbulos o pasillos, se ha previsto de la **instalación de bandejas perforadas** libre de halógenos 50x75 mm.

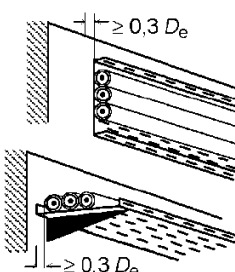
31		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical ^{c,h} NOTA Refiérase al apartado B.52.6.2 para su descripción	E o F
----	--	---	-------

FIGURA 2.8 MÉTODO DE INSTALACIÓN E O F

Las canalizaciones se realizarán en **instalación superficial** en techos y **empotrados** en bajantes a interruptores y tomas de corriente, **mediante tubo de PVC corrugado** no propagador de llama y autoextinguible.

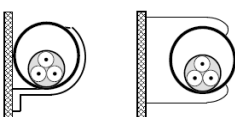
5		Cable multipolar en un tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo ^c	B2
---	---	---	----

FIGURA 2.9 MÉTODO DE INSTALACIÓN B2

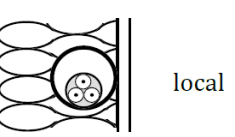
2	 local	Cables multipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a,c}	A2
---	---	--	----

FIGURA 2.10 MÉTODO DE INSTALACIÓN A2

2.3.4. RESUMEN DE LAS CANALIZACIONES

A continuación, se indican a modo de resumen las canalizaciones empleadas en cada una de las líneas:

TABLA 2.7 RESUMEN DE LAS CANALIZACIONES EMPLEADAS

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
Acometida			
AC.0	28.03	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16	Tubo enterrado D=110 mm
Cuadro individual			
Sub-grupo 1			
SC0.1 (Alumbrado de emergencia)	1130.33	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=16 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.1	70.46	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x35+1G16	Bandeja lisa 50x75 mm Tubo superficial D=40 mm
Sub-grupo 1			
SC1.1.1 (Iluminación)	291.71	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 2			
SC1.1.3 (Iluminación)	40.71	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 3			
SC1.1.5 (Iluminación)	52.72	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 4			
SC1.1.2 (tomas)	88.54	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.1.4 (tomas)	15.24	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.1.6 (Aeroterminia Inter acumulador)	54.07	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.2	69.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 1			
SC1.2.1 (Iluminación)	123.70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 2			

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
SC1.2.3 (Iluminación)	75.04	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 3			
SC1.2.2 (tomas)	46.38	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.2.4 (tomas)	44.61	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.2.5 (Ventilador extracción + Cassette)	13.99	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.3	1.25	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.3.1 (Iluminación)	195.78	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 2			
SC1.3.3 (Iluminación)	242.77	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 3			
SC1.3.5 (Iluminación)	272.93	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 4			
SC1.3.2 (tomas)	61.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.3.6 (Cassette + Extractores + Altavoz Interior 300 W)	116.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.4	16.40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Bandeja lisa 50x75 mm Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.4.1 (Iluminación)	11.59	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 2			
SC1.4.3 (Iluminación)	23.64	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 3			
SC1.4.5 (Iluminación)	9.62	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Sub-grupo 4			

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
SC1.4.2 (tomas)	26.10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.4.4 (Cassettes)	11.57	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
SC1.4.6 (tomas)	14.53	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x75 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.5	0.44	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.5.1 (Iluminación)	131.40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo enterrado D=50 mm
Sub-grupo 2			
SC1.5.2 (Iluminación)	91.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo enterrado D=50 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.6	0.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.6.1 (Punto de recarga coches eléctricos)	25.53	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm
Sub-grupo 2			
SC1.6.2 (Punto de recarga coches eléctricos)	28.65	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.7	4.08	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.7.1 (Bomba PCI)	3.36	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.8	2.32	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.8.1 (Bomba de calor)	46.65	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	Tubo superficial D=32 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.9	1.77	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1			
SC1.9.1 (Recuperador de calor + Recuperador de calor BAR)	25.38	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm

2.4. CRITERIOS DE CÁLCULO

En este apartado se describirá de manera detallada el proceso mediante el cual se han dimensionado la instalación eléctrica, asegurando así que cada uno de los componentes, particularmente los cables, sean adecuados para la corriente que deben transportar. Este dimensionado dependerá de varios factores, incluyendo el tipo de conductor (cobre o aluminio) y el tipo de aislamiento (PVC o XLPE).

2.4.1. INTENSIDAD NOMINAL Y DE CÁLCULO

El primer paso en el dimensionado es determinar la intensidad que demanda cada uno de los equipos y máquinas del edificio, denominada intensidad nominal (I_n):

$$I_n = \frac{P_n}{\eta * \alpha * U_n * \cos(\theta)}$$

Donde:

I_n : Intensidad nominal en amperios (A).

P_n : Potencia nominal en Watios (W).

η : Rendimiento del equipo.

α : Coeficiente. Toma el valor de 1 para sistemas monofásicos y de $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos.

U_n : Tensión nominal en voltios (V). Para sistemas monofásicos será 230 V y para sistemas trifásicos 400V.

$\cos(\theta)$: Factor de potencia. Varía entre 0,6 hasta 0,9 para motores, siendo cercano a 1 en el caso de alumbrado.

Además, se debe tener en cuenta la falta de linealidad de algunas cargas, como los motores, los cuales pueden presentar picos de corriente durante el arranque o en condiciones de sobrecarga.

Según la ITC-BT-47, se debe prever un incremento del 25% en el consumo del motor de mayor potencia alimentado por la línea. Así, se define la intensidad de cálculo (I_b), que se ajusta según el tipo de cargas presentes en la línea:

- Línea sin motores:

$$I_b = \frac{\sum S}{\alpha * U_n}$$

- Línea con motores:

$$I_b = 0,25 * \frac{S_{mot,max}}{\alpha * U_n} * \sum S_i$$

Donde:

- I_b : Intensidad de cálculo en amperios (A).
- S : Potencia aparente de la carga conectada (VA).
- $S_{mot,max}$: Potencia aparente del motor de mayor potencia alimentado por la línea (VA).

2.4.2. CRITERIO TÉRMICO

Cuando la corriente circula a través de un conductor, se genera calor debido al efecto Joule, lo que incrementa la temperatura del conductor y su aislamiento. Para garantizar la seguridad de la instalación, el conductor no debe alcanzar una temperatura que pueda comprometer la integridad del material aislante. Por lo tanto, se debe especificar una intensidad máxima admisible que el conductor puede soportar sin sobrecalentarse, conocida como intensidad de tabla (ITI_TIT).

Esta intensidad máxima admisible depende de la sección del conductor, el tipo de aislamiento y el método de instalación, y se encuentra especificada en la norma UNE EN 20-460-5-523. Sin embargo, esta intensidad debe ser corregida si las condiciones de la instalación no coinciden con las condiciones estándar de las tablas. Para ello, se aplican coeficientes de corrección que ajustan la intensidad máxima admisible:

- **Coefficiente de temperatura (k_T):** Se aplica cuando la temperatura ambiente es distinta de 30 °C, o la temperatura del terreno es diferente de 20 °C para líneas enterradas.
- **Coefficiente de agrupamiento (k_A):** Se aplica cuando por la canalización circulan en paralelo más de una terna de cables.
- **Coefficiente de resistividad térmica del terreno (k_{RT}):** Aplica para cables enterrados cuando la resistividad del terreno es diferente de 2,5 K·m/W.

El coeficiente de corrección total se define cómo:

$$k = k_T * k_A * k_{RT}$$

Finalmente la intensidad admisible corregida (I_z) se calcula como:

$$I_z = k * I_T$$

La intensidad admisible (I_z) no debe ser inferior a la intensidad de cálculo (I_b) para garantizar que el cable pueda manejar la corriente sin sobrecalentarse.

2.4.3. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN

Cuando la corriente circula por un conductor, se produce una caída de tensión debido a la resistencia y reactancia del cable. La ITC-BT-19 establece límites máximos para estas caídas de tensión, con el fin de asegurar que las cargas reciban una tensión adecuada para su correcto funcionamiento. La caída de tensión (ΔU) se calcula de la siguiente manera para una línea trifásica:

$$AU = \frac{L}{U_n} * (R_u * P + X_u * Q)$$

Donde:

- AU : Caída de tensión en voltios (V).
- L : Longitud del conductor en metros (m).
- R_U : Resistencia por unidad de longitud del cable en Ω/m .
- P : Potencia activa en vatios (W).
- X_U : Reactancia por unidad de longitud del cable en Ω/m .
- Q : Potencia reactiva en voltamperios reactivos.

Para secciones de conductor menores de 95 mm^2 , el término de la resistencia tiene mayor influencia que el de la reactancia, por lo que la expresión simplificada para la caída de tensión es:

$$AU = \frac{L * \rho * P}{U_n * S}$$

Donde:

ρ : Resistividad del material conductor en $\Omega * \text{mm}^2/m$.

S : Sección del conductor en mm^2 .

La caída de tensión porcentual se expresa como:

$$\epsilon = \frac{L * \rho * P}{U_n^2 * S} * 100$$

Si las cargas están distribuidas a lo largo de la línea, la expresión para la caída de tensión porcentual se ajusta según la distancia de cada carga al inicio de la línea:

$$\epsilon = \frac{\rho \sum (L_{0i} * P_i)}{U_n^2 * S} * 100$$

Además, cabe destacar que La resistividad eléctrica del material depende de la temperatura de operación del cable y esta se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\rho_T = \rho_{20^\circ\text{C}} * (1 + \alpha * \Delta T) = \rho_{20^\circ\text{C}} * \frac{T_c + T}{T_c + 20}$$

$$T_c = T_{amb} + (T_z - T_{amb}) * \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2$$

Donde:

- ρ_T : Resistividad del metal a la temperatura T.
- $\rho_{20^\circ C}$: Resistividad del metal a 20°C.
- α : Coeficiente de temperatura.
- T_c : Temperatura característica del material.
- T_{amb} : Temperatura del ambiente.

Finalmente, para asegurarse de que la caída de tensión total no supere los valores límite establecidos, se debe sumar la caída de tensión desde el centro de transformación hasta la carga final. La sección del conductor se dimensionará considerando tanto el criterio térmico como el de caída de tensión, seleccionando siempre la mayor de las dos secciones resultantes.

Con todo ello, los resultados del dimensionado de los conductores queda:

- **Derivaciones individuales**

TABLA 2.8 RESULTADOS DIMENSIONADO DEL CABLEADO

Datos de cálculo						
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Cuadro individual 1	75.12	28.03	108.42	152.00	0.77	0.77

1.

- **Instalación Interior**

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 1						
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Cuadro individual 1						
Sub-grupo 1						
SC0.1	0.11	1130.33	0.47	14.50	0.31	1.08
Subcuadro Cuadro individual 1.1	13.77	70.46	59.88	143.00	2.08	2.85
Sub-grupo 1						
SC1.1.1	3.74	206.99	16.26	28.00	1.26	4.11
Sub-grupo 2						
SC1.1.3	0.42	40.71	1.81	14.70	0.57	3.42
Sub-grupo 3						
SC1.1.5	0.75	52.72	3.25	14.70	0.82	3.67
Sub-grupo 4						
SC1.1.2	3.45	67.72	15.00	36.40	1.36	4.20
SC1.1.6	5.25	30.43	22.83	28.00	0.15	2.99
SC1.1.7	1.90	88.91	8.28	21.00	3.11	4.66
Subcuadro Cuadro individual 1.2	4.75	69.51	20.64	68.00	2.44	3.21

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Datos de cálculo de Cuadro individual 1						
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Sub-grupo 1						
SC1.2.1	1.65	123.70	7.16	36.40	0.26	3.48
Sub-grupo 2						
SC1.2.3	0.47	75.04	2.05	14.70	0.29	3.50
Sub-grupo 3						
SC1.2.2	3.45	46.38	15.00	21.00	2.86	4.87
SC1.2.4	0.14	44.61	0.61	14.70	0.09	3.30
SC1.2.5	0.98	13.99	4.26	36.40	0.15	3.37
Subcuadro Cuadro individual 1.3	7.19	26.87	31.25	97.00	0.90	1.67
Sub-grupo 1						
SC1.3.1	1.72	275.08	7.49	14.70	2.59	4.26
Sub-grupo 2						
SC1.3.3	1.11	226.06	4.83	14.70	2.58	4.24
Sub-grupo 3						
SC1.3.5	1.11	256.21	4.83	21.00	2.00	3.66
Sub-grupo 4						
SC1.3.2	3.45	90.63	15.00	28.00	3.26	4.93
SC1.3.6	1.04	37.39	4.53	21.00	0.54	2.21
SC1.3.7	0.06	25.15	0.26	14.70	0.04	1.71
Subcuadro Cuadro individual 1.4	3.45	16.40	15.00	20.00	3.01	3.78
Sub-grupo 1						
SC1.4.1	0.06	11.59	0.24	20.00	0.02	3.80
Sub-grupo 2						
SC1.4.3	0.06	23.64	0.24	15.75	0.04	3.82
Sub-grupo 3						
SC1.4.5	0.06	9.62	0.28	20.00	0.02	3.80
Sub-grupo 4						
SC1.4.2	3.45	26.10	15.00	22.50	1.61	4.40
SC1.4.4	0.25	11.57	1.09	22.50	0.07	3.85
SC1.4.6	0.04	14.53	0.17	15.75	0.01	3.80
Subcuadro Cuadro individual 1.5	0.63	0.44	2.74	20.00	0.01	0.79
Sub-grupo 1						
SC1.5.1	0.46	131.40	1.98	53.00	0.21	1.00
Sub-grupo 2						
SC1.5.2	0.18	91.51	0.76	53.00	0.10	0.89
Subcuadro Cuadro individual 1.6	39.60	0.51	57.16	77.00	0.02	0.79
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1	22.00	28.13	35.28	44.00	1.33	2.12
Sub-grupo 1						
SC1.6.2.1	22.00	0.34	35.28	44.00	0.02	2.13

Datos de cálculo de Cuadro individual 1						
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2	22.00	25.24	35.28	44.00	1.19	1.98
Sub-grupo 1						
SC1.6.1.1	22.00	0.30	35.28	44.00	0.01	1.99
Subcuadro Cuadro individual 1.7	5.90	4.08	25.65	38.00	0.47	1.25
Sub-grupo 1						
SC1.7.1	5.90	3.36	25.65	38.00	0.33	1.57
Subcuadro Cuadro individual 1.8	28.13	2.32	40.59	57.00	0.09	0.86
Sub-grupo 1						
SC1.8.1	28.13	46.65	40.59	57.00	1.73	2.58
Subcuadro Cuadro individual 1.9	5.88	1.77	25.55	38.00	0.21	0.98
Sub-grupo 1						
SC1.9.1	5.88	25.38	25.55	38.00	2.18	3.16

2.5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

En el diseño de cualquier instalación eléctrica, resulta esencial asegurar un correcto dimensionado de todos los sistemas de seguridad. Estos sistemas son cruciales para proteger la integridad de los usuarios en caso de que se produzca algún fallo en el sistema, que podría resultar en un accidente o en condiciones peligrosas.

En este apartado se procederá a describir los principales sistemas de seguridad implementados en el diseño de la instalación eléctrica, así como las normativas vigentes que se han tenido en cuenta a la hora del diseño.

2.5.1. ESQUEMAS DE CONEXIÓN

Siguiendo las directrices establecidas en la ITC-BT-08, se ha optado por el Esquema de conexión TT, el cual es ampliamente utilizado en redes de distribución pública.

La ITC-BT-24 nos proporciona las pautas necesarias para la selección de los elementos de protección requeridos en un esquema de distribución TT.

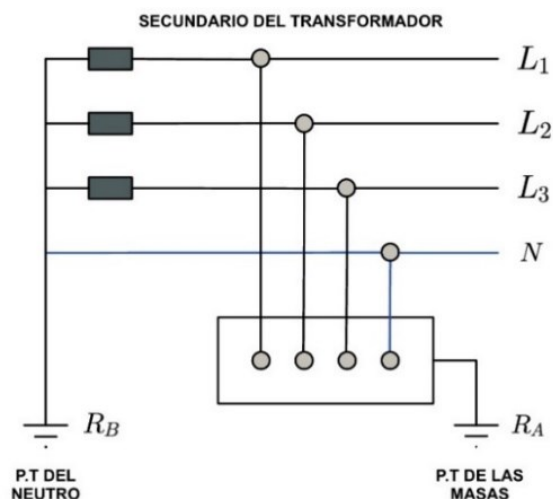


FIGURA 2.11 ESQUEMA DE CONEXIÓN

2.5.2. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA (PAT)

La toma a tierra, conforme a la **ITC-BT-01**, se define como "el electrodo o conjunto de electrodos que, al estar en contacto con el suelo, garantizan una conexión eléctrica segura con este". Este sistema es fundamental en cualquier instalación eléctrica, ya que sirve como la primera línea de defensa para desviar las corrientes de defecto que puedan generarse debido a fallos en los componentes eléctricos.

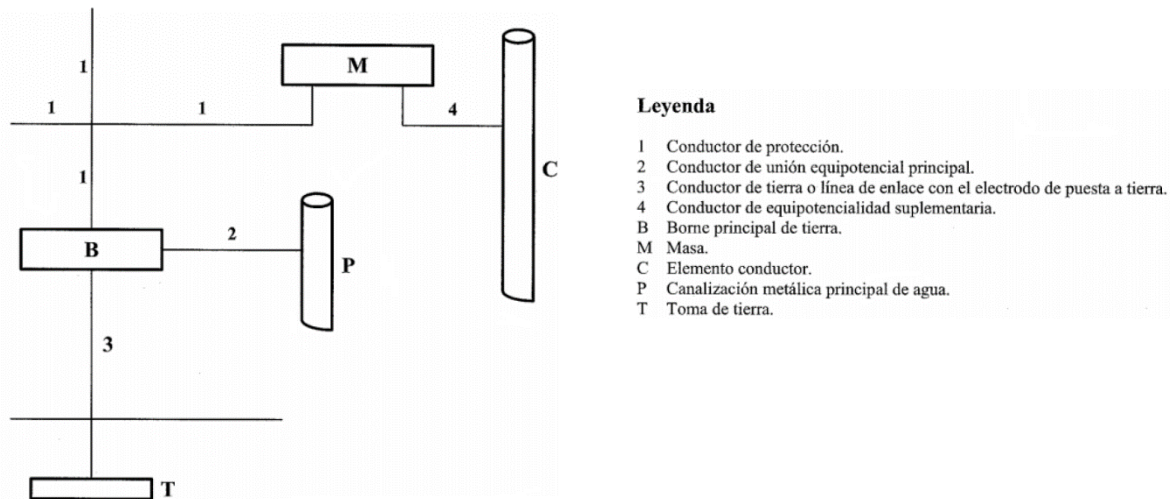


FIGURA 2.12 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Todas las carcasas metálicas de los equipos eléctricos que puedan quedar bajo tensión deben estar conectadas a la puesta a tierra común, limitando así el riesgo de fuga. Los trazados de la toma a tierra deberán seguir trazados lo más rectos posibles, evitando curvas pronunciadas. Se utilizarán conductores desnudos instalados en lugares accesibles para facilitar su inspección y mantenimiento.

La tipología de puesta a tierra seleccionada ha sido la de una cinta de acero de 35 mm² de sección, instalada en el fondo de las zanjas de cimentación(235 metros).

$$R_A = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 300}{235} \rightarrow R_A = 2,55 \Omega$$

Donde:

- R_A : Resistencia del electrodo de puesta a tierra de las masas de baja tensión (Ω).
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega * m$)
- L : Longitud del electrodo (m).

2.5.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección son los encargados de unir eléctricamente las masas de la instalación con el conductor de toma a tierra. De acuerdo con la ITC-BT-18, estos conductores

deben ser de cobre. La sección activa de estos conductores se determina según la siguiente tabla, que depende de la sección del conductor de fase correspondiente:

TABLA 2.9 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sección de los conductores de fase S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S < 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

2.5.4. PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS

Un contacto indirecto ocurre cuando una masa, que normalmente no debería tener tensión, accidentalmente la adquiere y entra en contacto con un individuo que no cuenta con la protección adecuada, provocando una corriente de fuga a través de él.

La correcta detección de la corriente de defecto en el sistema es crucial para minimizar el riesgo de choques eléctricos potencialmente mortales. Para ello, es necesario cumplir con las condiciones generales de seguridad establecidas por el reglamento.

- 1) En primer lugar, siempre que se produzca una tensión de defecto superior al límite convencional, debe activarse un dispositivo de desconexión automática. Este dispositivo tiene la función de interrumpir el suministro eléctrico de manera prácticamente inmediata, reduciendo el riesgo de electrocución.
- 2) El tiempo que transcurre desde que se produce el defecto hasta que el dispositivo automático actúa (t_i) debe ser menor que el tiempo máximo admisible (t_a). Este requisito se expresa como:

$$t_i < t_a$$

Conociendo el voltaje de contacto, el reglamento proporciona gráficos que permiten determinar el tiempo máximo admisible en función de dicho voltaje.

- 3) En algunas situaciones, puede ocurrir que las masas accesibles simultáneamente presenten voltajes superiores a los admisibles sin ser detectados. Para evitar estos peligros, es imprescindible que la puesta a tierra sea común en esos casos, garantizando así una protección adecuada.

La paramenta mas utilizada en este tipo de esquemas son los **interruptores diferenciales** debido a su principio fundamental: si no existe una fallo en el sistema, la corriente entrante y saliente a través del dispositivo diferencial será la misma. Sin embargo, si se produce una corriente de defecto, esta igualdad no se cumple, lo que permitirá al dispositivo diferencial actuar en un tiempo inferior al máximo admisible por la normativa.

De acuerdo con la **ITC-BT-24**, la corriente diferencial nominal y la resistencia de puesta a tierra de las masas deben cumplir con la siguiente ecuación:

$$R_A * I_{\Delta N} \leq U_{Admisible}$$

Donde:

- R_A : Resistencia de toma a tierra de todas las masas y los conductores de protección.
- $I_{\Delta N}$: Sensibilidad diferencial seleccionada, a partir de la cual los interruptores diferenciales actúan. Varía entre 30 mA o 300 mA en función de los receptores conectados en la instalación.
- $U_{Admisible}$: Tensión de contacto límite, siendo 50 V para locales secos y 24 V para locales húmedos.

La sensibilidad máxima que necesitarán nuestros diferenciales se calcula como:

$$I_{\Delta N} \leq \frac{U_{Admisible}}{R_A} = \frac{50}{2,35} \rightarrow I_{\Delta N} \leq 21,27 A$$

2.5.5. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES

Cada circuito eléctrico debe estar equipado con un dispositivo capaz de conectarlo y desconectarlo según sea necesario. La norma **UNE-EN-60947 (parte 1)** define rigurosamente los principales dispositivos de corte. Para la protección frente a sobreintensidades, se destacan los siguientes:

- **Pequeños interruptores automáticos (PIA):** Son interruptores automáticos con un poder de corte menor (menos de 25 kA), diseñados para ser utilizados por personas no especializadas y requieren menos mantenimiento. Son ideales para aplicaciones residenciales y comerciales de menor escala.
- **Interruptores automáticos (IA):** Estos dispositivos son esenciales para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de forma automática. Están diseñados con un elevado poder de corte, que puede variar entre 1.5 kA y 150 kA, lo que los hace adecuados para aplicaciones industriales y comerciales de gran escala.
- **Fusibles:** Estos dispositivos funcionan mediante un material fusible que se calienta y funde cuando la corriente excede un determinado umbral, interrumpiendo así el circuito y protegiéndolo de sobrecargas y cortocircuitos. Son fiables y de respuesta rápida, pero requieren reemplazo tras cada actuación.

En nuestra instalación, debido a los altos requerimientos de poder de corte de las agrupaciones, que en muchos casos superan los 6 kA, se ha optado por el uso de interruptores automáticos (IA) para el control de sobrecargas y cortocircuitos.

2.5.6. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS

Una sobrecarga en el sistema se define como una corriente que es 3 o 4 veces superior a la corriente admisible según las normativas vigentes. Si esta sobrecarga no se detecta y se gestiona adecuadamente, puede reducir drásticamente la vida útil de la instalación. La relación entre la corriente y la temperatura es crítica: a medida que la corriente que circula por un cable aumenta, también lo hace su temperatura.

Se debe considerar que si el conductor comienza a operar a la temperatura ambiente, el tiempo de actuación del dispositivo de protección debe ser lo suficientemente rápido para cortar la corriente antes de que se alcance la temperatura máxima admisible del conductor. Esto es crucial para evitar daños permanentes a los materiales y componentes del sistema. Por lo que:

$$\text{Protección efectiva} \rightarrow t_{\text{actuación}} < t_{\text{calentamiento}}$$

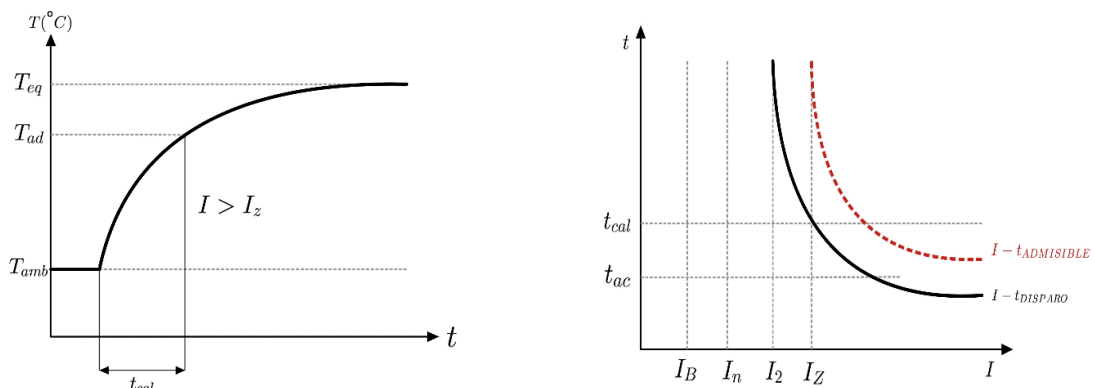


FIGURA 2.13 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS

La norma establece dos condiciones básicas para garantizar la protección de las líneas frente a sobrecargas:

1. $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2. $I_2 \leq 1,45 * I_Z$

Donde:

- I_B : Es la corriente de diseño del circuito.
- I_N : Es la intensidad nominal del dispositivo de protección.
- I_Z : Es la capacidad de corriente del cable bajo condiciones normales de uso.
- I_2 : Es la intensidad que garantiza la actuación del dispositivo de protección.

Dependiendo del dispositivo que utilizemos el valor de I_2 será igual a:

Dispositivo	PIA	IA	Fusible
Intensidad	$I_2 = 1,45 * I_N$	$I_2 = 1,3 * I_N$	$I_2 = 1,6 * I_N$

2.4.7. PROTECCIÓN FRENTE A CORTOCIRCUITOS

En situaciones de cortocircuito, los conductores pueden alcanzar temperaturas peligrosas en cuestión de milisegundos. Una vez confirmada la protección contra sobrecargas, es imprescindible evaluar la protección frente a cortocircuitos, dado que estos implican corrientes mucho más elevadas.

Las principales causas de cortocircuitos incluyen fallos en el aislamiento de los conductores, problemas en las cargas conectadas y defectos en las conexiones de la instalación. Existen diferentes tipos de cortocircuitos, pero el más significativo en instalaciones trifásicas es el **cortocircuito trifásico**. Este ocurre cuando las tres fases se conectan accidentalmente en un punto de la instalación a través de una impedancia muy baja, lo que provoca la aparición de las corrientes de cortocircuito más altas.

La ITC-BT-22 establece que es obligatorio instalar un dispositivo de protección contra cortocircuitos en el origen de cada circuito. Este dispositivo debe tener la capacidad de interrumpir la máxima corriente de cortocircuito que pueda surgir en el punto donde está instalado. En circuitos derivados de uno principal, puede ser suficiente un único dispositivo de protección contra cortocircuitos para todos los circuitos secundarios, siempre y cuando cada circuito derivado tenga protección contra sobrecargas.

A continuación se presenta el procedimiento para el cálculo de corrientes de cortocircuito:

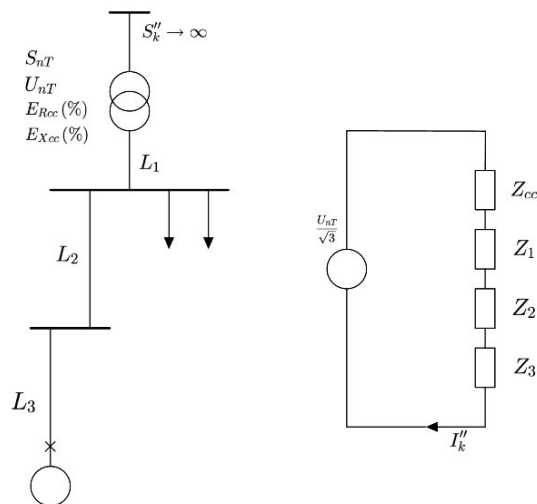


FIGURA 2.14 PROTECCIÓN FRENTE A CORTOCIRCUITOS

a) Corriente de Cortocircuito máxima:

En primer lugar, se debe calcular la **corriente de cortocircuito máxima** ($I_{cc,máx}$) según la siguiente ecuación:

$$I_{cc,m\acute{a}x} = \frac{U_{nT}}{\sqrt{3} * Z_{eq}}$$

Donde:

- U_{nT} : Es la tensión nominal del transformador.
- Z_{eq} : Es la impedancia desde el transformador hasta el punto de estudio ($Z_K = R_K + j * X_K$) en $m\Omega$.

La impedancia equivalente (Z_{eq}) se calcula sumando todas las impedancias que la corriente de cortocircuito atraviesa, y depende del punto de la instalación donde ocurre el fallo. Esta impedancia puede descomponerse en tres componentes principales: la impedancia de la red de media tensión, la del transformador, y la de las líneas.

1. **Impedancia en el Secundario del Transformador:** Para calcular la impedancia en el secundario del transformador, se deben obtener la reactancia (X_L) y la resistencia (R_L):

$$Z_L = 1,1 * \frac{U_n^2}{1000 * S''_k}$$

$$X_L = 0,995 * Z_L$$

$$R_L = 0,1 * X_L$$

Donde S''_k es la potencia aparente de la red de media tensión en MVA.

2. **Impedancia de Cortocircuito del transformador:** La impedancia de cortocircuito del transformador (Z_{cc}) se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}$$

$$R_{cc} = b * \frac{\varepsilon_{Rcc}(\%)}{100} * \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}}$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc}(\%)}{100} * \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}}$$

Donde:

- b : Factor de corrección. Toma el valor de 1 si la línea es trifásica y el valor de 2 si esta es monofásica.
- $\varepsilon_{Rcc}(\%)$ y $\varepsilon_{Xcc}(\%)$: Componentes resistiva e inductiva de la caída de tensión en cortocircuito, en tanto por cien.
- S_{nT} : Potencia nominal del transformador en kVA.

3. **Impedancia de las Líneas:** Si el cortocircuito ocurre en las líneas, la corriente estará limitada no solo por la red y el transformador, sino también por las propias líneas que recorren la corriente desde el secundario del transformador hasta el punto de la instalación donde se manifiesta el fallo. En consecuencia, la impedancia de la línea se define como:

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2}$$

$$R_i = \frac{1000 * \rho * l_i}{n_i * S_i}$$

$$X_i = x'_i * l_i$$

Donde:

- l_i : Longitud de la línea en metros.
- n_i : Número de conductores en paralelo por fase.
- S_i : Sección del conductor en mm².
- x'_i : Reactancia por unidad de longitud del cable en $m\Omega/m$.

Finalmente, la impedancia total del cortocircuito se determina sumando las impedancias de los diferentes elementos del sistema:

$$Z_{eq} = \sqrt{(R_L + R_{cc} + R_i)^2 + (X_L + X_{cc} + X_i)^2}$$

Con todo ello, contamos con todos los parámetros necesarios para calcular la **corriente de cortocircuito máxima** ($I_{cc,m\acute{a}x}$).

b) Corriente de Cortocircuito Mínima:

Después de calcular la corriente de cortocircuito máxima, es necesario calcular la corriente de cortocircuito mínima ($I_{cc,min}$), que generalmente ocurre en fallos fase-fase o fase-neutro, en lugar de cortocircuitos trifásicos. La corriente de cortocircuito mínima se expresa como una fracción de la corriente de cortocircuito trifásica (I_{k3}), que es la corriente en el punto más alejado de la línea donde se produce el fallo:

- Circuitos con neutro de sección reducida (mitad de la fase): $I_{cc,min} = 0,333 * I_{k3}$
- Circuitos con neutro de sección igual a la fase: $I_{cc,min} = 0,5 * I_{k3}$
- Circuitos sin neutro: $I_{cc,min} = 0,866 * I_{k3}$

c) Selección del dispositivo de protección:

Para asegurar la protección de las líneas eléctricas, el REBT establece tres condiciones fundamentales:

- 1) $Pdc_{IA} > I''_{CC,máx}$ → La capacidad de corte del interruptor automático (Pdc_{IA}) debe ser mayor que la corriente máxima de cortocircuito ($I''_{CC,máx}$), garantizando así la interrupción rápida de la corriente incluso en los escenarios más adversos.
- 2) $I_{cc,min} > I_a$ → El disparador (I_a) debe activarse ante la menor corriente de cortocircuito posible ($I_{cc,min}$), asegurando una respuesta eficaz ante cualquier situación de emergencia.
- 3) $(I^2t)_{IA} < (I^2t)_{ADM}$ → Donde $(I^2t)_{ADM} = (K * S)^2$ → El dispositivo de protección debe ser capaz de resistir las condiciones de cortocircuito sin daños, lo cual se verifica comparando el cuadrado de la corriente máxima de cortocircuito.

Al seguir estos criterios, se garantiza que los dispositivos de protección seleccionados funcionarán de manera efectiva en caso de cortocircuito, protegiendo tanto la instalación como a las personas que podrían estar en contacto con ella.

2.5.7. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES

Las sobretensiones en instalaciones de baja tensión a menudo tienen su origen en descargas atmosféricas, especialmente en la caída de rayos. Cuando un rayo impacta en el terreno cercano a un cable, puede generar sobretensiones significativas que podrían dañar el aislamiento de los cables y los devanados de las máquinas, dejando inoperables cualquier equipo o carga conectada a la instalación afectada.

La ITC-BT-23 establece dos escenarios que determinan si es necesario instalar dispositivos de protección contra sobretensiones:

- **Situación Natural:** La probabilidad de que ocurran sobretensiones peligrosas es muy baja. Este escenario se aplica cuando la instalación está conectada a una red de distribución subterránea. En estas condiciones, la resistencia de los componentes de la instalación se clasifica en categorías de I a IV, según la tabla de categorías de sobretensiones.

Tensión nominal de la instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5
1000	–				

En la Tabla 1 se presentan cuatro categorías distintas que describen los niveles de tensión soportada a impulsos, medidos en kilovoltios (kV), según la tensión nominal de la instalación.

- **Categoría I:** Equipos altamente sensibles a las sobretensiones, diseñados para ser conectados a la instalación eléctrica fija. Las medidas de protección contra sobretensiones no están integradas en los propios equipos, sino que se implementan en la instalación eléctrica fija o en el punto de conexión entre la instalación y los equipos.

- **Categoría II:** Equipos generalmente menos sensibles que los de la Categoría I, diseñados para soportar las sobretensiones típicas que pueden ocurrir en una instalación eléctrica doméstica o comercial.
 - **Categoría III:** Equipos capaces de soportar las condiciones más exigentes dentro de una instalación eléctrica, ya que suelen estar expuestos a mayores niveles de estrés eléctrico.
 - **Categoría IV:** Equipos y materiales que se conectan directamente al origen de la instalación eléctrica o muy cerca de él, antes de la distribución a los circuitos secundarios. Diseñados para soportar las sobretensiones más altas, dado que están ubicados en puntos clave donde las sobretensiones pueden ser más severas.
- **Situación Controlada:** Este escenario se da cuando la instalación está conectada a una red de distribución que incluye tramos aéreos. En este caso, es obligatorio instalar dispositivos de protección contra sobretensiones en el punto de entrada de la instalación.

En este proyecto se han dimensionado las protecciones contra sobretensiones de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-23, considerando que nuestra instalación está conectada a una red de distribución subterránea. Para ello, se ha evaluado el uso específico de cada línea y se han seleccionado las protecciones adecuadas en función de sus características.

A continuación se muestra un resumen de todas las protecciones empleadas en la protección de la instalación de baja tensión.

TABLA 2.10 RESUMEN DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS EMPLEADAS

Esquema	I_B (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos
Cuadro individual 1		IGA: 125 (bobina) LS: Clase C(tipo II), 40 kA 1.2 kV
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC0.1	0.47	Aut: 10 {C',B'}
Subcuadro Cuadro individual 1.1	59.88	Aut: 63 {C,B,D}
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.1.1	16.26	Aut: 20 {C',B'}
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.1.3	1.81	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.1.5	3.25	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 4		Dif: 63, 30, 2 polos
SC1.1.2	15.00	Aut: 16 {C,B,D}

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Esquema	I_B (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos
SC1.1.6	22.83	Aut: 25 {C',B',D'}
SC1.1.7	8.28	Aut: 10 {C',B'}
Subcuadro Cuadro individual 1.2	20.64	Aut: 25 {C,B,D}
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.2.1	7.16	Aut: 10 {C,B,D}
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.2.3	2.05	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.2.2	15.00	Aut: 16 {C',B'}
SC1.2.4	0.61	Aut: 10 {C',B'}
SC1.2.5	4.26	Aut: 10 {C,B,D}
Subcuadro Cuadro individual 1.3	31.25	Aut: 32 {C,B,D}
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.3.1	7.49	Aut: 10 {C',B'}
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.3.3	4.83	Aut: 10 {B'}
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.3.5	4.83	Aut: 10 {C',B'}
Sub-grupo 4		Dif: 40, 30, 2 polos
SC1.3.2	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}
SC1.3.6	4.53	Aut: 10 {C',B',D'}
SC1.3.7	0.26	Aut: 10 {C',B',D'}
Subcuadro Cuadro individual 1.4	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.4.1	0.24	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.4.3	0.24	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.4.5	0.28	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 4		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.4.2	15.00	Aut: 16 {C,B}
SC1.4.4	1.09	Aut: 10 {C,B,D}
SC1.4.6	0.17	Aut: 10 {C',B',D'}
Subcuadro Cuadro individual 1.5	2.74	Aut: 10 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.5.1	1.98	Aut: 10 {C',B',D'}

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Esquema	I_B (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos
SC1.5.2	0.76	Aut: 10 {C',B',D'}
Subcuadro Cuadro individual 1.6	57.16	Aut: 63 {C,B,D}
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1	31.75	Aut: 32 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 4 polos
SC1.6.2.1	31.75	Aut: 32 {C,B,D}
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2	31.75	Aut: 32 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 4 polos
SC1.6.1.1	31.75	Aut: 32 {C,B,D}
Subcuadro Cuadro individual 1.7	25.65	Aut: 32 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 2 polos
SC1.7.1	25.65	Aut: 32 {C',B',D'}
Subcuadro Cuadro individual 1.8	40.59	Aut: 50 {C,B,D}
Sub-grupo 1		Dif: 63, 300, 4 polos
SC1.8.1	40.59	Aut: 50 {C,B}
Subcuadro Cuadro individual 1.9	25.55	Aut: 32 {C',B',D'}
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 2 polos
SC1.9.1	25.55	Aut: 32 {C',B',D'}

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que proviene de la captación de la radiación solar transformándola en electricidad utilizando paneles fotovoltaicos. Estos paneles están compuestos por células fotovoltaicas que capturan la luz solar, y gracias al efecto fotoeléctrico la convierten en corriente eléctrica.

A medida que la tecnología ha ido avanzando, los costes de instalación y mantenimiento de los sistemas solares se ha reducido significativamente, contribuyendo a la reducción de la dependencia de fuentes de energía no renovables y altamente contaminantes como es el petróleo y el gas.

Los principales componentes de una instalación fotovoltaico son:

3.1.1. PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles fotovoltaicos, también conocidos como módulos solares, son la pieza fundamental de los sistemas de energía solar fotovoltaica. En el proceso de fabricación de la célula fotovoltaica, el silicio, que cuenta con cuatro electrones de valencia (tetraivalente), se dopa con átomos trivalentes (como boro para dopaje positivo) en una capa y con átomos pentavalentes (como fósforo para dopaje negativo) en la otra.

Esta configuración genera tres regiones, una región tipo N, “dopada con electrones”, una región tipo P, “dopada con excesos de huecos” y una región intermedia conocida como la región de agotamiento, en la que los electrones por su propia carga han sido capaces de rellenar el exceso de huecos.

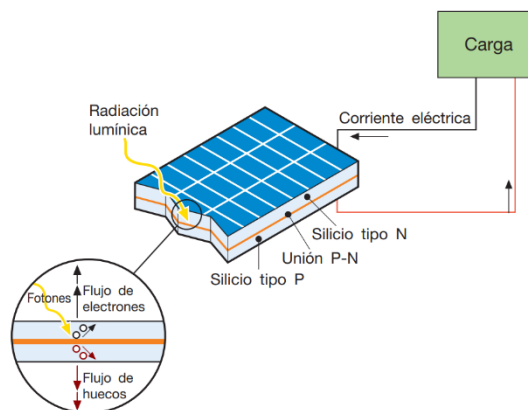


FIGURA 3.1 REGIONES DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

El efecto fotoeléctrico ocurre cuando la radiación solar incide sobre la placa, energizando los electrones y generando pares electrón-hueco. El campo interno generado de la unión P-N separa los electrones y huecos, impulsándolos a través de la región de agotamiento. Al conectar la célula

fotovoltaica a un conductor externo, se crea un circuito cerrado a través del cual la corriente fluye desde la capa tipo P hacia la N, siempre y cuando la célula esté expuesta a la luz solar.

Por último, como aspecto fundamental para entender cómo funcionan los paneles fotovoltaicos, se debe comentar la **curva característica de funcionamiento** de un panel. Esta define los punto de operación del mismo, siendo representada típicamente en un gráfico mediante la corriente en el eje Y, y la tensión en el eje X.

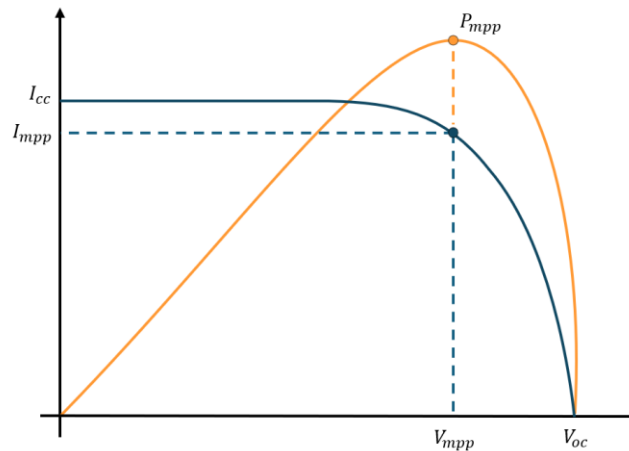


FIGURA 3.2 CURVA CARACTERÍSTICA DE FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL

Donde:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito.

V_{oc} : Tensión de circuito abierto.

I_{mpp} : Intensidad en el punto de máxima potencia.

V_{mpp} : Tensión en el punto de máxima potencia.

P_{mpp} : Potencia máxima del módulo.

La curva de funcionamiento I-V de un panel fotovoltaico está fuertemente influenciada por las condiciones ambientales, siendo la temperatura uno de los factores más significativos que afecta al rendimiento del módulo.

Es por ello, que las fichas de características de los paneles solares generalmente proporcionan sus datos bajo las **Standard Test Conditions (STC)**, que son unas condiciones de prueba estándar que incluyen una temperatura específica de 25°C, una irradiancia de 1000 W/m² y una masa de aire de 1.5. Incluyendo por otro lado coeficientes de temperatura que nos indican como afecta este parámetro a los parámetros principales del módulo, como es la intensidad de cortocircuito, la tensión de circuito abierto y la potencia máxima.

3.1.2. INVERSOR

En una instalación fotovoltaica la corriente generada por los paneles es producida en corriente continua (CC), sin embargo para ser utilizada por los receptores de las viviendas o vertida a la red, debe ser transformada en corriente alterna (AC). Es en ese momento en donde entra en juego el papel del inversor.

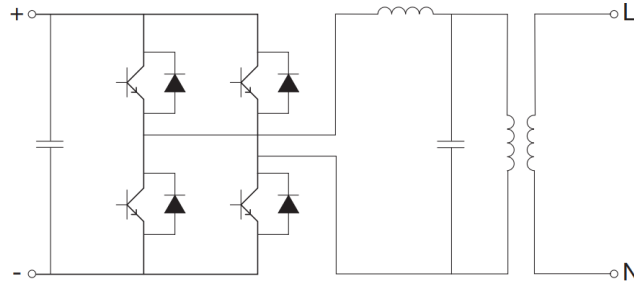


FIGURA 3.3 COMPONENTES INVERSOR FOTOVOLTAICO

El inversor fotovoltaico, modula la señal plana de corriente continua mediante señales de apertura y cierre en los transistores que lo forman, modulando la forma de onda de la señal tratando de hacerla lo mas parecida posible a una señal sinusoidal, similar a la electricidad suministrada por la red eléctrica convencional.

Otro aspecto fundamental de los inversores modernos es el **control MPPT (Maximun Power Point Tracking)**, para maximizar la eficiencia y la producción de energía del sistema solar. Esta función trata de monitorear en tiempo real la tensión y corriente en los paneles solares para determinar el punto de máxima potencia, que varía en función de la irradiación y la temperatura a la que está sometida el módulo.

La elección entre colocar paneles en serie o en paralelo está directamente influenciada por la tecnología MPPT. En sistemas en serie, la tensión de los paneles se suma, pero la corriente del sistema estará limitada por el módulo con menor intensidad. Esto puede resultar en un reducción significativa de la potencia del sistema si algún panel está sombreado, ya que el rendimiento global se ve afectado por el eslabón más débil.

Por esta razón, es crucial seleccionar un inversor que tenga múltiples canales de MPPT, cada uno adaptado a las características de los paneles conectados. Esta flexibilidad permite que el sistema se ajuste dinámicamente a cambios en la radiación solar, sombreado parcial o condiciones variables, maximizando así la producción de energía en todo momento.

3.2. TIPOS DE PLANTA FOTOVOLTAICAS

Según el cuaderno de aplicaciones técnicas nº10. Plantas fotovoltaicas (ABB) las instalaciones eléctricas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

“Conectadas a la red eléctrica (On-Grid)”: Son aquellas que están integradas con la red eléctrica convencional de distribución. Estos sistemas están interconectados con la red pública de electricidad a través de un medidor bidireccional, permitiendo así en algunos casos la compensación o venta de la energía excedente.

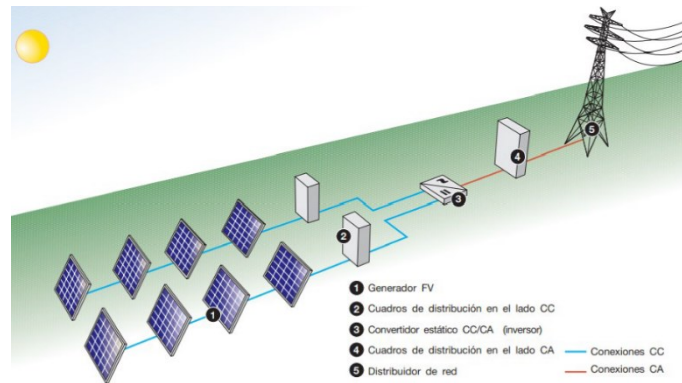


FIGURA 3.4 PLANTAS FOTOVOLTAICAS "ON-GRID"

Existen distintos tipos de instalaciones dentro de este grupo:

- a) Instalación de autoconsumo: Sistema fotovoltaico diseñado para cubrir las necesidades de electricidad de un consumidor en o de múltiples.
- b) Instalaciones con venta de electricidad: El sistema fotovoltaico se utiliza principalmente para vender electricidad a terceros.

“Aisladas de la red eléctrica (Off-Grid)”: Son sistemas aislados de la red eléctrica, la energía generada por los paneles se utiliza directamente para alimentar las cargas eléctricas del sistema, y en la mayoría de casos, los excedentes se almacenan en baterías para su posterior uso durante la noche o en días nublados.

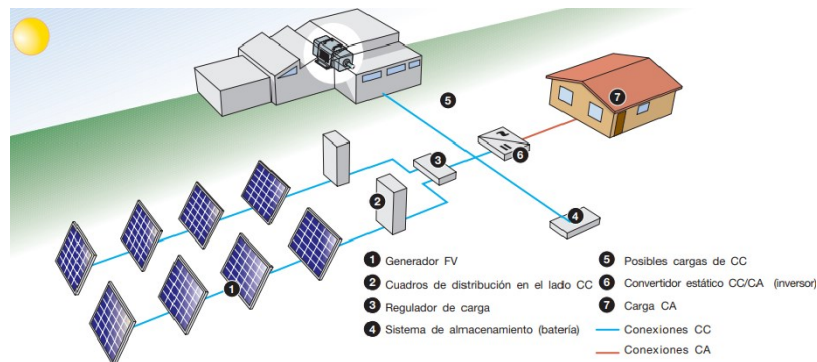


FIGURA 3.5 PLANTAS FOTOVOLTAICAS "OFF-GRID"

3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.3.1. ANÁLISIS DE LA CUBIERTA DEL POLIDEPORTIVO

La cubierta está situada a una altura de 11,5 metros sobre el nivel del suelo, tras analizar los edificios colindantes, ninguno cuenta con una altura superior, por lo que no existe riesgo de que se produzcan sombras en la cubierta, mas allá de las producidas por posibles nubes.

La superficie es de 1530 metros cuadrados orientados Norte-Sur, lo cual a priori, ofrece una amplia superficie sobre la que poder colocar este sistema de generación. Sin embargo, destacar que se ha cubierto de placas entorno al 50% de la superficie para no interferir con los captadores solares que están previstos de ser instalados en el pabellón.

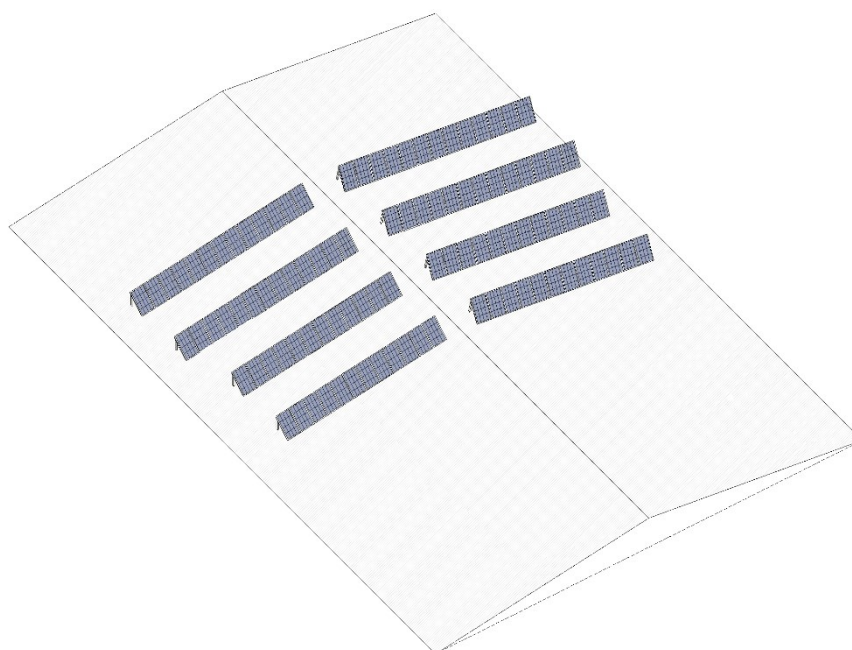


FIGURA 3.6 DISPOSICIÓN PLACAS FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA

La estructura de la cubierta ha sido diseñada para soportar una sobrecarga útil provocada por las 100 placas fotovoltaicas que ha previsto para la instalación suficiente que permite la instalación de placas fotovoltaicas.

3.3.2. ANÁLISIS DEL RECURSO SOLAR EN LA REGIÓN DE MURCIA

La irradiancia solar es la medida de la cantidad de radiación solar que incide sobre una superficie en un momento específico, expresada típicamente en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Sin embargo, debido a que la irradiancia solar varía a lo largo del día y del año, la ubicación geográfica y las condiciones atmosféricas, a la hora de dimensionar una instalación fotovoltaica se suele prestar mas atención al parámetro de la irradiación solar, que no representa otra cosa que la integral de la irradiancia a lo largo de un periodo de tiempo, esta se expresa en kilovatios-hora por metro cuadrado (kWh/m^2).

Estos datos de irradiación son fundamentales para dimensionar correctamente una instalación fotovoltaica, ya que proporcionan información crucial sobre la cantidad de energía solar disponible en la ubicación específica donde se proyecta el sistema.

La Región de Murcia es una de las comunidades autónomas con mayor radiación solar de la península, cuenta con más de 2800 horas de sol al año y una alta incidencia, ideal para la generación de energía fotovoltaica.

Aunque la región puede experimentar veranos muy calurosos, factor que reduce la eficiencia de los sistemas, este periodo de meses de temperaturas extremas se concentran principalmente durante Julio y Agosto, siendo mucho más moderadas el resto del año.

Por otro lado, los niveles de precipitaciones en la región son muy escasos con una media anual inferior a los 312 mm, que se concentran principalmente en otoño y primavera (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). El mes del año con menores precipitaciones fue julio con valores que no superaron los 3 mm, y el que mayores precipitaciones presentó fue septiembre con 42 mm.

TABLA 3.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES METEOROLÓGICOS EN LA REGIÓN DE MURCIA

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	9.6	10.7	13.3	16	19.6	24.1	26.5	26.6	23.1	19	13.2	10.1
Temperatura min. (°C)	4.6	5.2	7.2	9.8	13	17.3	20	20.6	17.7	13.9	8.5	5.5
Temperatura máx. (°C)	15.5	16.8	19.7	22.2	25.8	30.7	33.1	32.9	28.9	24.6	18.6	15.7
Precipitación (mm)	26	25	34	35	26	11	3	10	42	38	34	28
Humedad(%)	65%	59%	56%	54%	52%	48%	52%	56%	61%	66%	65%	70%
Días lluviosos (días)	4	3	3	4	3	2	1	2	4	4	4	4
Horas de sol (horas)	7.5	8.0	9.3	10.6	11.9	12.8	12.4	11.1	9.5	8.4	7.7	7.1

3.3.3. ELECCIÓN DE LAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

En la elección de las placas fotovoltaicas, se ha comparado los tres modelos provenientes de los principales productores a nivel mundial de módulos: LONGI-SOLAR, TRINA SOLAR y JINKO SOLAR. Estas marcas destacan por su reputación en la fabricación de paneles solares.

Para la elección del módulo óptimo, en el análisis comparativo se ha dado prioridad a la relación entre eficiencia y precio de cada módulo. Dado que disponemos de un espacio amplio en la cubierta del pabellón, hemos enfocado nuestra atención en encontrar opciones que ofrezcan un equilibrio óptimo entre rendimiento y coste. Esto nos ha permitido maximizar la producción de energía solar sin comprometer la rentabilidad del proyecto.

Las características principales obtenidas de las fichas técnicas de los modelos son:

	LONGI-SOLAR LR5-54HTB-430M	TRINA SOLAR TSM-500 NEG18R.28	JINKO SOLAR JKM550M-72HL4
Dimensiones (mm)	1722X1134X30	1961x1134x30	2278x1134x30
Potencia Pico (W)	430	500	550
Vmpp (V)	33.16	33.30	40.90
Impp (A)	12.97	14.97	13.45
Voc (V)	39.43	39.80	49.62
Isc (A)	14.00	15.83	14.03
Eficiencia (%)	22.00	22.50	21.29
Coste (€)	124.03	117.20	129.56

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se decide escoger el modelo de **placa solar TSM-500 NEG18R.28** de la empresa Trina Solar de potencia pico 500 W. Este panel ofrece una excelente relación eficiencia-coste.

3.3.4. INVERSOR FOTOVOLTAICO SELECCIONADO

Se ha seleccionado el inversor Huawei SUN2000-50KTL-M3 para la instalación fotovoltaica. Existen distintas alternativas en el mercado, sin embargo la elección de este modelo se justifica por su excepcional eficiencia del 98,00%. La potencia nominal de 50 kW del inversor se ajusta perfectamente a las necesidades de la instalación.



TABLA 3.2 RESUMEN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR

Inversor	Huawei SUN2000-50KTL-M2	
Rango de operación (V)	1100	V
	200	V
Corriente máxima por MPPT (I_max,mppt)	30	A
Intensidad de cortocircuito (I_cc,mppt)	40	A
Número de MPPT	4	

Una de las características más destacadas del inversor seleccionado es la inclusión de 4 entradas MPPT (Maximum Power Point Tracking). Esta configuración permite optimizar la captación de energía solar en diferentes condiciones de irradiación y temperatura. Además, el inversor está equipado con avanzadas protecciones integradas, incluyendo protección contra sobrecorriente, polaridad inversa y anti-isla, así como protecciones de Tipo II en DC y AC.

3.3.5. SOPORTE DE LAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

Para la instalación de las placas fotovoltaicas, existen dos posibles soluciones de anclaje:

- **Sistemas de sujeción de bloques de hormigón:** Estos sistemas son adecuados cuando se requiere una solución robusta y pesada para asegurar la estabilidad de las placas fotovoltaicas. Son particularmente útiles en condiciones de viento fuerte. Además, suelen ser una opción más económica en comparación con otras soluciones de anclaje. Sin embargo, una de sus desventajas es el aumento significativo del peso sobre la estructura del techo, lo cual puede requerir un refuerzo adicional de la cubierta.
- **Estructuras ligeras de perfiles de aluminio:** Estas estructuras, más ligeras, son ideales cuando es necesario mantener al mínimo la carga sobre la cubierta. Los perfiles de aluminio ofrecen buena resistencia a la corrosión y son relativamente fáciles de instalar. No obstante, su principal desventaja es el mayor costo en comparación con los sistemas de bloques de hormigón y la posible necesidad de mantenimiento debido a su exposición a condiciones climáticas extremas.



FIGURA 3.7 ESTRUCTURA LIGERA DE
PERFILES DE ALUMINIO

En el presente proyecto, se ha decidido utilizar **estructuras ligeras de perfiles de aluminio**. Esta decisión se ha tomado con el objetivo de reducir el peso que debe soportar la cubierta del polideportivo, garantizando así la integridad estructural del edificio y facilitando una instalación más sencilla.

3.3.6. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES

La instalación cuenta con 8 circuitos de corriente continua que convergen en 4 concentradores ubicados en la cubierta. Cada string de paneles está equipado con sus respectivas protecciones. Estos concentradores están conectados al inversor, ubicado en el cuarto de instalaciones de la planta baja, junto al Cuadro de Mando y Protección General.

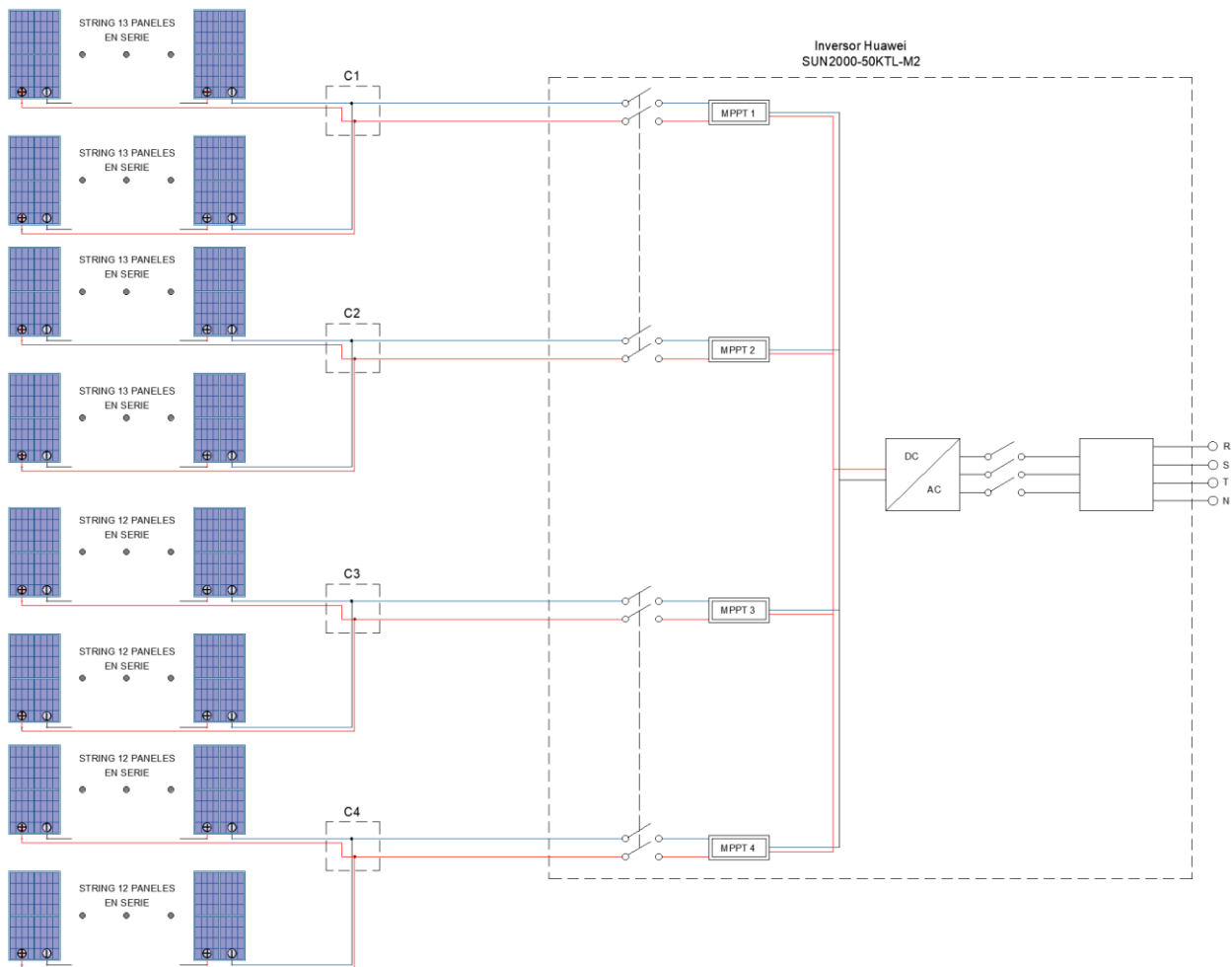


FIGURA 3.8 ESQUEMA INSTALACIÓN PREVISTA

En general, se han utilizado los mismos criterios de cálculo mencionados en el apartado "2.4 CRITERIOS DE CÁLCULO". No obstante, es importante destacar algunas particularidades específicas de las instalaciones fotovoltaicas.

De acuerdo con el punto 5 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, "Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador" (Boletín Oficial del Estado, 2002).

Por lo tanto, la corriente de diseño se determina mediante la siguiente fórmula:

$$I_B = 1,25 * I_N$$

Donde:

- I_B : Corriente de diseño (A).
- I_C : Corriente nominal (A).

Además, el mismo punto del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión especifica que "La caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal" (Boletín Oficial del Estado, 2002).

Con base en estas directrices, se han establecido los siguientes límites de caída de tensión porcentual para los diferentes tramos de la instalación:

- Caída de tensión porcentual para tramos desde *strings* – concentradores lineales: $\varepsilon < 0,5 \%$
- Caída tensión porcentual para tramos desde concentradores lineales – inversor: $\varepsilon < 1 \%$
- Caída tensión porcentual para tramo desde inversor – cuadro conexión a Red: $\varepsilon < 1,5 \%$

Con ello, los resultados obtenidos en los cálculos de la instalación son los siguientes:

TABLA 3.3 RESULTADOS OBTENIDOS TRAS EL DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES

Línea	Longitud (m)	C.D.T Acum. (%)	Sección (mm ²)
MPPT1.1 - C1	15,3	0,11	6
MPPT1.2 - C1	15,3	0,11	6
MPPT2.1 - C2	15,3	0,11	6
MPPT2.2 - C2	15,3	0,11	6
MPPT3.1 - C3	14,4	0,09	6
MPPT3.2 - C3	14,4	0,09	6
MPPT4.1 - C4	14,4	0,09	6
MPPT4.2 - C4	14,4	0,09	6
C1 - INV	47,33	0,69	25
C2 - INV	51,83	0,79	25
C3 - INV	56,33	0,87	25
C4 - INV	60,83	0,98	25
INV - RED	3	1,09	16

3.3.7. CANALIZACIONES

Este tipo de líneas se suelen instalar sin tubo de protección, fijadas sobre estructuras y cierres, sin embargo para nuestra instalación, posicionándonos siempre en el lado de la seguridad, se ha decidido instalar bajo tubo. La sección del tubo protector se ha determinado según lo que estipula la ITC-BT-21 apartado 1.2 "Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación".

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

TABLA 3.4 DIÁMETROS EXTERIORES MÍNIMOS DE LOS TUBOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO Y LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES A CONDUCIR

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

Además, para cada serie de strings, se ha elegido un conductor unipolar de cobre aislado con polietileno reticulado (XLPE), RZ1-K.

TABLA 3.5 RESUMEN CANALIZACIONES EMPLEADAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Circuitos interiores de la instalación				
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación	
MPPT1.1 – C1	15,3	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT1.2 – C1	15,3	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT2.1 – C2	15,3	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT2.2 – C2	15,3	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT3.1 – C3	14,4	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT3.2 – C3	14,4	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT4.1 – C4	14,4	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
MPPT4.2 – C4	14,4	2x 6mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	
C1 - INV	47,33	2x 25mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=32 mm	
C2 - INV	51,83	2x 25mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=32 mm	
C3 - INV	56,33	2x 25mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=32 mm	
C4 - INV	60,83	2x 25mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=32 mm	
INV - CGMP	3	3x 16mm ² RZ1-K	Tubo Superficial D=20 mm	

3.3.8. PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Circuito de CC

Los fusibles se instalarán en la cubierta de la nave, donde se encuentran los strings. Tendrán una intensidad nominal mínima de 20 A para proteger cada string de módulos fotovoltaicos. Estos dispositivos están específicamente diseñados para aplicaciones fotovoltaicas, con curvas

características que aseguran una rápida desconexión en caso de sobrecorrientes, minimizando así el riesgo de daños a los módulos y al cableado.

Por otro lado, se ha previsto el uso de interruptores automáticos justo antes de la entrada del inversor. Asegurando así que cualquier sobrecarga o cortocircuito en la línea de CC sea inmediatamente detectado y gestionado antes de afectar al inversor. La instalación se llevará a cabo en cajas de protección adecuadas que faciliten el acceso para el mantenimiento y la operación.

Adicionalmente, se ha previsto la protección de sobretensiones para proteger el sistema contra picos de voltaje que puedan dañar los componentes electrónicos y los módulos fotovoltaicos. Los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) se instalarán tanto en la parte de corriente continua como en la parte de corriente alterna del sistema fotovoltaico.

Circuito de AC

En el cuadro general de protección se han instalado las protecciones necesarias para la línea de corriente alterna generada por el inversor fotovoltaico. Estas protecciones son muy importantes para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema, protegiendo tanto a las personas como a los equipos involucrados.

Se ha instalado un interruptor diferencial con el objetivo de proteger contra fallos a tierra y choques eléctricos. Al detectar una fuga, el interruptor diferencial desconecta automáticamente el circuito, proporcionando una protección inmediata. La sensibilidad del interruptor diferencial se ha seleccionado para detectar pequeñas fugas de corriente, garantizando así una protección óptima.

Para complementar la protección proporcionada por el interruptor diferencial, se ha instalado un interruptor automático en la entrada del cuadro general de protección. Este dispositivo, como se ha mencionado anteriormente, está diseñado para desconectar el circuito automáticamente en caso de sobrecargas o cortocircuitos.

Con todo ello, se muestra a continuación un resumen de las protecciones utilizadas en la instalación fotovoltaica:

TABLA 3.6 RESUMEN PROTECCIONES EMPLEADAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Línea	1,25*Isc (A)	Voc (V)	Protecciones	
			Tipo	In (A)
MPPT1.1 - C1	19,79	517,40	Fusible gV	20
MPPT1.2 - C1	19,79	517,40	Fusible gV	20
MPPT2.1 - C2	19,79	517,40	Fusible gV	20
MPPT2.2 - C2	19,79	517,40	Fusible gV	20
MPPT3.1 - C3	19,79	477,60	Fusible gV	20
MPPT3.2 - C3	19,79	477,60	Fusible gV	20

MPPT4.1 - C4	19,79	477,60	Fusible gV	20
MPPT4.2 - C4	19,79	477,60	Fusible gV	20
C1 - INV	39,58	517,40	IA	40
C2 - INV	39,58	517,40	IA	40
C3 - INV	39,58	477,60	IA	40
C4 - INV	39,58	477,60	IA	40
INV - RED	90,21	400	IA	100
			DIF	100, 30 mA

3.4. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se conectará al sistema de puesta a tierra general de la instalación eléctrica del pabellón donde se ubicará. Al compartir un único sistema de puesta a tierra, se asegura que todas las partes metálicas y conductoras estén al mismo potencial, reduciendo el riesgo de descargas eléctricas peligrosas.

En particular, se deberá tener en cuenta:

- **Conexión de la estructura:** Las estructuras metálicas de soporte de los módulos fotovoltaicos deben estar firmemente conectadas a la red de puesta a tierra. Se realizarán mediante conductores de cobre que conecten cada parte de la estructura al sistema de tierra.
- **Conexión del lado DC y AC:** La conexión de la puesta a tierra tanto del lado de corriente continua (DC) como de corriente alterna (AC) de la instalación fotovoltaica debe cumplir con la UNE-HD 60364 y las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) aplicables, que regulan las instalaciones de fotovoltaicas.

3.5. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ANUAL

Mediante el software de acceso público **PVGIS (Unión Europea)** se ha podido evaluar el recurso solar en la ubicación exacta en la que se tiene previsto la instalación de las placas fotovoltaicas. Esta herramienta utiliza datos de alta calidad y resolución para orientar y determinar la orientación ideales para el diseño de la instalación.

Siendo las coordenadas del emplazamiento:

Latitud = 37,5818 grados

Longitud = 1,0758 grados

PVGIS ha obtenido los siguientes valores óptimos:

Angulo óptimo de inclinación (°)	35
Angulo óptimo de Acimut (°)	0
Producción anual de energía fotovoltaica (kWh)	80012.68
Irradiación anual en el plano (kWh/m2)	2085

Por tanto, para un ángulo óptimo de inclinación de 35 grados se obtienen los valores de irradiación en kWh/m² en cada mes según se observa en la Figura 3.9 :

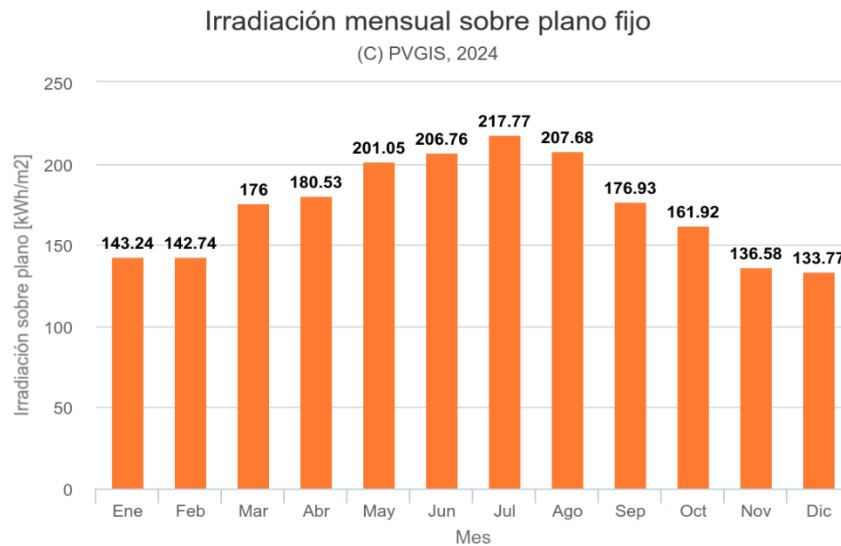


FIGURA 3.9 IRRADIACIÓN MENSUAL SOBRE PLANO PREVISTA

Las horas solares pico representan la energía solar incidente sobre un metro cuadrado de superficie y varían según la ubicación geográfica y la época del año. Utilizando los valores proporcionados por PVGIS y utilizando la siguiente ecuación, se procede al cálculo del número de horas de sol pico que se registran mensualmente en la parcela.

$$\frac{HSP}{mes} (h) = \frac{E(Wh/m^2)}{1000 (W/m^2)}$$

Siendo:

- *HSP/mes*: Número de horas solares pico que se producen en un mes en función de la latitud y la longitud donde se instalan los módulos (h).
- *E*: Irradiación solar mensual (Wh/m²).

La producción mensual de energía prevista que generará nuestra instalación será, se calculará:

$$Producción_{mensual} = HSP_{mensual} * Potencia\ pico * Días\ del\ mes$$

Siendo:

Potencia pico: Potencia pico prevista de la instalación fotovoltaica.

Con todo ello, se prevé que la instalación fotovoltaica genere una energía mensual de:

TABLA 3.7 PREVISIÓN MENSUAL DE LA ENERGÍA GENERADA POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

MES	Irradiación (kWh/m ²)/mes	Días/mes	Irradiación (kWh/m ²)/día	HSP (h)	Energía FV (kW/día)	Energía FV (kW/mes)
Enero	143,24	31	4,62	4,62	231,03	7162,00
Febrero	142,74	28	5,10	5,10	254,89	7137,00
Marzo	176	31	5,68	5,68	283,87	8800,00
Abril	180,53	30	6,02	6,02	300,88	9026,50
Mayo	201,05	31	6,49	6,49	324,27	10052,50
Junio	206,76	30	6,89	6,89	344,60	10338,00
Julio	217,77	31	7,02	7,02	351,24	10888,50
Agosto	207,68	31	6,70	6,70	334,97	10384,00
Septiembre	176,93	30	5,90	5,90	294,88	8846,50
Octubre	161,92	31	5,22	5,22	261,16	8096,00
Noviembre	136,58	30	4,55	4,55	227,63	6829,00
Diciembre	133,77	31	4,32	4,32	215,76	6688,50

3.6. PREVISIÓN DE CONSUMOS

Al tratarse de una obra de nueva construcción, no ha sido posible realizar un estudio de consumo sobre las facturas existentes. Sin embargo, siendo concededores de los equipos instalados y perfil horario de apertura y cierre del pabellón, se ha previsto un perfil de consumos que nos ayudará a aproximar el ahorro energético que supondrá la instalación fotovoltaica, así como el periodo de retorno de la inversión realizada.

Para ello, se han considerado variaciones en la climatización, la iluminación y el uso de equipos dependiendo de la estación del año (invierno, primavera, verano, otoño). Estos perfiles reflejarán cambios en la demanda de calefacción y aire acondicionado, así como posibles variaciones en el uso del pabellón.

Se ha considerado según la estación:

- **Invierno (Diciembre, Enero y Febrero):** Se produce un uso intensivo de la iluminación debido a la menor cantidad de horas solares, además de un gran uso de energía de calefacción.
- **Primavera (Marzo, Abril y Mayo) y Otoño (Septiembre, Octubre y Noviembre):** Menor uso de la iluminación debido a días mas largos. Uso moderado de la calefacción/aire acondicionado.
- **Verano (Junio, Julio y Agosto):** Se prevé un uso muy reducido de la iluminación y mayor uso del aire acondicionado.

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Con todo ello se prevé un tiempo de uso diario:

TABLA 3.8 PREVISIÓN DE USO DIARIO DE LOS RECEPTORES

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Iluminación	12h/día	8h/día	6h/día	8h/día
Climatización	10h/día	6h/día	12h/día	6h/día
Ventilación	10h/día	6h/día	12h/día	6h/día
Aeroterminia	10h/día	6h/día	3h/día	6h/día
Tomas Corriente	6h/día	6h/día	6h/día	6h/día
Recargar EV	8h/día	8h/día	8h/día	8h/día

Conociendo las potencias instaladas y las horas previstas de uso se puede crear un perfil de consumo anual:

TABLA 3.9 CONSUMO DIARIO PREVISTO

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Iluminación	141,30	94,20	70,65	94,20
Climatización	176,50	105,90	211,80	105,90
Ventilación	52,56	31,54	63,07	31,54
Aeroterminia	31,50	18,90	9,45	18,90
Tomas Corriente	45,90	45,90	45,90	45,90
Recargar EV	211,20	211,20	211,20	211,20
Total/día (kWh/día)	658,96	507,64	612,07	507,64

Para cada estación, teniendo en cuenta el número de días que tiene cada mes en 2023, se obtiene la potencial demandada estacional. Destacar que se ha supuesto que el centro cierra un día a la semana:

- Invierno: Enero (27 días) + Febrero (24 días) + Diciembre (27 días)
- Primavera: Marzo (27 días) + Abril (26 días) + Mayo (27 días)
- Verano: Junio (26 días) + Julio (27 días) + Agosto (27 días)
- Otoño: Septiembre (26 días) + Octubre (27 días) + Noviembre (26 días)

Con ello, obtenemos un consumo anual previsto del pabellón de **181.079,30 kWh/año**.

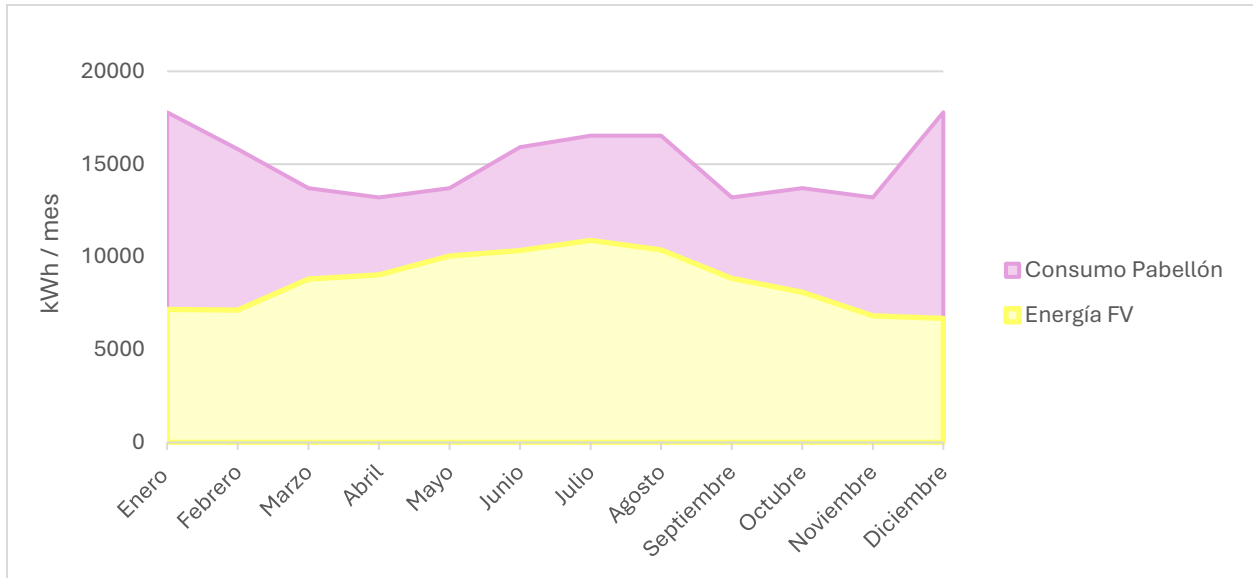


FIGURA 3.10 CONSUMO MENSUAL PREVISTO PABELLÓN VS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PREVISTA

3.7. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

3.7.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

- Escenario de consumo diario previsto

Conociendo los horarios de apertura (09:00 h) y cierre (21:00 h) del pabellón, se ha distribuido el consumo eléctrico esperado para cada equipo según el uso previsto de las instalaciones. En particular, se ha anticipado una mayor demanda energética durante las tardes (17:00 h - 21:00 h) debido a la utilización intensiva del pabellón en ese periodo, lo que incluye actividades deportivas y otros eventos que requieren un uso intensivo de iluminación, climatización y otros sistemas.

Este gráfico representa de manera visual cómo se espera que varíe el consumo energético del pabellón deportivo a lo largo del día, diferenciando entre invierno, primavera/otoño, y verano.

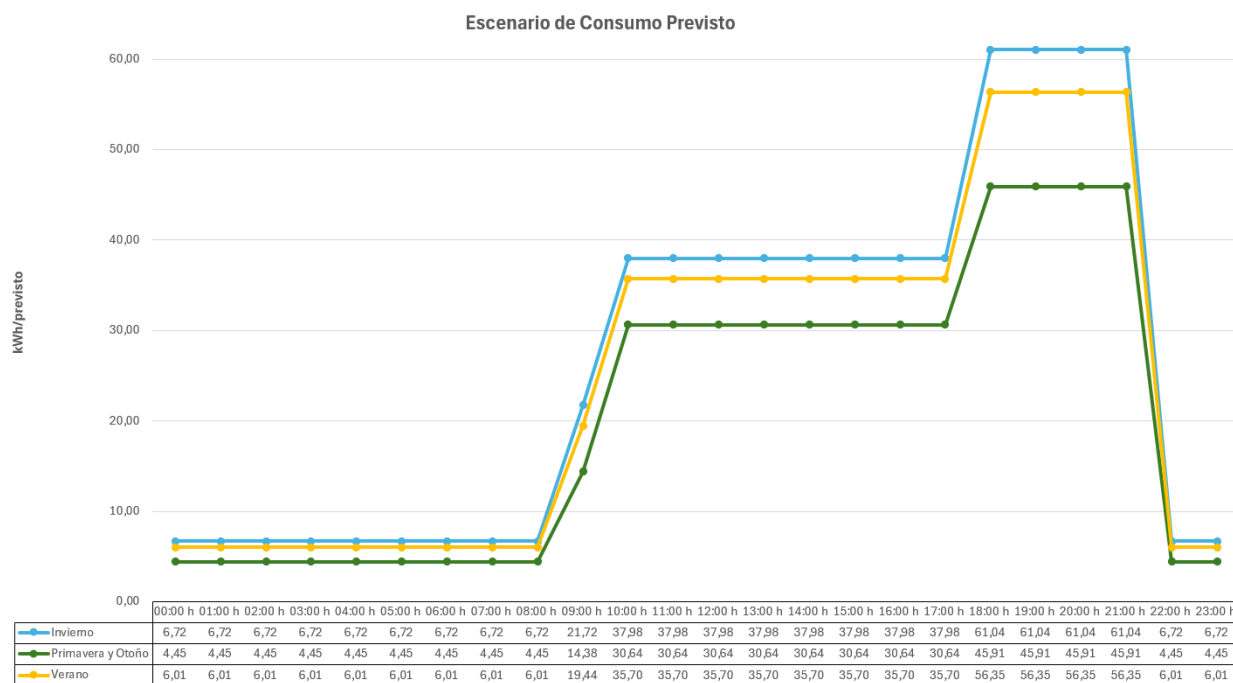


FIGURA 3.11 ESCENARIO DE CONSUMO PREVISTO

- Precio de compra de la electricidad

En el contexto del estudio de viabilidad para la instalación fotovoltaica en el pabellón deportivo, es fundamental comprender las diferentes opciones de tarifas eléctricas disponibles en el mercado, ya que la elección de la tarifa impacta directamente en los cálculos de ahorro y en la evaluación económica del proyecto. Las tarifas eléctricas pueden clasificarse en varios tipos según cómo se estructuran los precios del kilovatio-hora (kWh):

1. **Tarifas de Precio Fijo:** Mantienen un precio constante por kWh durante todo el año, independientemente del momento en que se consuma la electricidad.
2. **Tarifas de Precio Variable:** El precio del kWh varía en función de las fluctuaciones del mercado eléctrico. Puede cambiar a lo largo del día, siendo más bajo en algunos periodos y más alto en otros.
3. **Tarifas con Discriminación Horaria:** Dividen el día en franjas horarias con diferentes precios. Generalmente, las horas punta tienen un precio más alto, mientras que las horas valle ofrecen un precio reducido.
4. **Tarifas Indexadas:** Están vinculadas directamente al mercado mayorista, por lo que los precios fluctúan con mayor frecuencia.

Tratando de optimizar los costes energéticos, se ha decidido aplicar una **Tarifa con Discriminación Horaria** en la que se divida el día en varias franjas horarias con diferentes precios por kWh. En España, las este tipo de tarifas suelen dividir el día en tres franjas horarias:

- **Horas Punta** (10:00h-14:00h y 18:00h-22:00h): Normalmente las horas con mayor demanda energética, donde el precio del kWh es más alto. Durante 2023, el coste medio fue aproximadamente **0,15479 €/kWh**.
- **Horas Llano** (08:00h-10:00h , 14:00h-18:00h y 22:00h – 00:00h): Periodos intermedios con un precio moderado. El coste medio en estas horas fue de **0,12619 €/kWh**.
- **Horas Valle** (00:00h – 08:00h): Horas con menor demanda (generalmente nocturnas o de madrugada) donde el precio del kWh es más bajo. El coste medio en estas horas fue de **0,10942 €/kWh**.

Los datos sobre las tarifas eléctricas durante 2023 han sido obtenidos de varias fuentes. Entre ellas destacar el informe de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) que proporciona un análisis detallado de las tarifas eléctricas, y los datos presentados en sitios especializados como Selectra y Tarifa Luz. Se adjunta en el Anexo correspondiente los links a las páginas correspondientes.

- **Energía producida prevista**

Se ha utilizado un modelo basado en la curva gaussiana, que simula cómo la producción solar previamente calculada, tiende a concentrarse alrededor del mediodía, cuando el sol está en su punto más alto.

$$Curva\ FV = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2 * \pi}} * \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2 * \sigma^2}\right)$$

Siendo:

x : Hora del día

μ : Hora media del día

σ : Desviación estándar donde $\sigma = \frac{\text{Horas solares}}{3.5}$

Así para cada estación quedó:

Invierno:

- Horas de luz: 08:00h – 18:00h
- Hora central(μ): 13:00h
- Desviación estándar (σ): 2,5 horas

Primavera:

- Horas de luz: 07:00h – 20:00h
- Hora central(μ): 13:00h y 14:00h
- Desviación estándar (σ): 3,5 horas

Verano:

- Horas de luz: 06:00h – 21:00h
- Hora central(μ): 14:00h – 15:00h
- Desviación estándar (σ): 4 horas

Otoño:

- Horas de luz: 07:00h – 19:00h
- Hora central(μ):
- Desviación estándar (σ): 3 horas

Finalmente, una vez determinados todos los parámetros de la curva gaussiana, se pudo distribuir la energía diaria total generada por la instalación fotovoltaica a lo largo de las horas de luz. Esto

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

se hizo calculando los valores de la función para cada hora del día dentro del periodo de luz solar, y normalizando los resultado para asegurar que la suma de la energía distribuida en todas las horas coincidiese con la producción diaria total estimada.

TABLA 3.10 PERFIL DE PRODUCCIÓN SOLAR PREVISTA

Estación	HSP	Energía FV (kW/día)	Energía FV (kWh)/día				
			INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	
Invierno	4,68	233,89	0	0	0	0	
Primavera	6,06	303,01	0	0	0	0	
Verano	6,87	343,60	0	0	0	0	
Otoño	5,22	261,23	0	0	0	0	
			00:00 h	0	0	0	0
			01:00 h	0	0	0	0
			02:00 h	0	0	0	0
			03:00 h	0	0	0	0
			04:00 h	0	0	0	0
			05:00 h	0	0	0	0
			06:00 h	0	0	6,3	0
			07:00 h	0	6,59	9,76	4,94
			08:00 h	5,31	10,75	14,2	9,09
			09:00 h	10,9	16,16	19,41	14,99
			10:00 h	19,09	22,41	24,92	22,12
			11:00 h	28,48	28,62	30,06	29,2
			12:00 h	36,21	33,70	34,06	34,5
			13:00 h	39,22	36,57	36,26	36,47
			14:00 h	36,21	36,57	36,26	34,5
			15:00 h	28,48	33,7	34,06	29,2
			16:00 h	19,09	28,62	30,06	22,12
			17:00 h	10,9	22,41	24,92	14,99
			18:00 h	0	16,16	19,41	9,09
			19:00 h	0	10,75	14,2	0
			20:00 h	0	0	9,76	0
			21:00 h	0	0	0	0
			22:00 h	0	0	0	0
			23:00 h	0	0	0	0

- **Coste de la factura eléctrica**

Para determinar el coste energético asociado al pabellón deportivo, se utilizó el desglose eléctrico anteriormente mencionado y se le aplicó la Tarifa con Discriminación Horaria, pudiendo así obtener con precisión el coste estimado diario de operación del edificio en cada una de las distintas estaciones del año. Finalmente, conociendo el número de días mensuales en los que el centro estará operativo, se pudo proyectar el coste anual de la instalación.

Paralelamente, al conocer la energía que se espera que produzca la instalación fotovoltaica en cada día según la estación, se han simulado dos escenarios distintos para evaluar el impacto económico.

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

- **Primer escenario:** Se utiliza el sistema antivertido que evita la inyección de excedentes de energía a la red.
- **Segundo escenario:** Consideramos la venta de los excedentes de energía a la red eléctrica a un precio de 0,075 €/kWh.

Estos dos escenarios nos permiten comparar el impacto financiero de optar por una gestión más conservadora de la energía, utilizando el sistema antivertido, frente a una estrategia que maximiza el aprovechamiento de la energía generada mediante la venta de excedentes.

Con todo ello, los resultado que se han obtenido se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 3.11 COSTE DE LA FACTURA ELÉCTRICA EN TRES ESCENARIOS

	Días/mes	SIN FV	FV SIN EXCEDENTES	FV CON EXCEDENTES
Enero	27	2.474,28 €	1.587,59 €	1.585,08 €
Febrero	24	2.199,36 €	1.411,19 €	1.408,96 €
Marzo	27	1.896,75 €	854,98 €	797,85 €
Abril	26	1.826,50 €	823,32 €	768,30 €
Mayo	27	1.896,75 €	854,98 €	797,85 €
Junio	26	2.210,31 €	1.006,82 €	980,82 €
Julio	27	2.295,32 €	1.045,54 €	1.018,54 €
Agosto	27	2.295,32 €	1.045,54 €	1.018,54 €
Septiembre	26	1.826,50 €	944,26 €	906,62 €
Octubre	27	1.896,75 €	980,58 €	941,49 €
Noviembre	26	1.826,50 €	944,26 €	906,62 €
Diciembre	27	2.474,28 €	1.587,59 €	1.585,08 €
Coste Factura/Año:		25.118,61 €	13.086,65 €	12.715,78 €

Con estas consideraciones previas, se ha establecido una base sólida para llevar a cabo un estudio de viabilidad realista y fundamentado que nos permitirá evaluar la rentabilidad del proyecto fotovoltaico.

3.7.2. AHORRO ACUMULADO

En este apartado, se presenta un análisis del ahorro acumulado que se puede lograr mediante la implementación de una instalación fotovoltaica en el pabellón deportivo, considerando un periodo de 25 años, que es la duración garantizada por el fabricante de las placas fotovoltaicas.

TABLA 3.12 AHORRO ACUMULADO TRAS 25 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

AHORRO ACUMULADO			
Año	Rendimiento FV	FV	
		SIN EXC.	CON EXC.
1	100,00%	12.031,96 €	12.402,83 €
2	99,50%	23.998,49 €	24.742,08 €
3	99,00%	35.899,58 €	37.017,75 €
4	98,50%	47.735,24 €	49.229,85 €
5	98,00%	59.505,47 €	61.378,36 €
6	97,50%	71.210,26 €	73.463,30 €
7	97,00%	82.849,62 €	85.484,65 €
8	96,50%	94.423,55 €	97.442,43 €
9	96,00%	105.932,04 €	109.336,63 €
10	95,50%	117.375,10 €	121.167,25 €
11	95,00%	128.752,73 €	132.934,29 €
12	94,50%	140.064,93 €	144.637,75 €
13	94,00%	151.311,69 €	156.277,64 €
14	93,50%	162.493,01 €	167.853,94 €
15	93,00%	173.608,91 €	179.366,67 €
16	92,50%	184.659,37 €	190.815,81 €
17	92,00%	195.644,40 €	202.201,38 €
18	91,50%	206.563,99 €	213.523,37 €
19	91,00%	217.418,15 €	224.781,78 €
20	90,50%	228.206,88 €	235.976,61 €
21	90,00%	238.930,18 €	247.107,86 €
22	89,50%	249.588,04 €	258.175,53 €
23	89,00%	260.180,47 €	269.179,63 €
24	88,50%	270.707,46 €	280.120,14 €
25	88,00%	281.169,03 €	290.997,08 €

Comparando los dos escenarios evaluados, se observa que ambos enfoques ofrecen una reducción significativa en los costes de la factura eléctrica del pabellón deportivo. Sin embargo, como era de esperar, el escenario que incluye la venta de excedentes genera un ahorro económico de entorno a los 10.000 € tras los 25 años de operación.

3.7.3. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es una medida que nos permite calcular el valor presente de los flujos de caja futuros que generará una inversión, descontados a una tasa de interés específica (tasa de descuento).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_o$$

Donde:

FC_t : Flujo de Caja Neto en el periodo t . Representa los ingresos netos que se esperan recibir en cada periodo como resultado de la inversión.

i : Tasa de descuento o interés. Representa el coste de oportunidad del capital, es decir, la tasa mínima de retorno que se espera por la inversión.

I_o : Inversión inicial.

En conclusión, el VAN nos indica la diferencia entre el valor presente de los ingresos futuros que se espera que genere el proyecto y la inversión inicial necesaria para llevarlo a cabo. Es por ello que un VAN positivo sugiere que el proyecto es rentable, ya que los ingresos futuros, descontados al valor presente, superan la inversión inicial.

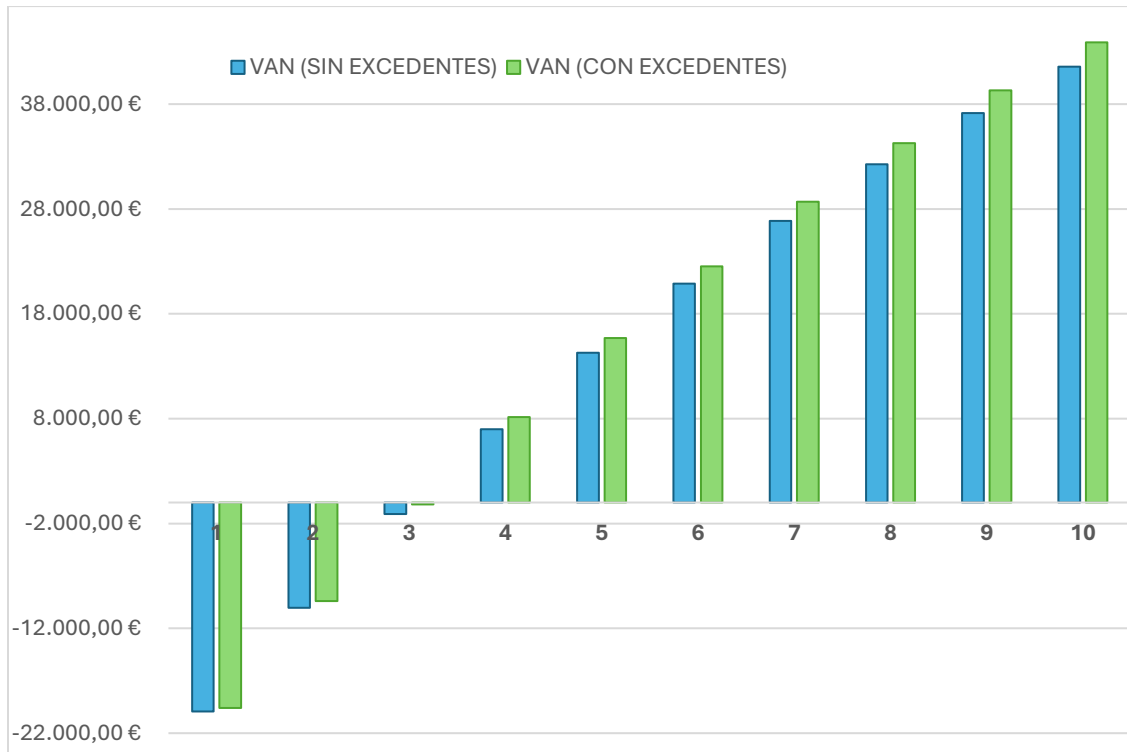


FIGURA 3.12 VAN (SIN EXCEDENTES) VS VAN (CON EXCEDENTES)

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

TABLA 3.13 RESUMEN VAN ANUAL PREVISTO

Año	Rend. FV (%)	SIN EXC		CON EXC	
		Ahorro anual (€)	VAN	Ahorro anual (€)	VAN
1	100,00%	12.031,96 €	- 19.940,25 €	12.402,83 €	- 19.603,10 €
2	99,50%	11.966,53 €	- 10.050,56 €	12.339,25 €	- 9.405,37 €
3	99,00%	11.901,09 €	- 1.109,10 €	12.275,67 €	- 182,48 €
4	98,50%	11.835,66 €	6.974,82 €	12.212,09 €	8.158,55 €
5	98,00%	11.770,23 €	14.283,20 €	12.148,51 €	15.701,82 €
6	97,50%	11.704,79 €	20.890,26 €	12.084,94 €	22.523,45 €
7	97,00%	11.639,36 €	26.863,09 €	12.021,36 €	28.692,31 €
8	96,50%	11.573,93 €	32.262,41 €	11.957,78 €	34.270,70 €
9	96,00%	11.508,49 €	37.143,14 €	11.894,20 €	39.315,00 €
10	95,50%	11.443,06 €	41.554,93 €	11.830,62 €	43.876,21 €
11	95,00%	11.377,63 €	45.542,72 €	11.767,04 €	48.000,49 €
12	94,50%	11.312,19 €	49.147,13 €	11.703,46 €	51.729,57 €
13	94,00%	11.246,76 €	52.404,92 €	11.639,88 €	55.101,23 €
14	93,50%	11.181,33 €	55.349,31 €	11.576,30 €	58.149,64 €
15	93,00%	11.115,89 €	58.010,37 €	11.512,73 €	60.905,69 €
16	92,50%	11.050,46 €	60.415,27 €	11.449,15 €	63.397,36 €
17	92,00%	10.985,03 €	62.588,60 €	11.385,57 €	65.649,93 €
18	91,50%	10.919,59 €	64.552,59 €	11.321,99 €	67.686,29 €
19	91,00%	10.854,16 €	66.327,33 €	11.258,41 €	69.527,13 €
20	90,50%	10.788,73 €	67.931,00 €	11.194,83 €	71.191,17 €
21	90,00%	10.723,30 €	69.380,05 €	11.131,25 €	72.695,35 €
22	89,50%	10.657,86 €	70.689,32 €	11.067,67 €	74.054,96 €
23	89,00%	10.592,43 €	71.872,27 €	11.004,09 €	75.283,88 €
24	88,50%	10.527,00 €	72.941,03 €	10.940,52 €	76.394,62 €
25	88,00%	10.461,56 €	73.906,59 €	10.876,94 €	77.398,52 €

En el escenario sin la venta de excedentes, el VAN calculado asciende a **73,906.59 €**. Este resultado, claramente positivo, indica que la inversión en la instalación fotovoltaica generará un valor neto significativo a lo largo de su vida útil de 25 años. Por otro lado, el VAN en el escenario con la venta de excedentes es de **77,398.52 €**. Aunque el incremento en el VAN es moderado, vender los excedentes mejora el retorno global del proyecto, aumentando el valor presente neto de los flujos de caja generados por la instalación fotovoltaica.

3.7.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), por su parte, es la tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea igual a cero. En otras palabras, la TIR es la tasa de rendimiento esperada del proyecto. Si la TIR de un proyecto es superior al coste del capital o a la tasa de descuento utilizada, el proyecto es considerado rentable.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I_o = 0$$

La TIR es especialmente útil para comparar diferentes proyectos de inversión, ya que proporciona una tasa de retorno porcentual que puede ser fácilmente comparada con otras oportunidades de inversión o con la tasa mínima requerida por los inversores.

La TIR calculada para el escenario sin la venta de excedentes es de **25.60%**. Esta tasa de retorno es considerablemente superior a la tasa de descuento utilizada en el análisis (10%), lo que indica que la inversión es sólida y generará un retorno significativo por encima del coste del capital. Una TIR del 25.60% demuestra que el proyecto es rentable, incluso sin considerar los ingresos por la venta de excedentes, lo que subraya que la instalación fotovoltaica es una inversión atractiva.

En el escenario con la venta de excedentes, la TIR se incrementa ligeramente a **26.75%**. Este aumento, aunque pequeño, refuerza la idea de que vender los excedentes de energía mejora la rentabilidad del proyecto. Con una TIR de 26.75%, este escenario ofrece un retorno aún más favorable, indicando que el proyecto no solo es viable, sino que también se optimiza al vender los excedentes, maximizando los beneficios para el inversor.

3.8. SELECCIÓN DEL MODELO DE AUTOCONSUMO SEGÚN RD 244/2019

El Real Decreto 244/2019 aprobado por el Boletín Oficial del Estado (BOE), establece el marco regulatorio para la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable. Cabe destacar las clasificación de autoconsumo que se establece en función de los excedentes generados por las placas solares.

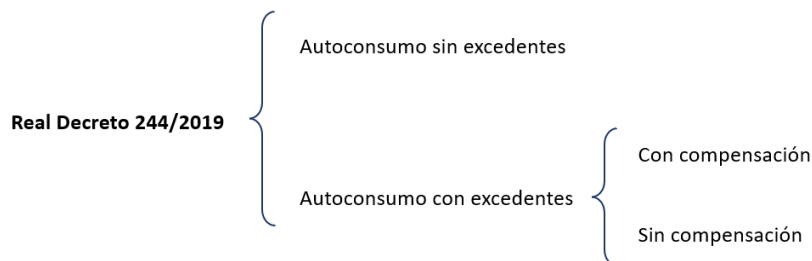


FIGURA 3.13 MODELOS DE AUTOCONSUMO ESTABLECIDOS EN EL RD244/2019

Autoconsumo sin excedentes: Se produce en instalaciones en las que no se genera más energía que la demandada por la instalación, esto se garantiza con un sistema de anti vertido que impide la inyección de energía eléctrica.

Autoconsumo con excedentes: Se definen dos tipos:

Acogido a compensación: La energía que no es capaz de consumir nuestro sistema en ciertos periodos del día (excedentes), es vertida a la red y compensada en la factura eléctrica por la comercializadora.

Sin compensación: La energía producida se vierte a red y debe ser vendida en el mercado eléctrico al igual que una empresa productora de energía.

La elección de la modalidad para instalaciones con una potencia instalada entre 15kW y 100 kW, depende principalmente de los excedentes generados. Si los excedentes son mínimos, la opción más conveniente es el **autoconsumo sin excedentes**, ya que evita realizar trámites adicionales como la tramitación de conexión a la red eléctrica.

En cambio, si la instalación genera excedentes y no supera los 100 kW, se recomienda la modalidad de autoconsumo con excedentes y compensación, ya que se podrá suscribirse a un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo con la comercializadora, permitiéndole rentabilizar en un tiempo menor la instalación eléctrica sin tener que realizar trámites de mayor complejidad técnica y administrativa.

Dado que ambos escenarios anteriormente estudiados ofrecen una rentabilidad sólida y garantizan la viabilidad económica del proyecto, se considera que la decisión de acogerse a una tarifa de autoconsumo con o sin venta de excedentes es una cuestión de preferencia del cliente. Por ello, se deja a su entera disposición la elección de la modalidad de tarifa que mejor se ajuste a sus necesidades y expectativas.

En el caso de que no se desee realizar la inyección de la energía generada sobrante a la red, se hará uso de un sistema de inyección cero (no inyecta ningún tipo de energía a la red de distribución) mediante un módulo denominado **CPD-0**. Este sistema dispone de un módulo de control de potencia (CPD-0) que realiza las siguientes funciones:

- A. Cuando la potencia consumida en la instalación interior es superior a la generada por los paneles fotovoltaicos, dicha instalación fotovoltaica constituye un apoyo a la instalación eléctrica interior y a la potencia suministrada por la Compañía suministradora.
- B. Sin embargo, en el caso de que la potencia consumida en la instalación interior sea inferior a la generada por los paneles fotovoltaicos, el módulo de control actúa sobre los inversores (desconectándolos o disminuyendo su rendimiento) de manera que se impide que la energía generada por la instalación fotovoltaica salga hacia la red de distribución.

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

En este segundo caso (con el módulo de inyección cero), al ser una instalación que no inyecta ningún tipo de energía a la red de distribución, no es necesario ningún punto de conexión con la Compañía Suministradora. El **sistema anti-vertido** se conectará tal que:

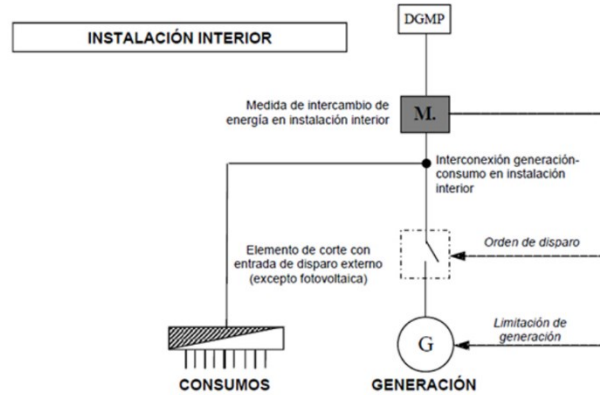


FIGURA 3.14 SISTEMA ANTI-VERTIDO A RED

4. CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) en Ingeniería Industrial ha desarrollado un proyecto de instalación eléctrica integral para un pabellón deportivo, aplicando rigurosamente los principios y conocimientos adquiridos a lo largo de la formación. Este proyecto ha sido abordado con un enfoque multidisciplinar, combinando aspectos de diseño eléctrico, eficiencia energética y sostenibilidad, con el objetivo de ofrecer una solución técnica robusta y acorde a las exigencias actuales del sector.

El proyecto no solo se ha centrado en asegurar el suministro eléctrico eficiente y seguro para el pabellón, sino que también ha incorporado innovaciones en energías renovables, como la integración de un sistema fotovoltaico, y la previsión de infraestructuras para la recarga de vehículos eléctricos. Reflejando un compromiso claro con la sostenibilidad y la transición energética, elementos clave en la Ingeniería Industrial contemporánea.

A lo largo del documento, se han presentado y justificado cada una de las decisiones técnicas adoptadas, basadas en cálculos detallados y en el cumplimiento estricto de la normativa vigente. Se ha puesto especial énfasis en la protección de la instalación y de las personas.

El desarrollo de este TFM ha permitido no solo aplicar conocimientos teóricos, sino también abordar desafíos prácticos, lo que ha resultado en una propuesta técnica sólida, innovadora y orientada a la mejora continua de las instalaciones eléctricas.

En conclusión, este Trabajo de Fin de Máster ha demostrado la capacidad de integrar soluciones de ingeniería avanzadas y sostenibles, cumpliendo con los objetivos planteados y contribuyendo al desarrollo de infraestructuras más eficientes y seguras. Este proyecto no solo responde a las necesidades actuales, sino que también anticipa los requerimientos futuros, posicionándose como un ejemplo de buena práctica en la Ingeniería Industrial.

5. BIBLIOGRAFÍA

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto. Boletín Oficial del Estado (BOE). Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>.
- **Libro de Tecnología Eléctrica**. Carlos Roldán Porta, José Roger Folch y Martín Riera Guasp. Editorial SINTESIS. Parainfo. ISBN: 84-7738-767-1.
- **UNE-EN 62305-1. Protección contra el rayo**. Principios generales, 2011. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- **UNE-HD 60364. Instalaciones eléctricas de baja tensión**. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- **Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)**. Guía técnica para la integración de energías renovables en edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Disponible en: <https://www.idae.es>.
- **PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System)**. Comisión Europea. Herramienta de acceso público para la evaluación del recurso solar en ubicaciones específicas. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html.
- **Manual de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión**. Editorial Marcombo. ISBN: 978-8426718785.
- **Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)**. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.
- **Naciones Unidas. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.
- **RD 244/2019** por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Boletín Oficial del Estado (BOE). Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089.
- **Guía de Protección contra Sobretensiones Transitorias en Instalaciones de Baja Tensión**. Asociación Española de Normalización (UNE). Edición 2020.
- **Guía de Aplicación ITC-BT-23: Protección contra Sobretensiones en Instalaciones Eléctricas**. Asociación Española de Normalización (UNE). Edición 2021.
- **Guía Técnica de Instalaciones Fotovoltaicas**. Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER). Disponible en: <https://www.iter.es>.

Documento Nº2 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este documento se busca justificar y desarrollar en detalle todos aquellos aspectos clave que, debido a limitaciones de espacio y contexto, no pudieron ser completamente abordados en el "DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA". La estructura de este informe se organiza en dos capítulos principales:

- **Capítulo 1:** Instalación eléctrica de baja tensión.
 - **Subcapítulo 1.1:** Dimensionado de los conductores.
 - **Subcapítulo 1.2:** Protección frente a sobreintensidades.
 - **Subcapítulo 1.3:** Resultados de cálculo.
- **Capítulo 2:** Instalación solar fotovoltaica
 - **Subcapítulo 2.1:** Configuración de los módulos fotovoltaicos.
 - **Subcapítulo 2.2:** Dimensionado del cableado y las protecciones.
 - **Subcapítulo 2.3:** Estudio de viabilidad económica.

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

1.1. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES

En este apartado se va a ejemplificar el procedimiento empleado para el dimensionado de todos los conductores de la instalación, calculando la sección de la “Línea de los cargadores eléctricos” del “Cuadro secundario 1.6”.

1.1.1. CRITERIO TÉRMICO

Debemos garantizar que la sección del conductor es suficiente para evitar que el cable alcance temperaturas superiores a los que puede soportar el aislante.

- **Paso 1:** Calcular la intensidad de diseño (I_B) que demanda la línea:

$$I_B = \frac{P(W)}{\sqrt{3} * U(V) * \cos(\varphi)} \rightarrow I_B = 31.75 A$$

siendo $P_{cargador} = 22KW$, $U = 400V$, $\cos(\varphi) = 1$.

- **Paso 2:** Atendiendo a las directrices de la **ITC-BT-19**, deberemos obtener el factor de corrección K_T que se ajuste al método de instalación, tipo de conductor y aislante que ha sido empleado en la línea seleccionada.
 - Método de instalación: Canalización enterrada (D).
 - Tipo de conductor: Cable unipolar de cobre.
 - Tipo de aislante: XLPE3.

El factor de corrección global dependerá del factor de agrupamiento de circuitos (K_A) y del factor de temperatura ambiente (K_T). Tal que:

$K_A = 0,91$ ya que transcurren 2 circuitos por canalización enterrada en contacto mutuo.

Por lo que:

$$K_T = K_A = 0,91$$

- **Paso 3:** La intensidad de línea calculada anteriormente deberá ser rectificadas teniendo en cuenta el factor de corrección K_T anteriormente nombrado, tal que:

$$I_1 = \frac{I_B}{K_T} = \frac{31.75}{0,91} \rightarrow I_1 = 34,89 A$$

- **Paso 4:** Sabiendo que $I_T \geq I_1$. Se entra en la tabla A.52-1 con el método de instalación D y el aislante XLPE3, encontrar la intensidad admisible y la sección mínima inmediata necesaria.

$$I_T = 44 A \text{ y } S = 6 mm^2$$

Adecuándolos a las condiciones de nuestra instalación:

$$I_Z = I_T * K_T = 44 * 0,91 \rightarrow I_Z = 40,04 A$$

1.1.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

- **Paso 1:** Cálculo la impedancia de la línea, para ello utilizamos la expresión:

$$R = \frac{\rho_{Cu(T40^\circ)} * L(m)}{n * S(mm^2)}$$

Donde, ρ es la resistividad del conductor, L la longitud de la línea en metros, n el número de fases del conductor y S la sección del conductor.

La resistividad del conductor a 40 grados no es un valor normalizado, deberemos calcularlo a partir de la expresión:

$$T_{Cu} = T_{amb} + (T_{AD} - T_{amb}) * \left(\frac{I_Z}{I_B}\right)^2 = 40 + (90 - 40) * \left(\frac{40,04}{31,75}\right)^2 \rightarrow T_{Cu} = 119,52^\circ C$$

Ahora ya podemos calcular el valor real de la resistividad del material:

$$\rho_{Cu} = \rho_{20^\circ C} * (1 + \Delta T) = 0,01724 * [1 + 0,00393 * (119,52 - 20)] \rightarrow \rho_{Cu} = 0,02398 \frac{\Omega * mm^2}{m}$$

Ahora sí podemos calcular la impedancia de la línea:

$$R = \frac{0,02398 * 28,13}{1 * 6} \rightarrow R = 0,1124 \Omega$$

- **Paso 2:** Cálculo de la reactancia de la línea.

$$X = x' * L(m) = 0,00008 * 28,13 \rightarrow X = 2,25 * 10^{-3} \Omega$$

Donde para simplificar los cálculos consideramos $x' = 0,00008 \Omega * m$.

- **Paso 3:** Finalmente podemos proceder al cálculo de la caída de tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} * [R * I_B * \cos(\varphi) + X * I_B * \sin(\varphi)]$$
$$\Delta U = \sqrt{3} * [0,1124 * 31,75 * 1 + 0,00225 * 31,75 * 0] \rightarrow \Delta U = 5,32 V$$

La instrucción nos exige que la caída de tensión esté expresada con respecto a la tensión nominal, tal que:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{U_n} * 100 = \frac{5,32}{400} * 100 \rightarrow \varepsilon = 1,33\%$$

1.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES

1.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS

La norma UNE-HD 60364,4-43 establece dos criterios básicos para verificar la protección frente a sobrecargas:

1. $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2. $I_2 \leq 1,45 * I_Z$ siendo $I_2 = 1,30 * I_N$ para los IA.

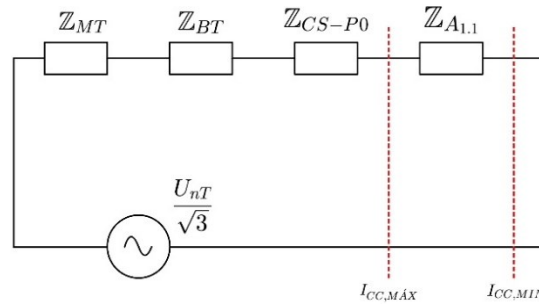
Siendo; I_B la intensidad de diseño de la línea, I_N la intensidad de ajuste del disparador del dispositivo de protección e I_2 la corriente que garantiza el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección.

Sabiendo que para la línea tenemos que:

1. $I_B = 31,75 A \leq I_N \leq I_Z = 40,04 A$
2. $I_2 = 1.30 * 32 = 41,6 A \leq 1,45 * I_Z = 62,50 A$

El Interruptor Automático con $I_N = 32 A$ protege a la línea de sobrecargas.

1.2.2. Protección frente a cortocircuitos



La impedancia de la línea de media tensión es:

$$Z_{MT} = 1,1 * \frac{U_{nT}^2}{1000 * S''_K} = 1,1 * \frac{400^2}{1000 * 160} = 1,1 \text{ m}\Omega$$

$$X_{MT} = 0,995 * Z_{MT} = 1,0945 \text{ m}\Omega$$

$$R_{MT} = 0,1 * X_{MT} = 0,1095 \text{ m}\Omega$$

La impedancia de cortocircuito del transformador es:

$$Z_{BT} = \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2} = 12,9 \text{ m}\Omega$$

$$R_{BT} = \frac{\varepsilon_{RCC}(\%)}{100} * \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \frac{1 * 400^2}{100 * 160} = 1,6 \text{ m}\Omega$$

$$X_{BT} = \frac{\varepsilon_{XCC}(\%)}{100} * \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \frac{8 * 400^2}{100 * 160} = 12,8 \text{ m}\Omega$$

La impedancia de la acometida hasta el cuadro principal es:

$$Z_{AC-P0} = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{13,80^2 + 2,24} \rightarrow Z_{AC-P0} = 13,98 \text{ m}\Omega$$

$$R_i = \frac{1000 * \rho_{Cu(20^\circ C)} * l_i}{n_i * S_i} = \frac{1000 * 0,01724 * 28}{1 * 35} = 13,80 \text{ m}\Omega$$

$$X_i = \frac{x'_i * l_i}{1000} = \frac{80 * 10^{-3} * 28}{1000} = 2,24 \text{ m}\Omega$$

De forma análoga calculamos la impedancia de la "Línea del SC1.6.1":

$$Z_{A1.1} = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{100,56^2 + 2,8^2} \rightarrow Z_{CS-P0} = 100,59 \text{ m}\Omega$$

$$R_i = \frac{1000 * \rho_{Cu(20^\circ C)} * l_i}{n_i * S_i} = \frac{1000 * 0,01724 * 35}{1 * 6} = 100,56 \text{ m}\Omega$$

$$X_i = \frac{x'_i * l_i}{1000} = \frac{80 * 10^{-3} * 35}{1000} = 2,8 \text{ m}\Omega$$

Para calcular la intensidad de cortocircuito máxima, debemos conocer la impedancia total previa a la línea, tal que:

$$Z = Z_{MT} + Z_{BT} + Z_{AC-P0} = 27,98 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{CC,m\acute{a}x} = \frac{400}{\sqrt{3} * 27,98} = 8,25 \text{ kA}$$

Para calcular la intensidad de cortocircuito tras la "Línea A1.1", debemos conocer a la impedancia total:

$$Z_{TOTAL} = Z_{MT} + Z_{BT} + Z_{CS-P0} + Z_{A1.1} = 128,57 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{CC,min} = \frac{400}{\sqrt{3} * 128,57} = 1,796 \text{ kA}$$

Aplicamos las condiciones para verificar que nuestro interruptor automático cumpla con la normativa:

$$Pdc_{IA} = 10 \text{ kA} > I''_{CC,m\acute{a}x} = 8,25 \text{ kA} \rightarrow \text{Se cumple}$$

$$I_{cc,min} = 1,796 \text{ kA} > I_a = 160 \text{ A} \rightarrow \text{Se cumple}$$

$$I_a = 5 * I_n = 5 * 32 \rightarrow I_a = 160 \text{ A}$$

El dispositivo de protección debe ser capaz de cortar toda corriente de cortocircuito antes de que la temperatura supere la admisible en cortocircuito.

$$(I^2t)_{IA} = < (I^2t)_{ADM} = 73,6 * 10^4 \text{ A}^2\text{s}$$

Siendo K una constante que depende del conductor y del material aislante, en nuestro caso al contar con Cobre protegido con XLPE $\rightarrow K = 143$.

$$(I^2t)_{ADM} = (K * S)^2 = (143 * 6)^2 = 73,6 * 10^4 \text{ A}^2\text{s}$$

Por lo que el dispositivo de protección deberá presentar una $I^2t_{disparo} < 73,6 * 10^4 \text{ A}^2\text{s}$.

Por tanto el IA de intensidad nominal 32 A, con poder de corte de 10 kA y con curva C, protege de manera eficaz a la línea del punto de recarga para vehículos eléctricos.

1.3. RESULTADOS DE CÁLCULO

TABLA 1.1 RESULTADO DE CÁLCULO – DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0 2.	Cuadro individual 1	75.12	28.03	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16	108.42	152.00	0.77	0.77

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Cuadro individual 1 3.	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16	Tubo enterrado D=110 mm	152.00	1.00	-	152.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I _c (A)	Fusible (A)	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{ficcp} (s)	L _{max} (m)
Cuadro individual 1 4.	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16	108.42	125	200	152	100	5.472	3.37	2.20	0.28	220.9

TABLA 1.2 RESULTADOS DE CÁLCULO - CUADRO Y CIRCUITOS INTERIORES

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Cuadro individual 1							
Sub-grupo 1							
SC0.1	0.11	1130.33	RZ1-K (AS)Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.47	14.50	0.31	1.08
Subcuadro Cuadro individual 1.1	13.77	70.46	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x35+1G16	59.88	143.00	2.08	2.85
Sub-grupo 1							
SC1.1.1	3.74	206.99	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	16.26	28.00	1.26	4.11
Sub-grupo 2							
SC1.1.3	0.42	40.71	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	1.81	14.70	0.57	3.42
Sub-grupo 3							
SC1.1.5	0.75	52.72	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	3.25	14.70	0.82	3.67
Sub-grupo 4							

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.tac (%)
SC1.1.2	3.45	67.72	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	15.00	36.40	1.36	4.20
SC1.1.6	5.25	30.43	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	22.83	28.00	0.15	2.99
SC1.1.7	1.90	88.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	8.28	21.00	3.11	4.66
Subcuadro Cuadro individual 1.2	4.75	69.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	20.64	68.00	2.44	3.21
Sub-grupo 1							
SC1.2.1	1.65	123.70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	7.16	36.40	0.26	3.48
Sub-grupo 2							
SC1.2.3	0.47	75.04	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	2.05	14.70	0.29	3.50
Sub-grupo 3							
SC1.2.2	3.45	46.38	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	21.00	2.86	4.87
SC1.2.4	0.14	44.61	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.61	14.70	0.09	3.30
SC1.2.5	0.98	13.99	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	4.26	36.40	0.15	3.37
Subcuadro Cuadro individual 1.3	7.19	26.87	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	31.25	97.00	0.90	1.67
Sub-grupo 1							
SC1.3.1	1.72	275.08	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	7.49	14.70	2.59	4.26
Sub-grupo 2							
SC1.3.3	1.11	226.06	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	4.83	14.70	2.58	4.24
Sub-grupo 3							
SC1.3.5	1.11	256.21	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	4.83	21.00	2.00	3.66
Sub-grupo 4							
SC1.3.2	3.45	90.63	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	15.00	28.00	3.26	4.93
SC1.3.6	1.04	37.39	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	4.53	21.00	0.54	2.21
SC1.3.7	0.06	25.15	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.26	14.70	0.04	1.71
Subcuadro Cuadro individual 1.4	3.45	16.40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	15.00	20.00	3.01	3.78
Sub-grupo 1							

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
SC1.4.1	0.06	11.59	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.24	20.00	0.02	3.80
Sub-grupo 2							
SC1.4.3	0.06	23.64	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.24	15.75	0.04	3.82
Sub-grupo 3							
SC1.4.5	0.06	9.62	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.28	20.00	0.02	3.80
Sub-grupo 4							
SC1.4.2	3.45	26.10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	15.00	22.50	1.61	4.40
SC1.4.4	0.25	11.57	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.09	22.50	0.07	3.85
SC1.4.6	0.04	14.53	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	0.17	15.75	0.01	3.80
Subcuadro Cuadro individual 1.5	0.63	0.44	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	2.74	20.00	0.01	0.79
Sub-grupo 1							
SC1.5.1	0.46	131.40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	1.98	53.00	0.21	1.00
Sub-grupo 2							
SC1.5.2	0.18	91.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	0.76	53.00	0.10	0.89
Subcuadro Cuadro individual 1.6	39.60	0.51	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	57.16	77.00	0.02	0.79
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1	22.00	28.13	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	35.28	44.00	1.33	2.12
Sub-grupo 1							
SC1.6.2.1	22.00	0.34	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	35.28	44.00	0.02	2.13
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2	22.00	25.24	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	35.28	44.00	1.19	1.98
Sub-grupo 1							
SC1.6.1.1	22.00	0.30	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	35.28	44.00	0.01	1.99
Subcuadro Cuadro individual 1.7	5.90	4.08	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	25.65	38.00	0.47	1.25
Sub-grupo 1							
SC1.7.1	5.90	3.36	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 3G4	25.65	38.00	0.33	1.57
Subcuadro Cuadro individual 1.8	28.13	2.32	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	40.59	57.00	0.09	0.86

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Sub-grupo 1							
SC1.8.1	28.13	46.65	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	40.59	57.00	1.73	2.58
Subcuadro Cuadro individual 1.9	5.88	1.77	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	25.55	38.00	0.21	0.98
Sub-grupo 1							
5. SC1.9.1	5.88	25.38	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	25.55	38.00	2.18	3.16

TABLA 1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERIORES Y SUS CANALIZACIONES

Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
SC0.1	ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
Subcuadro Cuadro individual 1.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x35+1G16	Bandeja lisa 50x75 mm	153.00	1.00	-	153.00
		Tubo superficial D=40 mm	143.00	1.00	-	143.00
SC1.1.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	1.00	-	40.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.70	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.75	-	30.00
SC1.1.3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70
SC1.1.5	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
SC1.1.2 (tomas)	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm	49.00	1.00	-	49.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.70	-	36.40
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
SC1.1.6	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	1.00	-	40.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.70	-	28.00
SC1.1.7	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.70	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.85	-	25.50
Subcuadro Cuadro individual 1.2	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	Tubo superficial D=32 mm	68.00	1.00	-	68.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	72.00	1.00	-	72.00
SC1.2.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm	49.00	1.00	-	49.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.70	-	36.40
		Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
SC1.2.3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
SC1.2.2 (tomas)	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.70	-	21.00
SC1.2.4	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
SC1.2.5	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo superficial D=32 mm	49.00	1.00	-	49.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	52.00	0.70	-	36.40
		Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
Subcuadro Cuadro individual 1.3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	Bandeja lisa 50x75 mm	97.00	1.00	-	97.00
SC1.3.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
SC1.3.3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
SC1.3.5	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.70	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.85	-	25.50
SC1.3.2	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	1.00	-	40.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.70	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.75	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	40.00	0.85	-	34.00
SC1.3.6	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.70	-	21.00
SC1.3.7	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
Subcuadro Cuadro individual 1.4	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
SC1.4.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
SC1.4.3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.80	-	16.80
SC1.4.5	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
SC1.4.2	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.85	-	25.50
SC1.4.4 (RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	30.00	0.75	-	22.50
SC1.4.6	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x75 mm	21.00	0.85	-	17.85
Subcuadro Cuadro individual 1.5	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
SC1.5.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
SC1.5.2	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G6	Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
Subcuadro Cuadro individual 1.6	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	Tubo superficial D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00
SC1.6.2.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Descripción de los circuitos interiores y sus canalizaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00
SC1.6.1.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00
Subcuadro Cuadro individual 1.7	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
SC1.7.1	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
Subcuadro Cuadro individual 1.8	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo superficial D=32 mm	57.00	1.00	-	57.00
SC1.8.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G10	Tubo superficial D=32 mm	57.00	1.00	-	57.00
Subcuadro Cuadro individual 1.9	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00
SC1.9.1	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	Tubo superficial D=32 mm	38.00	1.00	-	38.00

TABLA 1.4 DIMENSIONADO DE LAS PROTECCIONES DE LOS CIRCUITOS

Esquema	I _c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccc} (s)	t _{iccp} (s)
Cuadro individual 1		IGA: 125 (bobina) LS: Clase C(tipo II), 40 kA 1.2 kV							
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC0.1	0.47	Aut: 10 {C',B'}	14.50	14.50	6	4.429	0.132	1.28	1.71
Subcuadro Cuadro individual 1.1	59.88	Aut: 63 {C,B,D}	91.35	143.00	6	4.429	1.512	1.28	10.96
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.1.1	16.26	Aut: 20 {C',B'}	29.00	28.00	6	2.580	0.399	0.31	2.05
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.1.3	1.81	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.70	6	2.580	0.202	0.31	1.13
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.1.5	3.25	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.70	6	2.580	0.203	0.31	1.11

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Esquema	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
Sub-grupo 4		Dif: 63, 30, 2 polos							
SC1.1.2	15.00	Aut: 16 {C,B,D}	23.20	36.40	6	2.580	0.593	0.31	2.09
SC1.1.6	22.83	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	28.00	6	2.580	1.367	0.31	0.18
SC1.1.7	8.28	Aut: 10 {C',B'}	14.50	21.00	6	2.580	0.138	0.31	6.67
Subcuadro Cuadro individual 1.2	20.64	Aut: 25 {C,B,D}	36.25	68.00	10	6.345	0.594	0.62	5.80
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.2.1	7.16	Aut: 10 {C,B,D}	14.50	36.40	6	1.192	0.335	0.09	6.55
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.2.3	2.05	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.70	6	1.192	0.216	0.09	0.99
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.2.2	15.00	Aut: 16 {C',B'}	23.20	21.00	6	1.173	0.269	0.09	1.77
SC1.2.4	0.61	Aut: 10 {C',B'}	14.50	14.70	6	1.173	0.186	0.09	1.33
SC1.2.5	4.26	Aut: 10 {C,B,D}	14.50	36.40	6	1.173	0.484	0.09	3.14
Subcuadro Cuadro individual 1.3	31.25	Aut: 32 {C,B,D}	46.40	97.00	6	4.429	1.673	1.28	1.87
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.3.1	7.49	Aut: 10 {C',B'}	14.50	14.70	6	2.791	0.107	0.04	4.03
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.3.3	4.83	Aut: 10 {B'}	14.50	14.70	6	2.791	0.096	0.04	4.98
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.3.5	4.83	Aut: 10 {C',B'}	14.50	21.00	6	2.791	0.130	0.04	7.55
Sub-grupo 4		Dif: 40, 30, 2 polos							
SC1.3.2	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	28.00	6	2.791	0.326	0.04	3.07
SC1.3.6	4.53	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	21.00	6	2.791	0.410	0.04	0.76
SC1.3.7	0.26	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.70	6	2.791	0.302	0.04	0.50
Subcuadro Cuadro individual 1.4	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	6	4.429	0.415	1.28	0.27
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.4.1	0.24	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	20.00	6	0.806	0.278	0.07	0.59
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.4.3	0.24	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	0.806	0.221	0.07	0.95
Sub-grupo 3		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.4.5	0.28	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	20.00	6	0.806	0.301	0.07	0.51
Sub-grupo 4		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.4.2	15.00	Aut: 16 {C,B}	23.20	22.50	6	0.806	0.277	0.07	1.66

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Esquema	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
SC1.4.4	1.09	Aut: 10 {C,B,D}	14.50	22.50	6	0.806	0.301	0.07	1.41
SC1.4.6	0.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	0.806	0.249	0.07	0.74
Subcuadro Cuadro individual 1.5	2.74	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	20.00	6	4.429	2.894	1.28	< 0.01
Sub-grupo 1		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.5.1	1.98	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	53.00	6	4.061	0.324	< 0.01	7.00
Sub-grupo 2		Dif: 25, 30, 2 polos							
SC1.5.2	0.76	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	53.00	6	4.061	0.301	< 0.01	8.12
Subcuadro Cuadro individual 1.6	57.16	Aut: 63 {C,B,D}	91.35	77.00	6	4.429	3.315	1.28	0.48
Subcuadro Cuadro individual 1.6.1	31.75	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	44.00	6	4.388	0.843	0.27	1.04
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 4 polos							
SC1.6.2.1	31.75	Aut: 32 {C,B,D}	46.40	44.00	6	1.566	0.835	0.30	1.06
Subcuadro Cuadro individual 1.6.2	31.75	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	44.00	6	4.388	0.915	0.27	0.88
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 4 polos							
SC1.6.1.1	31.75	Aut: 32 {C,B,D}	46.40	44.00	6	1.686	0.907	0.26	0.89
Subcuadro Cuadro individual 1.7	25.65	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	38.00	6	4.429	2.106	1.28	0.07
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 2 polos							
SC1.7.1	25.65	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	38.00	6	3.306	1.582	0.03	0.13
Subcuadro Cuadro individual 1.8	40.59	Aut: 50 {C,B,D}	72.50	57.00	6	4.429	2.988	1.28	0.23
Sub-grupo 1		Dif: 63, 300, 4 polos							
SC1.8.1	40.59	Aut: 50 {C,B}	72.50	57.00	6	4.138	0.819	0.12	3.05
Subcuadro Cuadro individual 1.9	25.55	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	38.00	6	4.429	2.696	1.28	0.05
Sub-grupo 1		Dif: 40, 30, 2 polos							
7. SC1.9.1	25.55	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	38.00	6	3.890	0.685	0.02	0.70

Leyenda

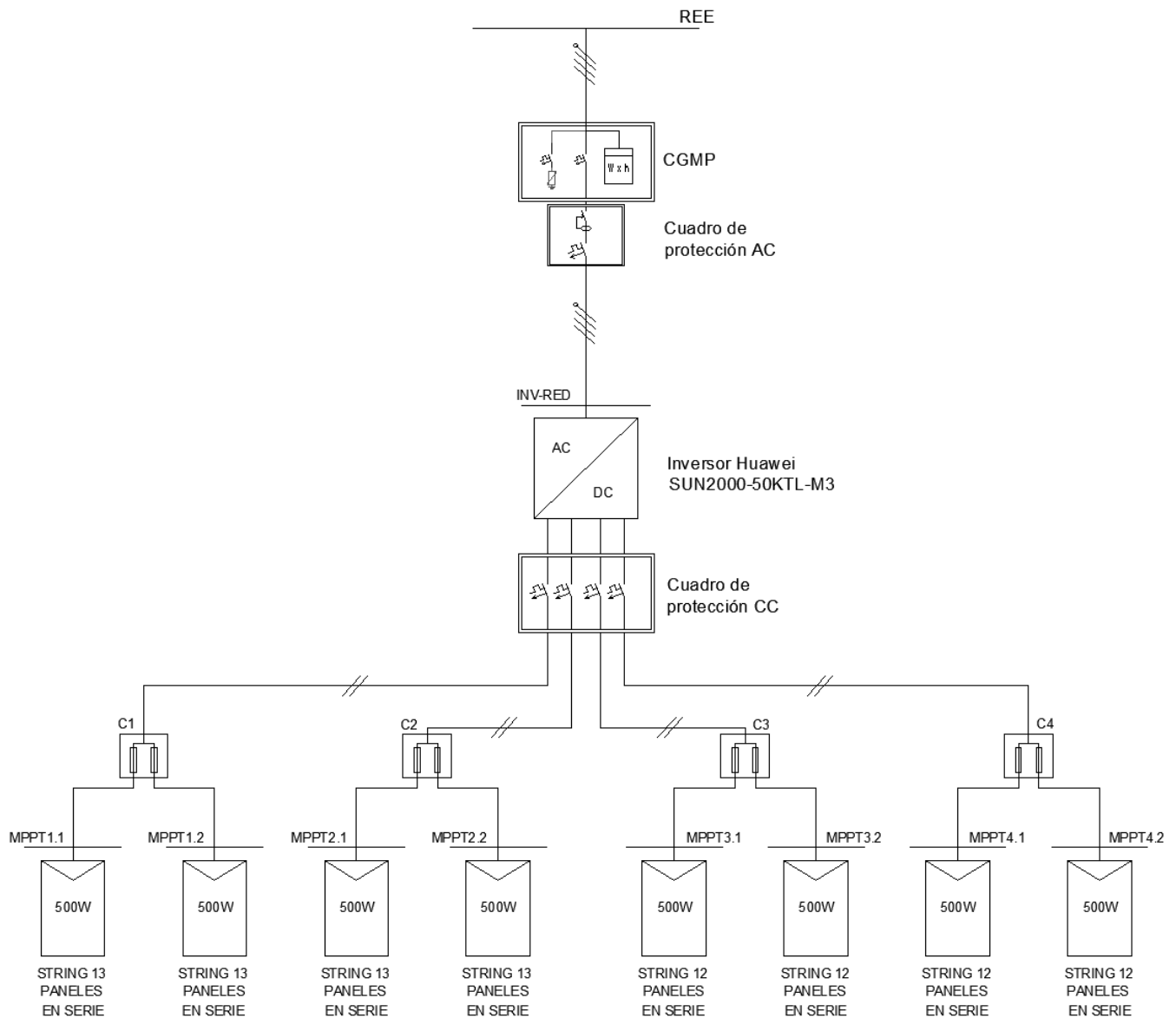
c.d.t	Caída de tensión (%)
c.d.t_{ac}	Caída de tensión acumulada (%)
I_c	Intensidad de cálculo del circuito (A)
I_z	Intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
F_{Cagrup}	Factor de corrección por agrupamiento
R_{inc}	Porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I'_z	Intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I₂	Intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I_{cu}	Poder de corte de la protección (kA)
I_{ccc}	Intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I_{ccp}	Intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L_{max}	Longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P_{calc}	potencia de cálculo (kW)
t_{iccc}	Tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t_{iccp}	Tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t_{ficcp}	Tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

2. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1. CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

2.1.1. DISPOSICIÓN Y NÚMERO DE MÓDULOS NECESARIOS

Se pretende dimensionar una instalación de apoyo para la instalación eléctrica, es por ello que se ha fijado que la instalación fotovoltaica debe proporcionar una potencia pico de 50 kW. A continuación se muestra un esquema de la instalación prevista.



Dado que cada panel fotovoltaico tiene una potencia de 500 W y considerando que el inversor SUN2000-50KTL-M3 cuenta con 4 entradas MPPT, capaces de gestionar múltiples strings de paneles, se ha diseñado una configuración de paneles que ha tratado de garantizar un aprovechamiento óptimo del inversor y sus capacidades.

TABLA 2.1 RESUMEN DATOS RELEVANTES PANELES SOLARES E INVERSOR

Inversor	Huawei SUN2000-50KTL-M3	
Rango de operación (V)	1100	V
	200	V
Corriente máxima por MPPT ($I_{max,mppt}$)	30	A
Intensidad de cortocircuito ($I_{cc,mppt}$)	40	A
Número de MPPT	4	ud
Número de conectores	8	ud
Placa Fotovoltaica	TRINA SOLAR TSM-500 NEG18R.28	
Tipo de célula	Monocrystalina	
Potencia máxima (P_{max})	500	W
Tensión de potencia máxima (V_{mpp})	33,3	V
Intensidad de potencia máxima (I_{mpp})	14,97	A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	39,8	V
Corriente de cortocircuito (I_{cc})	15,83	A
Eficiencia (EFI)	22,5	%
Dimensiones (d)	1.961 x 1.134	mm

Con los valores límite de tensión e intensidad en corriente continua se determina el rango de paneles que podremos conectar en serie en cada conector.

$$\frac{V_{min,inv}}{V_{oc}} = \frac{200}{39,80} = 5,02 < n^{\circ} \text{ paneles en serie} < 27,64 = \frac{1100}{39,80} = \frac{V_{max,inv}}{V_{oc}}$$

Después de unirse al repartidor del inversor, la intensidad que experimentará la línea será de:

$$I_{ent,mppt} = 2 * 14,97 A = 29,94 A < I_{max,mppt} = 30 A$$

Por lo tanto el número de paneles a conectar en serie para que el inversor funcione en su rango de funcionamiento MPPT estará comprendido entre 6 y 20 paneles.

Para el MPPT1 y MPPT2, se han configurado con strings de 13 paneles conectados en serie, donde 2 strings se conectan en paralelo a cada MPPT, asegurando así un rendimiento óptimos en estos controladores.

De manera similar, para los MPPT3 y MPPT4, se ha optado por una configuración de strings de 12 paneles conectados en serie, con 2 strings conectados en paralelo a cada MPPT.

En total, esta disposición requiere 100 paneles fotovoltaicos: 52 paneles para los MPPT1 y MPPT2 y 48 paneles para los MPPT3 y MPPT4. Esta configuración de los strings mantiene la tensión dentro del rango óptimo de operación del inversor, maximizando la eficiencia del MPPT y asegurando que el inversor opera dentro de sus especificaciones.

Con esto la potencia de la instalación resulta en:

$$Potencia\ Instalada = 4 * 13 * 0,500 + 4 * 12 * 0,500 = 50kWp$$

Y las tensiones máximas que aparecerán en el punto de máxima potencia y circuito abierto serán:

$$V_{mp} = 13 * 33,3 = 432,9V$$

$$V_{OC} = 13 * 39,8 = 517,4 V$$

2.1.2. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS

Para optimizar el rendimiento de la instalación fotovoltaica y evitar que las sombras generadas por los paneles reduzcan la eficiencia de los módulos adyacentes, es esencial calcular la distancia mínima entre filas de módulos. Siguiendo el proceso especificado en el Pliego de Condiciones técnicas de Instalaciones Conectadas a Red publicado por el IDAE:

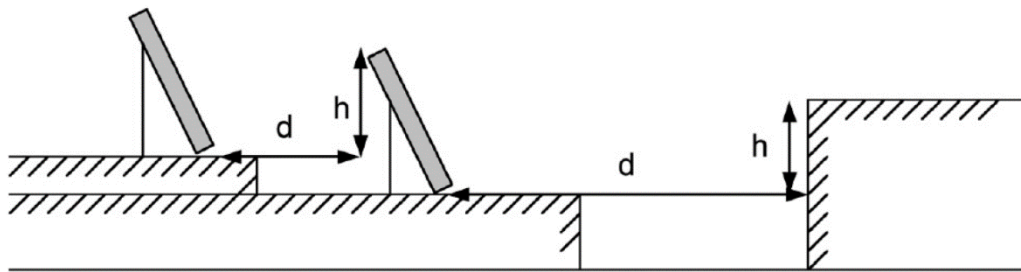


FIGURA 2.1 PARÁMETROS PARA DIMENSIONAR LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS

La distancia mínima (d) que debe existir entre filas de módulos debe ser al menos la correspondiente al producto de $k \times h$, siendo k un factor adimensional que se calcula con la Expresión X:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan(61^\circ - 37,97)} = 2,35$$

Mediante trigonometría, teniendo en cuenta el ángulo de inclinación y las dimensiones del panel seleccionado, se determina la altura desde la horizontal hasta el punto mas alto del módulo (h):

$$h = \text{sen}(35^\circ) * 1,961 = 1,125m$$

Con todo ello, la distancia mínima (d) que debe existir entre módulos será de:

$$d = k * h = 2,35 * 1,125 = 2,65 m$$

2.2. DIMENSIONADO DEL CABLEADO Y DE LAS PROTECCIONES

2.2.1. DIMENSIONADO DEL CABLEADO

La instalación incluye dos tramos principales de cableado distintos. El primer tramo abarca el cableado en corriente continua (DC) desde los paneles fotovoltaicos hasta la entrada del inversor. El segundo tramo comprende el cableado en corriente alterna (AC) desde la salida del inversor hasta el cuadro de conexión a la red.

Todos los cables de conexión se han dimensionado, en base a la ITC-BT 40, con una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador. Además, la caída de tensión en el generador y el punto de interconexión a la Red pública no es superior al 1,5%.

1. Criterio térmico:

- Circuito en Corriente Alterna (AC)

Primero calculamos la corriente nominal en el lado de corriente alterna (CA) del inversor:

$$I_{B,CA} = 1,25 * \frac{50000 W}{\sqrt{3} * 400V * 0,98} = 92,125 A$$

- Circuito en Corriente Continua (CC)

○ MPPT – Concentrador: $I_{B,CC} = 1,25 * I_{mpp} = 1,25 * 14,97A \rightarrow I_{B,CC} = 18,71 A$

○ Concentrador - Inversor: $I_{B2,CC} = 1,25 * 2 * I_{mpp} \rightarrow I_{B2,CC} = 37,425 A$

Sabiendo que, tanto en el lado de CC como en el de AC:

- Método de instalación: Canalización superficial sobre tubo (B).
- Tipo de conductor: Cable unipolar de cobre.
- Tipo de aislante: XLPE3.

Tomamos como que $k_T = 1$ lo que implica que $I_1 = I_{BX,CA}$. Por lo que $I_T \geq I_1$. Se entra en la tabla A.52-1 con el método de instalación B y el aislante XLPE3, encontrar la intensidad admisible y la sección mínima inmediata necesaria.

$$I_{T,CC} = 25 A \text{ y } S_{T,CC} = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{T2,CC} = 44 A \text{ y } S_{T2,CC} = 6 \text{ mm}^2$$

$$I_{T,AC} = 106 A \text{ y } S_{AC} = 25 \text{ mm}^2$$

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

La Tabla 1 de la ITC-BT-19 nos establece la sección mínima que debe tener el cableado en función de la intensidad prevista que vaya a circular por él.

TABLA 2.2 INTENSIDADES ADMISIBLES (A) AL AIRE 40°C

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3D				3x PVC		2x XLPE o EPR	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D					3x PVC			3x XLPE o EPR			
G		Cables unipolares separados mínimo D							3x PVC		3x XLPE o EPR		
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-	-
4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	-
6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	-
10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	-
16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-	-
25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-	-
35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	154	206	-	-
50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	250	-	-
70			149	160	171	188	202	224	244	321	321	-	-
95			180	194	207	230	245	271	296	391	391	-	-
120			208	225	240	267	284	314	348	455	455	-	-
150			236	260	278	310	338	363	404	525	525	-	-
185			268	297	317	354	386	415	464	601	601	-	-
240			315	350	374	419	455	490	552	711	711	-	-
300			360	404	423	484	524	565	640	821	821	-	-

Con ello, en función de este método la sección quedaría:

TABLA 2.3 RESULTADOS DEL DIMENSIONADO TÉRMICO

Línea	1.25* I_c (A)	Aislante	Método	S (mm ²)
MPPT1.1 - C1	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT1.2 - C1	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT2.1 - C2	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT2.2 - C2	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT3.1 - C3	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT3.2 - C3	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT4.1 - C4	18,71	3XLPE	B	2,5
MPPT4.2 - C4	18,71	3XLPE	B	2,5
C1 - INV	37,43	3XLPE	B	6
C2 - INV	37,43	3XLPE	B	6
C3 - INV	37,43	3XLPE	B	6
C4 - INV	37,43	3XLPE	B	6
INV - RED	90,21	3XLPE	B2	25

2. Caída de tensión:

El método de caída de tensión en este caso nos restringe a utilizar unas secciones de mayor tamaño en algunas líneas para cumplir con la condición en las líneas de los concentradores.

TABLA 2.4 RESULTADOS TRAS EL DIMENSIONADO POR CAÍDA DE TENSIÓN

Línea	Potencia (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	Ic (A)	Resistencia (Ω)	c.d.t (%)	c.d.t, acum (%)	c.d.t, acum max (%)
MPPT1.1 - C1	6500	15,3	432,9	6	18,71	0,061	0,11	0,11	0,5
MPPT1.2 - C1	6500	15,3	432,9	6	18,71	0,061	0,11	0,11	0,5
MPPT2.1 - C2	6500	15,3	432,9	6	18,71	0,061	0,11	0,11	0,5
MPPT2.2 - C2	6500	15,3	432,9	6	18,71	0,061	0,11	0,11	0,5
MPPT3.1 - C3	6000	14,4	399,6	6	18,71	0,058	0,09	0,09	0,5
MPPT3.2 - C3	6000	14,4	399,6	6	18,71	0,058	0,09	0,09	0,5
MPPT4.1 - C4	6000	14,4	399,6	6	18,71	0,058	0,09	0,09	0,5
MPPT4.2 - C4	6000	14,4	399,6	6	18,71	0,058	0,09	0,09	0,5
C1 - INV	13000	47,33	432,9	25	37,43	0,045	0,48	0,69	1
C2 - INV	13000	51,83	432,9	25	37,43	0,050	0,58	0,79	1
C3 - INV	12000	56,33	399,6	25	37,43	0,054	0,68	0,87	1
C4 - INV	12000	60,83	399,6	25	37,43	0,058	0,80	0,98	1
INV - RED	50000	3	400	16	90,21	0,003	0,01	1,09	1,5

2.2.2. DIMENSIONADO DE LAS PROTECCIONES

- Circuito en Corriente Continua (CC)

Tanto los fusibles como los interruptores automáticos de corriente continua deben seleccionarse de tal forma que su corriente nominal (I_n) sea mayor que la corriente de cortocircuito ($1,25 * I_{sc}$), además de poder soportar la tensión máxima que pueda aparecer en cada string, es por ello:

$$I_n \geq 1,25 * I_{sc}$$

$$V_n \geq V'_{oc} = V_{oc} * N^{\circ} \text{paneles serie} * 1,25$$

Donde:

- I_{sc} : Corriente de cortocircuito de la placa fotovoltaica.
- V_{oc} : Tensión de circuito abierto de la placa fotovoltaica.

- **Circuito en Corriente Alterna (AC)**

- **Interruptor Automático (IA):** Es imprescindible dimensionar un interruptor automático comuna capacidad de corte que pueda manejar posibles corrientes de cortocircuito en una instalación de gran tamaño como es el pabellón deportivo.

En el apartado “1.2.2 PROTECCIÓN FRENTE A CORTOCIRCUITOS” se han calculado las impedancias de las línea de media tensión, del transformador y de la acometida hasta el cuadro principal. Operando de manera análoga, se calcula la impedancia desde el cuadro principal hasta el inversor.

Siendo:

La impedancia de la línea de media tensión es: $Z_{MT} = 1,1 \text{ m}\Omega$

La impedancia de cortocircuito del transformador es: $Z_{BT} = 12,9 \text{ m}\Omega$

La impedancia de la acometida hasta el cuadro principal es: $Z_{AC-P0} = 13,98 \text{ m}\Omega$

- 1) Calculamos la impedancia de la “Línea INV - RED”:

$$Z_{A1.1} = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{3,23^2} \rightarrow Z_{CS-P0} = 3,23 \text{ m}\Omega$$

$$R_i = \frac{1000 * \rho_{Cu(20^\circ C)} * l_i}{n_i * S_i} = \frac{1000 * 0,01724 * 3}{1 * 16} = 3,23 \text{ m}\Omega$$

$$X_i = \frac{x'_i * l_i}{1000} = \frac{80 * 10^{-3} * 3}{1000} \approx 0 \text{ }\Omega$$

- 2) Para calcular la intensidad de cortocircuito máxima, debemos conocer la impedancia total previa a la línea, tal que:

$$Z = Z_{MT} + Z_{BT} + Z_{AC-P0} = 27,98 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{CC,máx} = \frac{400}{\sqrt{3} * 27,98} = 8,25 \text{ kA}$$

- 3) Para calcular la intensidad de cortocircuito tras la “Línea A1.1”, debemos conocer a la impedancia total:

$$Z_{TOTAL} = Z_{MT} + Z_{BT} + Z_{CS-P0} + Z_{A1.1} = 31,21 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{CC,min} = \frac{400}{\sqrt{3} * 31,21} = 7,40 \text{ kA}$$

- 4) Aplicamos las condiciones para verificar que nuestro interruptor automático cumpla con la normativa:

$$Pdc_{IA} = 10 \text{ kA} > I''_{cc,m\acute{a}x} = 8,25 \text{ kA} \rightarrow \text{Se cumple}$$

$$I_{cc,min} = 7,40 \text{ kA} > I_a = 0,5 \text{ kA} \rightarrow \text{Se cumple}$$

$$I_a = 5 * I_n = 5 * 100 \rightarrow I_a = 0,5 \text{ kA}$$

Por tanto el IA de intensidad nominal 100 A, con poder de corte de 10 kA protege de manera eficaz a la línea trifásica del inversor fotovoltaico.

- Interruptor diferencial (DIF): Se ha dimensionado un interruptor diferencial de $I_n = 100A$ y 30 mA de sensibilidad para ofrecer una adecuada protección contra contactos.
- Protección Contra Sobretensiones (DPS): Se ha seleccionado una protección del Tipo DPS Tipo 2 de tensión nominal 400V adecuado para manejar sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas o fluctuaciones en la red. Uno de los componentes principales que se pretenden proteger es el inversor fotovoltaico. El DPS Tipo 2 está diseñado para desviar eficazmente las sobretensiones hacia la tierra antes de que lleguen al inversor, evitando así daños costosos y posibles interrupciones en el suministro eléctrico del pabellón.

Con todo ello, a continuación se muestra un resumen de las protecciones que se emplearán en el proyecto:

TABLA 2.5 RESUMEN DE LAS PROTECCIONES EMPLEADAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Línea	1,25*Isc (A)	V' oc (V)	Protecciones	
			Tipo	In (A), Vn (V)
MPPT1.1 - C1	19,79	517,40	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT1.2 - C1	19,79	517,40	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT2.1 - C2	19,79	517,40	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT2.2 - C2	19,79	517,40	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT3.1 - C3	19,79	477,60	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT3.2 - C3	19,79	477,60	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT4.1 - C4	19,79	477,60	Fusible gG	20 A, 600V
MPPT4.2 - C4	19,79	477,60	Fusible gG	20 A, 600V
C1 - INV	39,58	517,40	IA	40, 600 V
C2 - INV	39,58	517,40	IA	40, 600 V
C3 - INV	39,58	477,60	IA	40, 600 V
C4 - INV	39,58	477,60	IA	40, 600 V
INV - RED	90,21	400	IA	100, 10 kA
			DIF	100, 30 mA

2.3. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

TABLA 2.6 PREVISIÓN DE CONSUMO DIARIO

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Iluminación	141,3	94,2	70,65	94,2
Climatización	176,5	105,9	211,8	105,9
Ventilación	52,56	31,54	63,07	31,54
Aerotermia	31,5	18,9	9,45	18,9
Tomas Corriente	45,9	45,9	45,9	45,9
Recargar EV	211,2	211,2	211,2	211,2
Total/día (kWh/día)	658,96	507,64	612,07	507,64

TABLA 2.7 ESCENARIO DE CONSUMO PREVISTO

	ESCENARIO DE CONSUMO PREVISTO					
	Iluminación	Climatización	Ventilación	Aerotermia	Tomas Corriente	Recargar EV
00:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
01:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
02:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
03:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
04:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
05:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
06:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
07:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
08:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
09:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	0%
10:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
11:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
12:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
13:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
14:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
15:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
16:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
17:00 h	5%	5%	5%	5%	5%	8%
18:00 h	10%	10%	10%	10%	10%	8%
19:00 h	10%	10%	10%	10%	10%	8%
20:00 h	10%	10%	10%	10%	10%	8%
21:00 h	10%	10%	10%	10%	10%	8%
22:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%
23:00 h	2%	2%	2%	2%	2%	0%

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

TABLA 2.8 ESCENARIO 0 - COSTE FACTURA ELÉCTRICA SIN FOTOVOLTAICA

CONSUMO TOTAL				Coste (€/kWh)	Coste sin FV (€/kWh)/día			
INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO		INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,10942	0,735	0,487	0,658	0,487
6,72	4,45	6,01	4,45	0,12619	0,848	0,561	0,759	0,561
21,72	14,38	19,44	14,38	0,12619	2,740	1,814	2,453	1,814
37,98	30,64	35,70	30,64	0,15479	5,879	4,743	5,527	4,743
37,98	30,64	35,70	30,64	0,15479	5,879	4,743	5,527	4,743
37,98	30,64	35,70	30,64	0,15479	5,879	4,743	5,527	4,743
37,98	30,64	35,70	30,64	0,15479	5,879	4,743	5,527	4,743
37,98	30,64	35,70	30,64	0,15479	5,879	4,743	5,527	4,743
37,98	30,64	35,70	30,64	0,12619	4,793	3,866	4,506	3,866
37,98	30,64	35,70	30,64	0,12619	4,793	3,866	4,506	3,866
37,98	30,64	35,70	30,64	0,12619	4,793	3,866	4,506	3,866
37,98	30,64	35,70	30,64	0,12619	4,793	3,866	4,506	3,866
61,04	45,91	56,35	45,91	0,15479	9,448	7,106	8,722	7,106
61,04	45,91	56,35	45,91	0,15479	9,448	7,106	8,722	7,106
61,04	45,91	56,35	45,91	0,15479	9,448	7,106	8,722	7,106
61,04	45,91	56,35	45,91	0,15479	9,448	7,106	8,722	7,106
6,72	4,45	6,01	4,45	0,12619	0,848	0,561	0,759	0,561
6,72	4,45	6,01	4,45	0,12619	0,848	0,561	0,759	0,561
					91,640	70,250	85,012	70,250

	Coste/día
Invierno	91,64
Primavera	70,25
Verano	85,01
Otoño	70,25

	Días/mes	Coste/mes
Enero	27	2474,28
Febrero	24	2199,36
Marzo	27	1896,75
Abril	26	1826,50
Mayo	27	1896,75
Junio	26	2210,31
Julio	27	2295,32
Agosto	27	2295,32
Septiembre	26	1826,50
Octubre	27	1896,75
Noviembre	26	1826,50
Diciembre	27	2474,28
Total año		25118,61 €/año

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

TABLA 2.9 ESCENARIO 1 - COSTE FACTURA ELÉCTRICA CON FV SIN VENTA DE EXCEDENTES

Consumo con FV sin excedentes (kWh)/día				Coste con FV sin excedentes (€/kWh)/día			
INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	0,00	4,45	0,73	0,49	0,00	0,49
6,72	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
1,41	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
10,82	0,00	0,03	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00
18,89	8,23	10,78	8,52	2,92	1,27	1,67	1,32
9,50	2,02	5,64	1,44	1,47	0,31	0,87	0,22
1,77	0,00	1,64	0,00	0,27	0,00	0,25	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,77	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00
9,50	0,00	1,64	1,44	1,20	0,00	0,21	0,18
18,89	2,02	5,64	8,52	2,38	0,25	0,71	1,08
27,08	8,23	10,78	15,65	3,42	1,04	1,36	1,97
61,04	29,75	36,94	36,82	9,45	4,60	5,72	5,70
61,04	35,16	42,15	45,91	9,45	5,44	6,52	7,11
61,04	45,91	46,59	45,91	9,45	7,11	7,21	7,11
61,04	45,91	56,35	45,91	9,45	7,11	8,72	7,11
6,72	4,45	6,01	4,45	0,85	0,56	0,76	0,56
6,72	4,45	6,01	4,45	0,85	0,56	0,76	0,56
				58,80	31,67	38,72	36,32

	Coste/día
Invierno	58,80
Primavera	31,67
Verano	38,72
Otoño	36,32

	Días/mes	Coste/mes
Enero	27	1587,59
Febrero	24	1411,19
Marzo	27	854,98
Abril	26	823,32
Mayo	27	854,98
Junio	26	1006,82
Julio	27	1045,54
Agosto	27	1045,54
Septiembre	26	944,26
Octubre	27	980,58
Noviembre	26	944,26
Diciembre	27	1587,59
Total Año		13086,65 €/año

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

TABLA 2.10 ESCENARIO 2 - COSTE FACTURA ELÉCTRICA CON FV CON VENTA DE EXCEDENTES

Consumo con FV con excedentes (kWh)/día				Coste con FV con excedentes (€/kWh)/día			
INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	6,01	4,45	0,73	0,49	0,66	0,49
6,72	4,45	-0,29	4,45	0,73	0,49	-0,02	0,49
6,72	-2,14	-3,75	-0,49	0,73	-0,16	-0,28	-0,04
1,41	-6,30	-8,19	-4,64	0,18	-0,47	-0,61	-0,35
10,82	-1,78	0,03	-0,61	1,36	-0,13	0,00	-0,05
18,89	8,23	10,78	8,52	2,92	1,27	1,67	1,32
9,50	2,02	5,64	1,44	1,47	0,31	0,87	0,22
1,77	-3,06	1,64	-3,86	0,27	-0,23	0,25	-0,29
-1,24	-5,93	-0,56	-5,83	-0,09	-0,44	-0,04	-0,44
1,77	-5,93	-0,56	-3,86	0,22	-0,44	-0,04	-0,29
9,50	-3,06	1,64	1,44	1,20	-0,23	0,21	0,18
18,89	2,02	5,64	8,52	2,38	0,25	0,71	1,08
27,08	8,23	10,78	15,65	3,42	1,04	1,36	1,97
61,04	29,75	36,94	36,82	9,45	4,60	5,72	5,70
61,04	35,16	42,15	45,91	9,45	5,44	6,52	7,11
61,04	45,91	46,59	45,91	9,45	7,11	7,21	7,11
61,04	45,91	56,35	45,91	9,45	7,11	8,72	7,11
6,72	4,45	6,01	4,45	0,85	0,56	0,76	0,56
6,72	4,45	6,01	4,45	0,85	0,56	0,76	0,56
				58,71	29,55	37,72	34,87

	Coste/día
Invierno	58,71
Primavera	29,55
Verano	37,72
Otoño	34,87

	Días/mes	Coste/mes
Enero	27	1585,08
Febrero	24	1408,96
Marzo	27	797,85
Abril	26	768,30
Mayo	27	797,85
Junio	26	980,82
Julio	27	1018,54
Agosto	27	1018,54
Septiembre	26	906,62
Octubre	27	941,49
Noviembre	26	906,62
Diciembre	27	1585,08
Total año		12715,78 €/año

Documento Nº3 – PRESUPUESTO GENERAL

A continuación, se elabora el presupuesto, el cual representa la estimación económica de los recursos necesarios para ejecutar, instalar y poner en funcionamiento la instalación proyectada.

El presupuesto se descompone en los siguientes capítulos y subcapítulos:

- **Capítulo IE:** Instalación Eléctrica.
 - **Subcapítulo IEP:** Puesta a Tierra.
 - **Subcapítulo IEO:** Canalizaciones.
 - **Subcapítulo IEH:** Cables.
 - **Subcapítulo IEC:** Cajas Generales de Protección.
 - **Subcapítulo IEI:** Instalación Interior.
 - **Subcapítulo IEF:** Instalación Solar Fotovoltaica.
 - **Subcapítulo IER:** Generadores de Energía Eléctrica.

- **CAPÍTULO II:** Instalación de Iluminación Interior.
 - **Subcapítulo IIC:** Sistemas de control y regulación.
 - **Subcapítulo IIL:** Luminarias.

- **CAPÍTULO IP:** Instalación de Protección Frente al Rayo.
 - **Subcapítulo IPI:** Sistemas de control Interno.

- **CAPÍTULO IU:** Instalación urbana.
 - **Subcapítulo IUV:** Recarga Vehículo Eléctrico.

- **CAPÍTULO IX:** Instalación de Iluminación Exterior.
 - **Subcapítulo IXI:** Alumbrado de zonas peatonales.

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Presupuesto Material			Canti dad	Precio (€)	Importe (€)
Capítulo	Resumen			172.637	172.637
IE	Capítulo	Instalación Eléctrica		87.306,4	87.306,4
IEP	Capítulo	Puesta a tierra		1.229,66	1.229,66
IEP010	Partida	Ud Red de toma de tierra para estructura.	1,000	1.229,66	1.229,66
	Material	m Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	280,0	2,81	786,800
	Material	Ud Soldadura aluminotérmica del cable conductor a redondo.	3,000	4,13	12,390
	Material	Ud Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	2,000	74,00	148,000
	Material	Ud Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	2,000	46,00	92,000
	Material	Ud Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	2,000	1,15	2,300
	Mano de obra	h Oficial 1ª electricista.	2,899	22,94	66,503
	Mano de obra	h Ayudante electricista.	2,899	21,54	62,444
		% Costes directos complementarios	2,000	1.170,44	23,409
IEO	Capítulo	Canalizaciones		17.148,6	17.148,6
IEO010	Partida	m Canalización.	1.075,66	3,74	4.022,97
	Material	m Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro.	1,000	1,49	1,490
	Mano de obra	h Oficial 1ª electricista.	0,045	22,94	1,032
	Mano de obra	h Ayudante electricista.	0,048	21,54	1,034
		% Costes directos complementarios	2,000	3,56	0,071
IEO010b	Partida	m Canalización.	1,640	4,27	7,00
	Material	m Tubo de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro.	1,000	1,88	1,880
	Mano de obra	h Oficial 1ª electricista.	0,050	22,94	1,147
	Mano de obra	h Ayudante electricista.	0,048	21,54	1,034
		% Costes directos complementarios	2,000	4,06	0,081
IEO010c	Partida	m Canalización.	350,370	26,51	9.288,31
	Material	m Bandeja perforada de PVC rígido, de 50x75 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.	1,000	16,65	16,650
	Mano de obra	h Oficial 1ª electricista.	0,193	22,94	4,427
	Mano de obra	h Ayudante electricista.	0,193	21,54	4,157
		% Costes directos complementarios	2,000	25,23	0,505
IEO010d	Partida	m Canalización.	1.130,3	1,18	1.333,78
	Material	m Tubo curvable de PVC de 16 mm de diámetro nominal.	1,000	0,37	0,370
	Mano de obra	h Oficial 1ª electricista.	0,015	22,94	0,344
	Mano de obra	h Ayudante electricista.	0,019	21,54	0,409
		% Costes directos complementarios	2,000	1,12	0,022
IEO010e	Partida	m Canalización.	288,39	7,41	2.136,97
	Material	m ³ Arena de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	0,058	14,30	0,829
	Material	m Tubo curvable, de color naranja, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada.	1,000	2,84	2,840
	Material	m Cinta de señalización de polietileno.	1,000	0,25	0,250

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

	Maquinaria	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,006	10,38	0,062
	Maquinaria	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,043	3,92	0,169
	Maquinaria	h	Camión cisterna, de 8 m ³ de capacidad.	0,001	118,90	0,119
	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción.	0,042	22,35	0,939
	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0,042	21,01	0,882
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,024	22,94	0,551
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,019	21,54	0,409
		%	Costes directos complementarios	2,000	7,05	0,141
IEO010f	Partida	m	Canalización.	28,030	12,83	359,62
	Material	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	0,068	14,30	0,972
	Material	m	Tubo curvable, de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada.	1,000	7,20	7,200
	Material	m	Cinta de señalización de polietileno.	1,000	0,25	0,250
	Maquinaria	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,007	10,38	0,073
	Maquinaria	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,051	3,92	0,200
	Maquinaria	h	Camión cisterna, de 8 m ³ de capacidad.	0,001	118,90	0,119
	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción.	0,052	22,35	1,162
	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0,052	21,01	1,093
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,032	22,94	0,734
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,019	21,54	0,409
		%	Costes directos complementarios	2,000	12,21	0,244
IEH	Capítulo		Cables		22.217,7	22.217,7
IEH012	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 1,5 mm²	5.837,77	1,15	6.713,44
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 1,5 mm ²	1,000	0,47	0,470
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,014	22,94	0,321
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,014	21,54	0,302
		%	Costes directos complementarios	2,000	1,09	0,022
IEH012b	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV,Cca-s1b,d1,a1 de 2,5 mm²	1.399,68	1,53	2.141,51
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV,Cca-s1b,d1,a1 de 2,5 mm ²	1,000	0,83	0,830
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,014	22,94	0,321
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,014	21,54	0,302
		%	Costes directos complementarios	2,000	1,45	0,029
IEH012c	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 4 mm²	1.077,84	1,88	2.026,34
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 4 mm ²	1,000	1,17	1,170
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,014	22,94	0,321
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,014	21,54	0,302
		%	Costes directos complementarios	2,000	1,79	0,036
IEH012d	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 6 mm²	1.555,01	3,47	5.395,88
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 6 mm ²	1,000	1,57	1,570
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,039	22,94	0,895
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,039	21,54	0,840

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

		%	Costes directos complementarios	2,000	3,31	0,066
IEH012e	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 10 mm ²	453,380	4,44	2.013,01
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 10 mm ²	1,000	2,49	2,490
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,039	22,94	0,895
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,039	21,54	0,840
		%	Costes directos complementarios	2,000	4,23	0,085
IEH012f	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 16 mm ²	181,650	6,13	1.113,51
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 16 mm ²	1,000	3,70	3,700
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,048	22,94	1,101
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,048	21,54	1,034
		%	Costes directos complementarios	2,000	5,84	0,117
IEH012g	Partida	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 35 mm ²	253,040	11,07	2.801,15
	Material	m	Cable unipolar RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1 de 35 mm ²	1,000	7,73	7,730
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,063	22,94	1,445
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,063	21,54	1,357
		%	Costes directos complementarios	2,000	10,53	0,211
IEH012h	Partida	m	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.	10,080	1,28	12,90
	Material	m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), 0,6/1 kV,Cca-s1b,d1,a1 de 4 mm ²	1,000	0,60	0,600
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,014	22,94	0,321
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,014	21,54	0,302
		%	Costes directos complementarios	2,000	1,22	0,024
IEC	Capítulo		Cajas generales de protección		1.155,68	1.155,68
IEC010	Partida	Ud	Caja de protección y medida.	1,000	1.155,68	1.155,68
	Material	Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante.	1,000	1.044,43	1.044,43
	Material	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	3,000	5,44	16,320
	Material	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	1,000	3,73	3,730
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª construcción.	0,290	22,35	6,482
	Mano de obra	h	Peón ordinario construcción.	0,290	21,01	6,093
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,483	22,94	11,080
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,483	21,54	10,404
		%	Costes directos complementarios	2,000	1.100,02	22,000
IEI	Capítulo		Instalaciones interiores		7.462,01	7.462,01
IEI070	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	438,94	438,94
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	17,28	17,280
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	80,34	160,680
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	208,68	208,680
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,677	22,94	15,530
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	417,80	8,356
IEI070b	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	676,10	676,10
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	17,28	17,280
	Material	Ud	Interruptor diferencial selectivo, 4P/63A/300mA, de 4 módulos, incluso accesorios de montaje.	1,000	287,51	287,510
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	152,13	304,260
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,822	22,94	18,857
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	643,54	12,871
IEI070c	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	404,57	404,57
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	17,28	17,280
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 4P/40A/30mA, de 4 módulos, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	172,64	172,640
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000	80,34	160,680
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,822	22,94	18,857
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	385,09	7,702
IEI070d	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	404,57	404,57
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	17,28	17,280
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 4P/40A/30mA, de 4 módulos.	1,000	172,64	172,640
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	80,34	160,680
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,822	22,94	18,857
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	385,09	7,702
IEI070e	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	204,98	204,98
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 8 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	13,23	13,230
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	93,73	93,730
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000	26,83	53,660
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,822	22,94	18,857
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	195,11	3,902
IEI070f	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	204,98	204,98
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 8 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	13,23	13,230
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje.	1,000	93,73	93,730
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	26,83	53,660
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,822	22,94	18,857
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,657	21,54	14,152
		%	Costes directos complementarios	2,000	195,11	3,902
IEI070g	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	306,33	306,33
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 12 módulos, de ABS autoextinguible, de color blanco.	1,000	17,28	17,280
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA,	2,000	90,99	181,980
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	3,000	12,43	37,290
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,480
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	1,354	22,94	31,061
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	1,044	21,54	22,488
		%	Costes directos complementarios	2,000	291,58	5,832
IEI070h	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	496,53	496,53
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 2 filas de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	28,95	28,950
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje.	3,000	90,99	272,970
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	4,000	12,43	49,720
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	12,66	12,660
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	14,08	14,080
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000	1,48	2,960
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	2,272	22,94	52,120
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	1,818	21,54	39,160
		%	Costes directos complementarios	2,000	472,62	9,452
IEI070i	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	837,32	837,32
	Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 2 filas de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	28,95	28,950
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	3,000	90,99	272,970
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/63A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje.	1,000	232,05	232,050

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	3,000	12,43	37,290	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	12,66	12,660	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	13,59	13,590	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	14,08	14,080	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	70,64	70,640	
Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000	1,48	2,960	
Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	2,804	22,94	64,324	
Mano de obra	h	Ayudante electricista.	2,204	21,54	47,474	
	%	Costes directos complementarios	2,000	796,99	15,940	
IEI070j	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	665,78	665,78
Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 2 filas de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	28,95	28,950	
Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje.	3,000	90,99	272,970	
Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso accesorios de montaje.	1,000	93,73	93,730	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	4,000	12,43	49,720	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	12,66	12,660	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	26,83	26,830	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva B.	1,000	34,10	34,100	
Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000	1,48	2,960	
Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	2,804	22,94	64,324	
Mano de obra	h	Ayudante electricista.	2,204	21,54	47,474	
	%	Costes directos complementarios	2,000	633,72	12,674	
IEI070k	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	625,25	625,25
Material	Ud	Caja para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 2 filas de 12 módulos, de ABS autoextinguible.	1,000	28,95	28,950	
Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos.	4,000	90,99	363,960	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	5,000	12,43	62,150	
Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	12,66	25,320	
Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000	1,48	2,960	
Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	2,804	22,94	64,324	
Mano de obra	h	Ayudante electricista.	2,204	21,54	47,474	

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

		%	Costes directos complementarios	2,000	595,14	11,903
IEI070I	Partida	Ud	Cuadro eléctrico.	1,000	1.198,75	1.198,75
	Material	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia.	1,000	27,98	27,980
	Material	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 10 kA de poder de corte, de 125 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	256,54	256,540
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos.	1,000	90,99	90,990
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	152,13	152,130
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	208,68	208,680
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	12,43	24,860
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	12,66	12,660
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	14,08	14,080
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	3,000	26,83	80,490
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	70,64	70,640
	Material	Ud	Bobina de protección contra sobretensiones permanentes fase-neutro de 230 Vca y tensión de disparo de 255 Vca.	1,000	87,10	87,100
	Material	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000	1,48	4,440
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	2,562	22,94	58,772
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	2,398	21,54	51,653
		%	Costes directos complementarios	2,000	1.141,02	22,820
IEF	Capítulo		Solar fotovoltaica		30.878,4	30.878,4
IEF010	Partida	m ²	Módulo fotovoltaico para integración en edificio.	100,000	206,52	20.652,0
	Material	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración	1,000	117,20	117,200
	Material	Ud	Repercusión por m ² de accesorios de montaje con ganchos de módulo fotovoltaico de fachada.	1,000	25,00	25,000
	Material	Ud	Repercusión por m ² de material eléctrico para conexión de módulo fotovoltaico de fachada.	1,000	38,00	38,000
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,368	22,94	8,442
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,368	21,54	7,927
		%	Costes directos complementarios	2,000	196,57	3,931
IEF020	Partida	Ud	Inversor fotovoltaico.	1,000	4.940,39	4.940,39
	Material	Ud	Inversor trifásico	1,000	4.630,28	4.630,28
	Maquinaria	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,500	55,38	27,690
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	1,000	22,94	22,940
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	1,000	21,54	21,540
		%	Costes directos complementarios	2,000	4.702,45	94,049
IEF002	Partida	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta plana.	50,00	85,22	4.261,00
	Material	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, para cubierta plana, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	1,000	70,00	70,000

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,250	22,94	5,735
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,250	21,54	5,385
		%	Costes directos complementarios	2,000	81,12	1,622
IEF050	Partida	Ud	Armario de conexiones.	4,000	54,26	217,04
	Material	Ud	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 250x300x140 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10.	1,000	42,80	42,800
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,199	22,94	4,565
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,199	21,54	4,286
		%	Costes directos complementarios	2,000	51,65	1,033
IEX050	Partida	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular.	4,000	54,99	219,96
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1,000	46,61	46,610
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,250	22,94	5,735
		%	Costes directos complementarios	2,000	52,35	1,047
IEX300	Partida	Ud	Fusible	8,000	10,12	80,96
	Material	Ud	Fusible, curva gV, intensidad nominal 20 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm.	1,000	0,75	0,750
	Material	Ud	Base modular para fusibles, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A.	1,000	4,29	4,290
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,200	22,94	4,588
		%	Costes directos complementarios	2,000	9,63	0,193
IEX075	Partida	Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, modular.	1,000	113,59	113,59
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, bipolar (1P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s.	1,000	102,38	102,380
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,250	22,94	5,735
		%	Costes directos complementarios	2,000	108,12	2,162
IEX050b	Partida	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular.	1,000	54,99	54,99
	Material	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	1,000	46,61	46,610
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,250	22,94	5,735
		%	Costes directos complementarios	2,000	52,35	1,047
IEX060	Partida	Ud	Interruptor diferencial modular.	1,000	338,48	338,48
	Material	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1.	1,000	314,15	314,150
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	22,94	8,029
		%	Costes directos complementarios	2,000	322,18	6,444
IER	Capítulo		Generadores de energía eléctrica		7.214,25	7.214,25
IER010	Partida	Ud	Grupo electrógeno.	1,000	7.214,25	7.214,25
	Material	Ud	Grupo electrógeno y cuadro eléctrico de protección, distribución y control para arranque manual, compuesto por una central digital, llave de contacto, pulsador de parada de emergencia, instrumentos de medida, protecciones magnetotérmicas, protección diferencial y fusibles.	1,000	6.144,22	6.144,220

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

	Material	Ud	Cuadro eléctrico de control y conmutación para convertir el arranque manual en arranque automático, compuesto por un módulo digital de control, dos contactores de 4 polos con enclavamiento mecánico y eléctrico, fusibles y cargador de batería.	1,000	705,53	705,530
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,383	22,94	8,786
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,383	21,54	8,250
		%	Costes directos complementarios	2,000	6.866,79	137,336
II	Capítulo		Iluminación Interior		47.273,05	47.273,05
IIC	Capítulo		Sistemas de control y regulación		2.598,96	2.598,96
IIC020	Partida	Ud	Detector de movimiento.	49,000	53,04	2.598,96
	Material	Ud	Detector de movimiento por infrarrojos para automatización del sistema de alumbrado.	1,000	41,86	41,860
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,194	22,94	4,450
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,194	21,54	4,179
		%	Costes directos complementarios	2,000	50,49	1,010
III	Capítulo		Luminarias		44.674,09	44.674,09
III101	Partida	Ud	03. Luminaria circular - Eco Deimos (22068365)	69,000	174,42	12.034,98
	Material	Ud	03. Luminaria circular - Eco Deimos (22068365)	1,000	152,68	152,680
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,300	22,94	6,882
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,300	21,54	6,462
		%	Costes directos complementarios	2,000	166,02	3,320
III012	Partida	Ud	04. 927 ECHO Bilámpara LED Rectangular	13,000	267,79	3.481,27
	Material	Ud	04. 927 ECHO Bilámpara LED Rectangular	1,000	243,33	243,330
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,260	22,94	5,964
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,260	21,54	5,600
		%	Costes directos complementarios	2,000	254,89	5,098
III101b	Partida	Ud	05. Luminaria circular - 883 COMPACT (156415)	95,000	174,42	16.569,9
	Material	Ud	05. Luminaria circular - 883 COMPACT (156415)	1,000	152,68	152,680
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,300	22,94	6,882
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,300	21,54	6,462
		%	Costes directos complementarios	2,000	166,02	3,320
III012b	Partida	Ud	06. 831 RODI R Empotrada (150232)	8,000	267,79	2.142,32
	Material	Ud	05. Luminaria circular - 883 COMPACT (156415)	1,000	243,33	243,330
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,260	22,94	5,964
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,260	21,54	5,600
		%	Costes directos complementarios	2,000	254,89	5,098
III012bb	Partida	Ud	07. 834 RODI HE Empotrada (150252)	6,000	267,79	1.606,74
	Material	Ud	07. 834 RODI HE Empotrada (150252)	1,000	243,33	243,330
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,260	22,94	5,964
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,260	21,54	5,600

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

		%	Costes directos complementarios	2,000	254,89	5,098
IIL012c	Partida	Ud	08. 927 ECHO Monolámpara LED Rectangular (164701)	4,000	267,79	1.071,16
	Material	Ud	08. 927 ECHO Monolámpara LED Rectangular (164701)	1,000	243,33	243,330
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,260	22,94	5,964
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,260	21,54	5,600
		%	Costes directos complementarios	2,000	254,89	5,098
IIL075	Partida	Ud	10. 2885 SATURNO(330776)	36,000	215,77	7.767,72
	Material	Ud	10. 2885 SATURNO(330776)	1,000	179,14	179,140
	Material	Ud	Cadena de acero de 1,5 m de longitud, para instalación suspendida de campana LED.	1,000	10,67	10,670
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	22,94	8,029
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,350	21,54	7,539
		%	Costes directos complementarios	2,000	205,38	4,108
IP	Capítulo	Protección frente al rayo			10.464,88	10.464,8
IPI	Capítulo	Sistemas internos			10.464,88	10.464,8
IPI010	Partida	Ud	Protector contra sobretensiones.	1,000	10.464,88	10.464,88
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 1 + 2 (ondas de 10/350 µs y 8/20 µs), bipolar (1P+N), tensión nominal 230 V, resistencia a la corriente de impulso de onda 10/350 µs (Iimp) 30 kA, intensidad máxima de descarga 65 kA, intensidad nominal de descarga 40 kA, nivel de protección 1,5 kV.	1,000	657,50	657,500
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 1 + 2 (ondas de 10/350 µs y 8/20 µs), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, resistencia a la corriente de impulso de onda 10/350 µs (Iimp) 30 kA, intensidad máxima de descarga 65 kA, intensidad nominal de descarga 40 kA, nivel de protección 1,5 kV.	1,000	1.340,02	1.340,020
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 + 3 (onda combinada de 1,2/50 µs y 8/20 µs), con led indicador de final de vida útil, bipolar (1P+N), tensión nominal 230 V, intensidad máxima de descarga 30 kA, intensidad nominal de descarga 10 kA, tensión en circuito abierto con onda combinada 6 kV, nivel de protección 0,9 kV.	7,000	455,46	3.188,220
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 + 3 (onda combinada de 1,2/50 µs y 8/20 µs), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, intensidad máxima de descarga 30 kA, intensidad nominal de descarga 10 kA, tensión en circuito abierto con onda combinada 6 kV, nivel de protección 0,9 kV.	4,000	690,16	2.760,640
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias para dos líneas telefónicas analógicas o ADSL, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, tensión nominal 130 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 270 V.	1,000	175,09	175,090
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias para dos líneas de transmisión de datos, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, 5, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 66 V.	1,000	269,30	269,300
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias para línea de red informática, con conectores de entrada y salida RJ-45, 100 Mbit/s, tensión nominal 5 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 100 V.	1,000	167,74	167,740
	Material	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias para cable coaxial, con conectores de entrada y salida tipo "F", banda de frecuencias 0-2000 MHz, impedancia característica 75 Ohm, atenuación 0,5 dB/m, potencia 5 W y tensión de ruptura 90 V, intensidad máxima de descarga 10 kA.	1,000	152,95	152,950
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	28,089	22,94	644,362
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	28,089	21,54	605,037

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con Apoyo Fotovoltaico

		%	Costes directos complementarios	2,000	9.960,86	199,217
IU	Capítulo		Urbanas		8.930,71	8.930,71
IUV	Capítulo		Recarga de vehículos eléctricos		5.065,21	5.065,21
IUV010	Partida	Ud	Estación de recarga de vehículos eléctricos en espacio público.	1,000	5.065,21	5.065,21
	Material	Ud	Columna de recarga de vehículo eléctrico con display LCD y lector de tarjeta RFID, para modo de carga 3, indicador del estado de carga con led multicolor, interruptor diferencial autorrearmable e interruptor automático magnetotérmico, para cada toma, incluso elementos de fijación.	1,000	4.674,47	4.674,47 0
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	3,300	22,94	75,702
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	3,300	21,54	71,082
		%	Costes directos complementarios	2,000	4.821,25	96,425
IX	Capítulo		Iluminación exterior		18.662,11	18.662,1
IXI	Capítulo		Alumbrado de zonas peatonales y jardín		18.662,11	18.662,1
IXI011	Partida	Ud	01. 1232 FARO (510006-39)	11,000	462,51	5.087,61
	Material	Ud	01. 1232 FARO (510006-39)	1,000	422,44	422,440
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,400	22,94	9,176
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,400	21,54	8,616
		%	Costes directos complementarios	2,000	440,23	8,805
IXI020	Partida	Ud	02. Farola 1589 Braies (330505-00)	25,000	542,98	13.574,5
	Material	Ud	Arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, con cerco y tapa de hierro fundido.	1,000	73,90	73,900
	Material	Ud	Caja de conexión y protección, con fusibles.	1,000	6,01	6,010
	Material	m	Conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm ² .	5,900	0,42	2,478
	Material	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	2,000	2,81	5,620
	Material	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.	1,000	16,00	16,000
	Material	Ud	Farola con distribución de luz radialmente asimétrica.	1,000	202,00	202,000
	Material	Ud	02. Farola 1589 Braies (330505-00)	1,000	123,00	123,000
	Maquinaria	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	1,000	65,58	65,580
	Mano de obra	h	Oficial 1ª electricista.	0,500	22,94	11,470
	Mano de obra	h	Ayudante electricista.	0,500	21,54	10,770
		%	Costes directos complementarios	2,000	516,83	10,337
			PRESUPUESTO MATERIAL		172.637	172.637

Proyecto de Instalación Eléctrica de Baja Tensión para un Pabellón Deportivo en Murcia con
Apoyo Fotovoltaico

Con todo ello;

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	172.637,00
19,00% GG + BI.....	32.801,03
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	205.438,03
21,00% IVA.....	43.141,99
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	248.580,02

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de **DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS OCHENTA EUROS** con **DOS CÉNTIMOS**.

Manuel López
, Septiembre 2024.

Documento Nº4 – PLANOS

En este apartado se presentan los distintos planos que componen el proyecto, los cuales se enumeran a continuación:

- **PE-01:** PLANO DE EMPLAZAMIENTO
- **IBT-01:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA - VISTA GENERAL
- **IBT-02:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA
- **IBT-03:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA
- **IBT-04:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA
- **IBT-05:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA
- **IBT-06:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PLANTA BAJA
- **IBT-07:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PRIMERA PLANTA - VISTA GENERAL
- **IBT-08:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PRIMERA PLANTA
- **IBT-09:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PRIMERA PLANTA
- **IBT-10:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PRIMERA PLANTA
- **IBT-11:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – PRIMERA PLANTA
- **IBT-12:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – URBANIZACIÓN EXTERIOR
- **IBT-13:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – URBANIZACIÓN EXTERIOR
- **IBT-14:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – URBANIZACIÓN EXTERIOR
- **IBT-15:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – URBANIZACIÓN EXTERIOR
- **IBT-16:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – ESQUEMA UNIFILAR – DERIVACIÓN INDIVIDUAL
- **IBT-17:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – ESQUEMA UNIFILAR – VISTA GENERAL 0.1
- **IBT-18:** INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – ESQUEMA UNIFILAR – VISTA GENERAL 0.2
- **FV-01:** INSTALACIÓN FOTOLVOLTAICA – CUBIERTA
- **FV-02:** INSTALACIÓN FOTOLVOLTAICA – PLANTA BAJA
- **FV-03:** INSTALACIÓN FOTOLVOLTAICA – ESQUEMA UNIFILAR



A-30

N-301a

CARRIL DE LA CONDESA

CALLE MORERA

CALLE CANOVÁS

TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

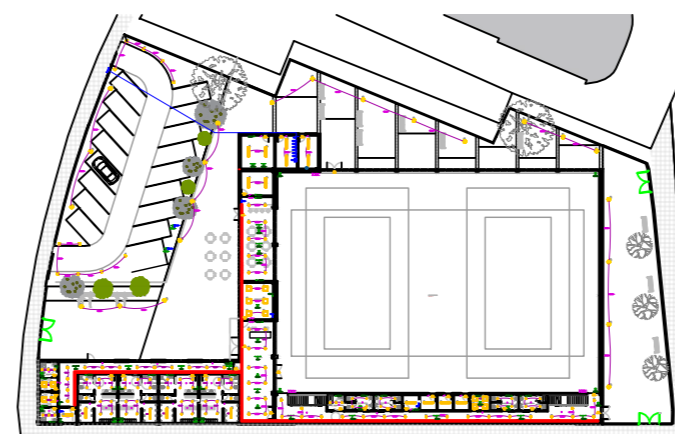
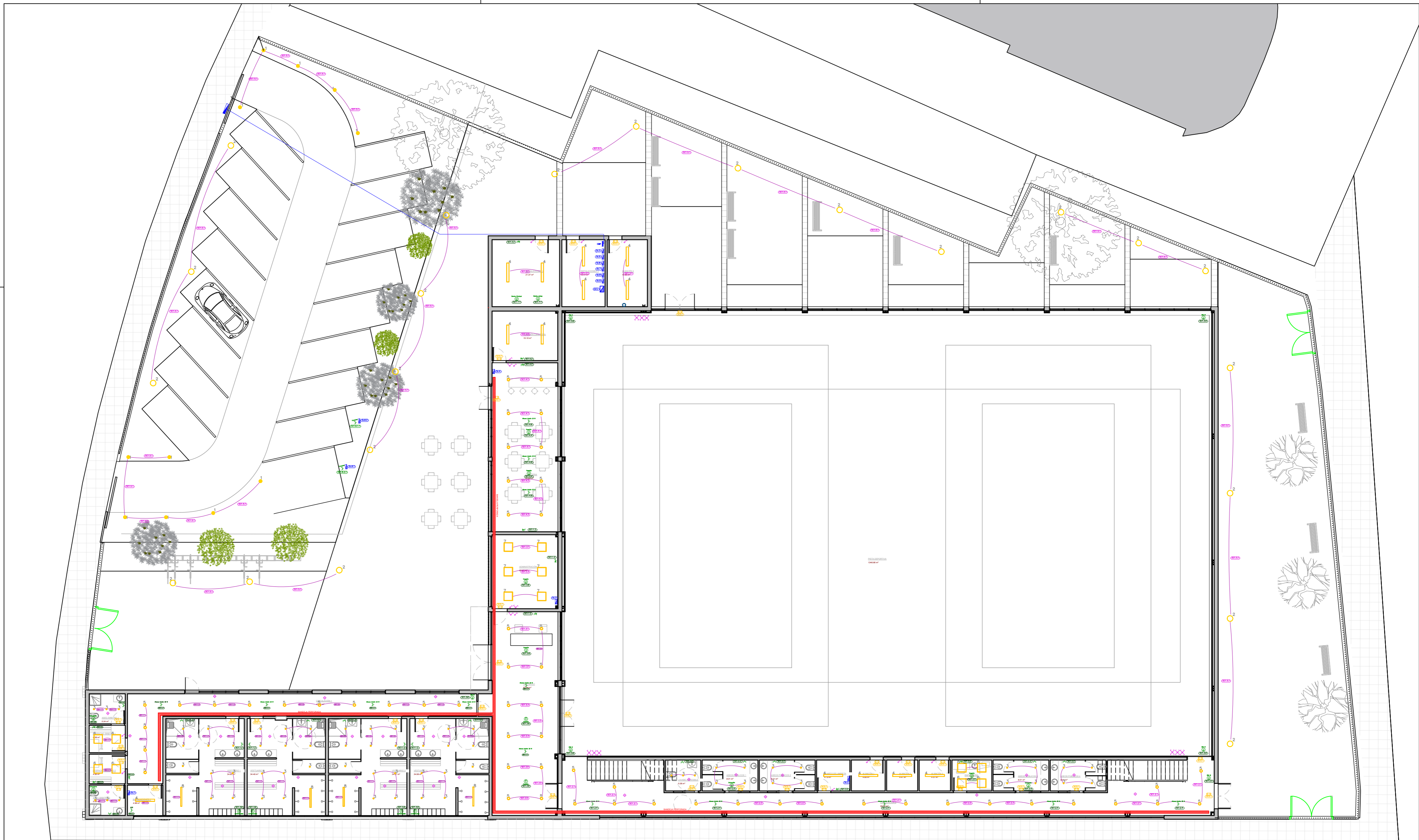
Fecha: **Septiembre 2024**

Escala: **1/5000**

Plano: **PLANO DE EMPLAZAMIENTO**

Nº Plano: **PE-01**

Manuel López Martínez
Autor proyecto



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA
CON APOYO FOTOVOLTAICO.

Fecha:

Septiembre 2024

Plano:

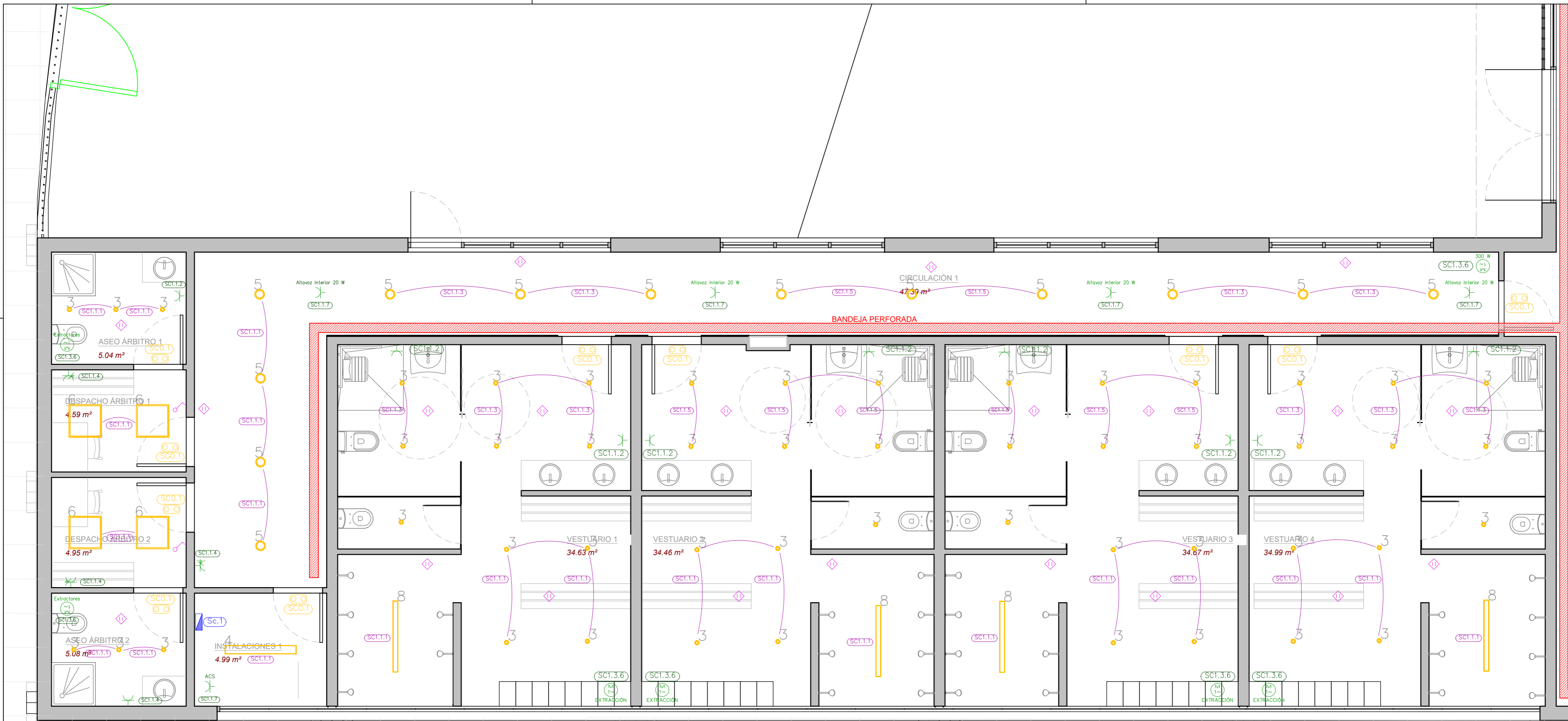
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN
PLANTA BAJA - VISTA GENERAL

Escala:

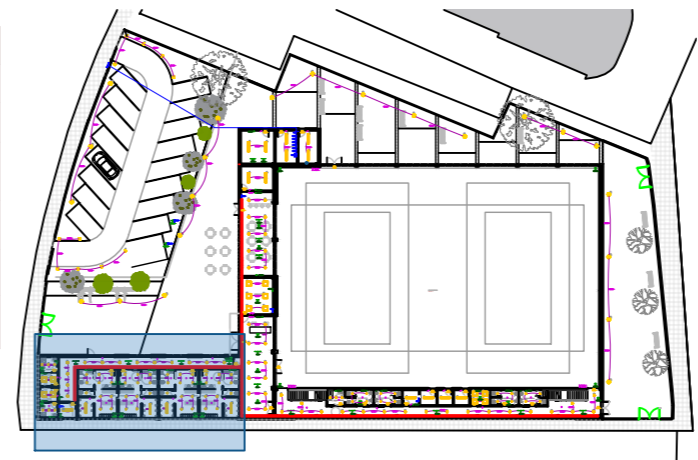
1/500

Nº Plano:

IBT-01



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Aeroterminia Interacumulador		Vent extracción baños
	Ventilador extracción		Cassette
	Bomba Principal		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

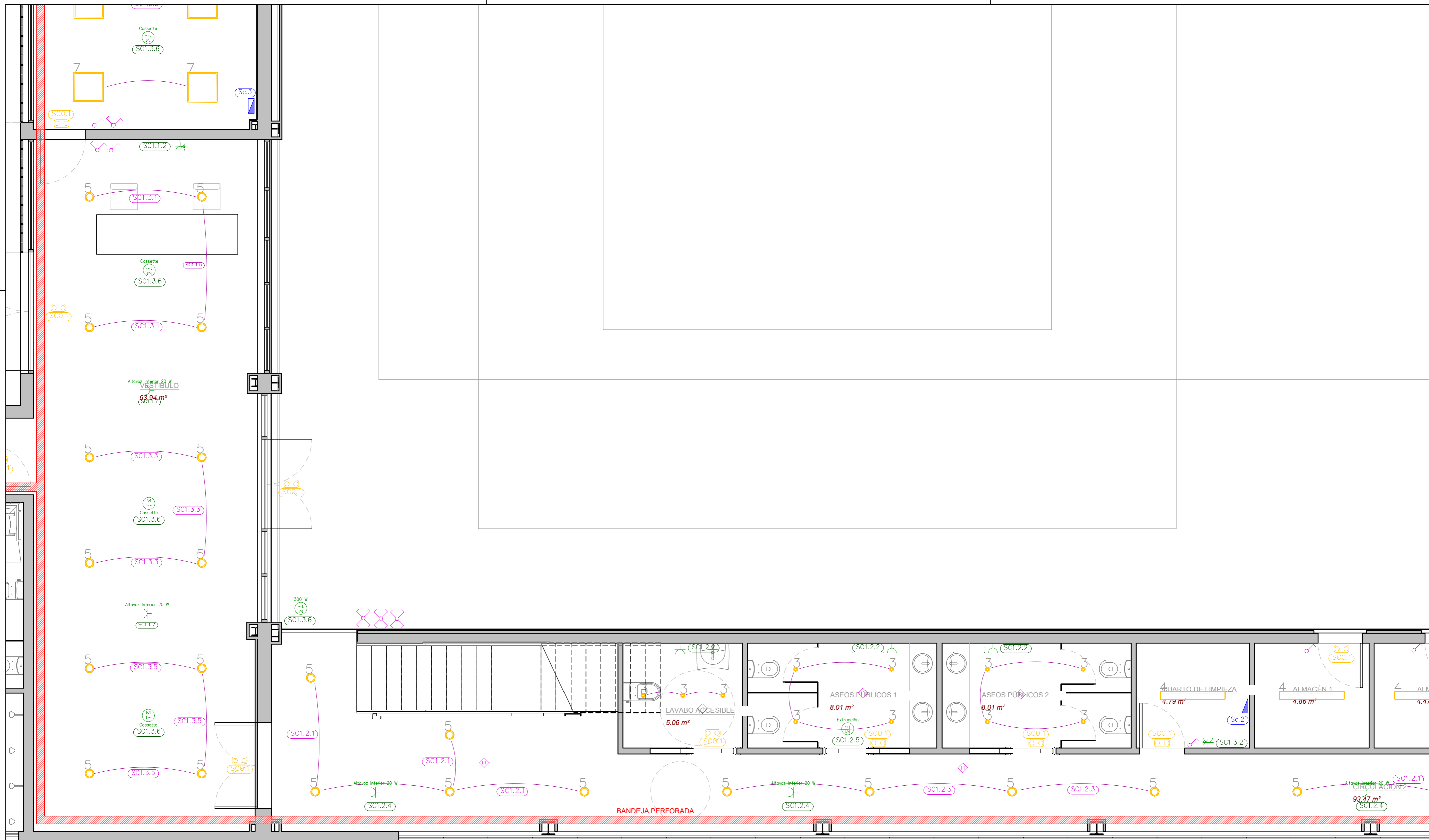
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PLANTA BAJA**

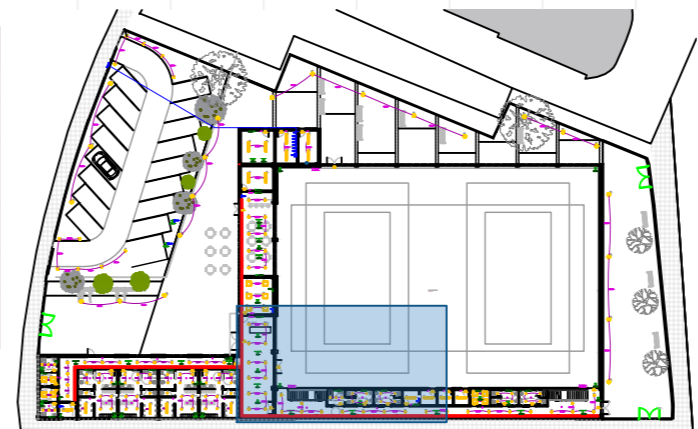
Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-02**



Leyenda

	Interruptor simple		Luminaria de emergencia		Aerotermin Interacumulador
	Interruptor doble		Toma de uso general		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

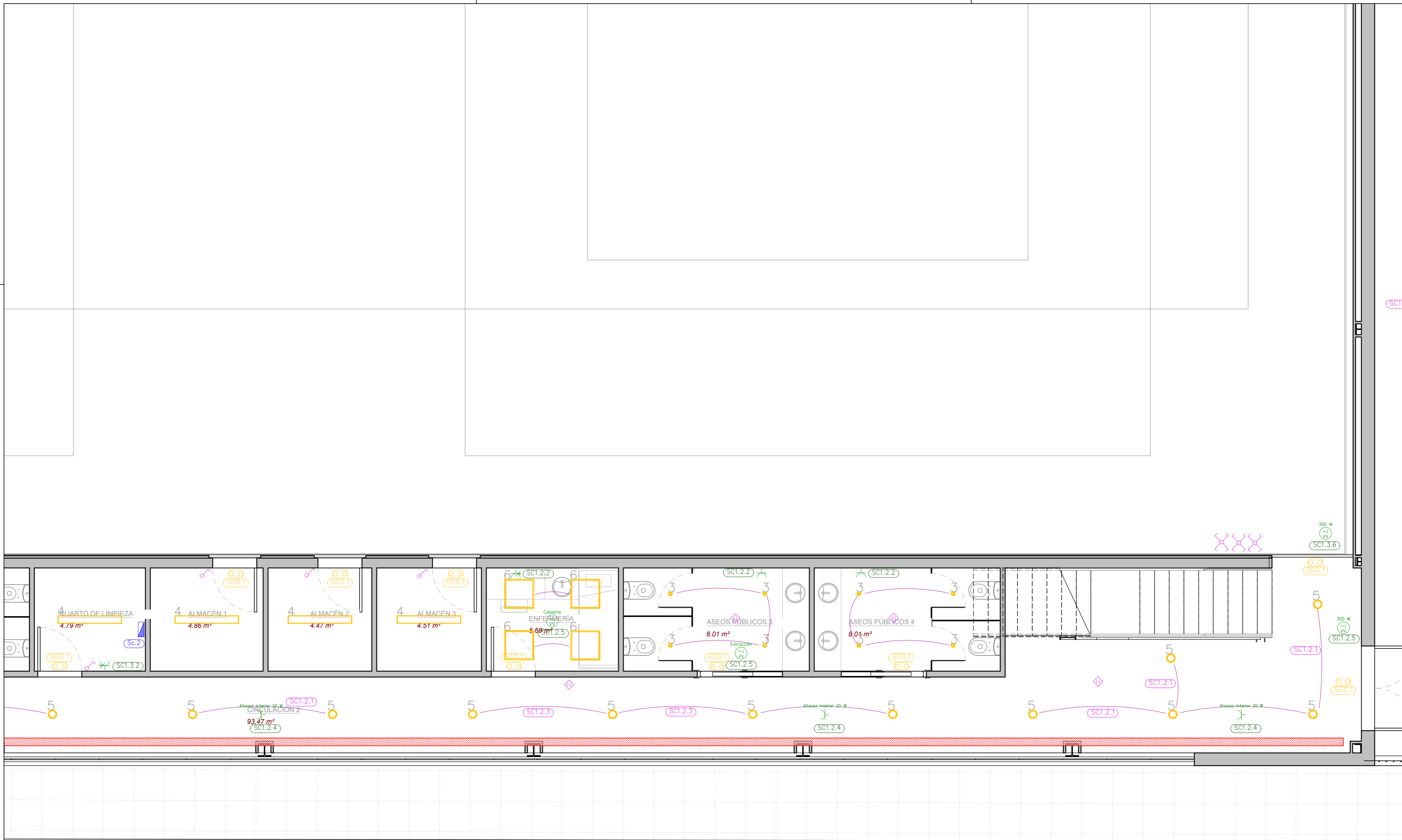
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Junio 2024**

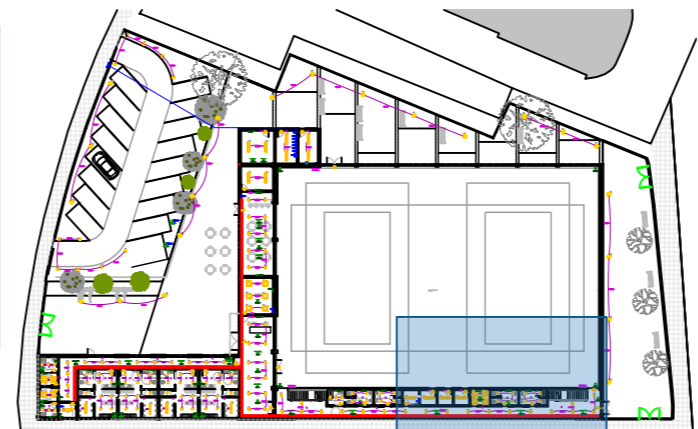
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PLANTA BAJA**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-03**



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Luminaria de emergencia		Aeroterminia Interacumulador
	Toma de uso general		Vent extracción baños
	Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Altavoz Interior 20 W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

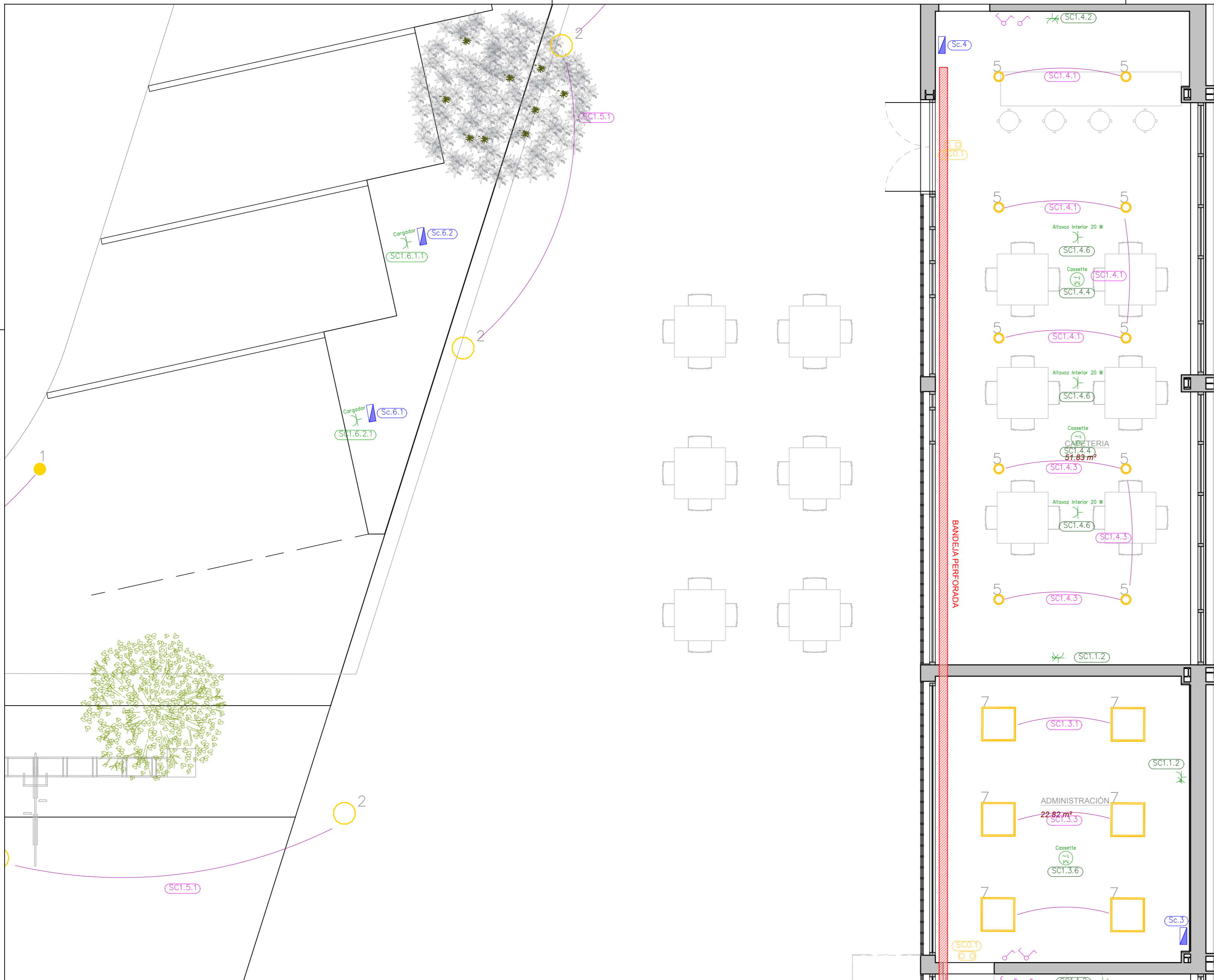
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

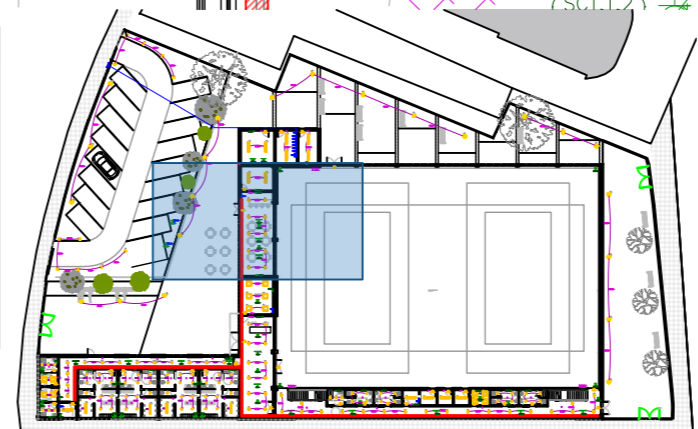
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PLANTA BAJA**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-04**



Legenda			
	Interrupor simple		Luminaria de emergencia
	Interrupor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Aerotermin Interacumulador		Vent extracción baños
	Ventilador extracción		Cassette
	Bomba Principal		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

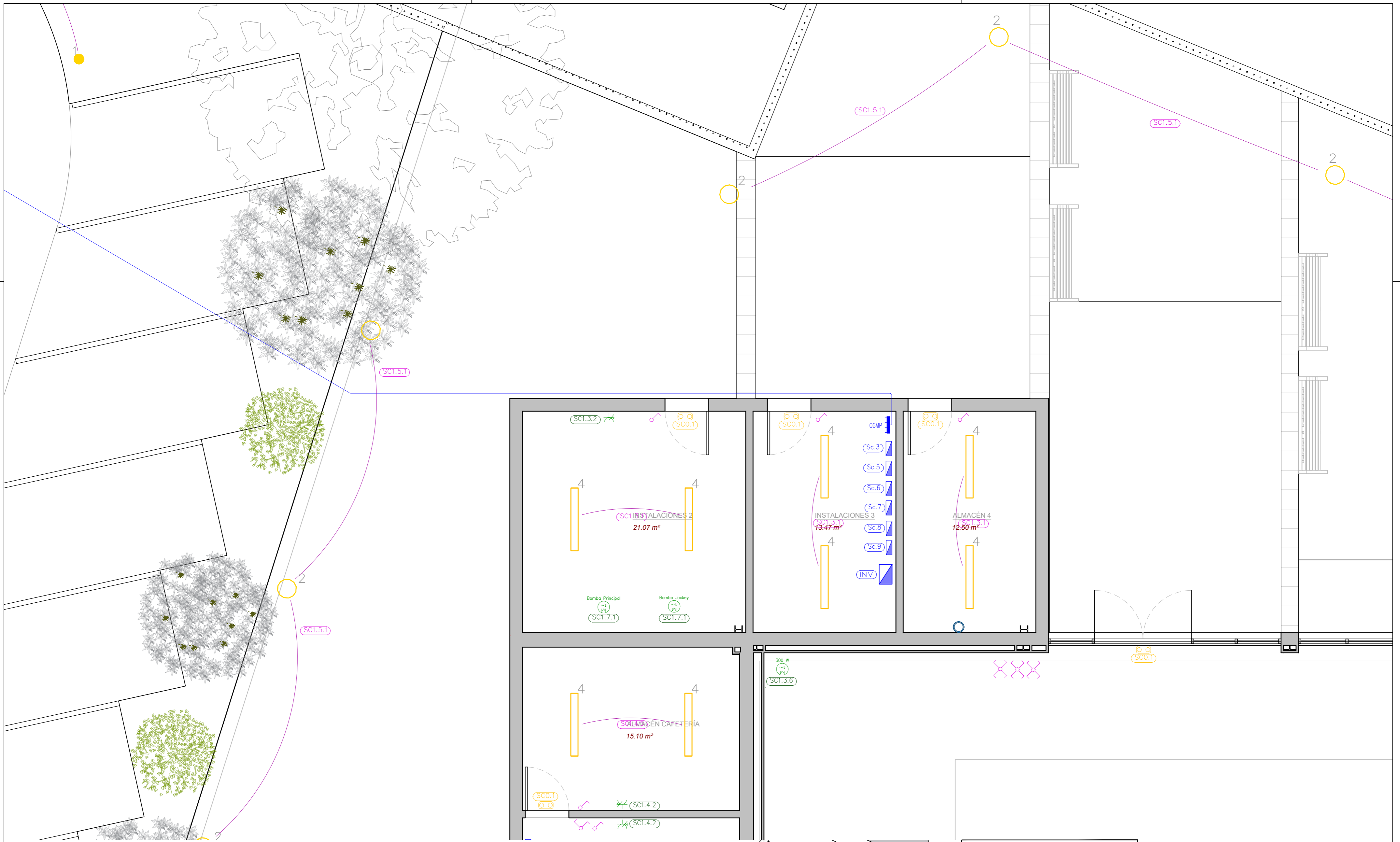
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PLANTA BAJA**

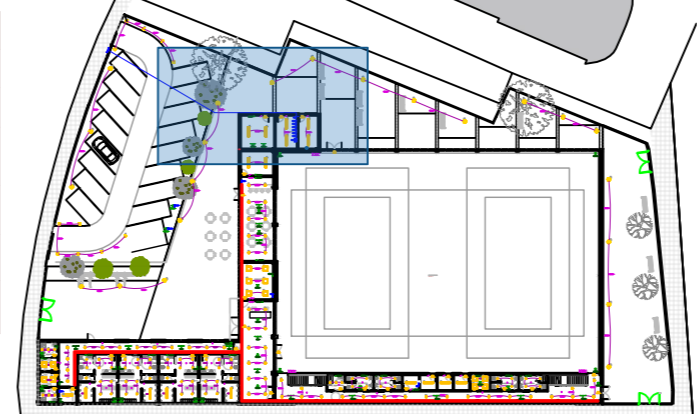
Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-05**



Leyenda

	Interruptor simple		Luminaria de emergencia		Aerotermin Interacumulador
	Interruptor doble		Toma de uso general		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

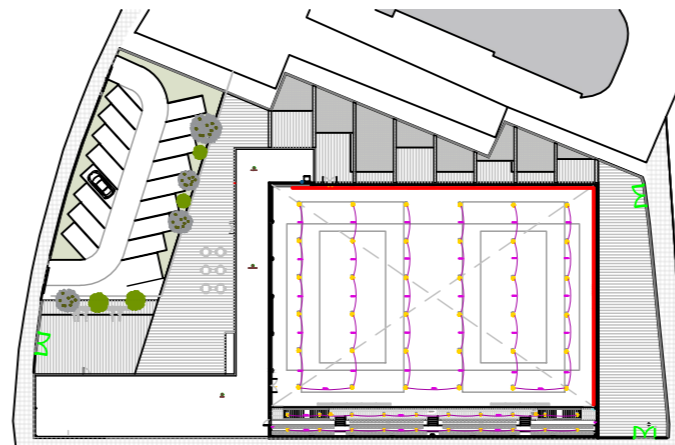
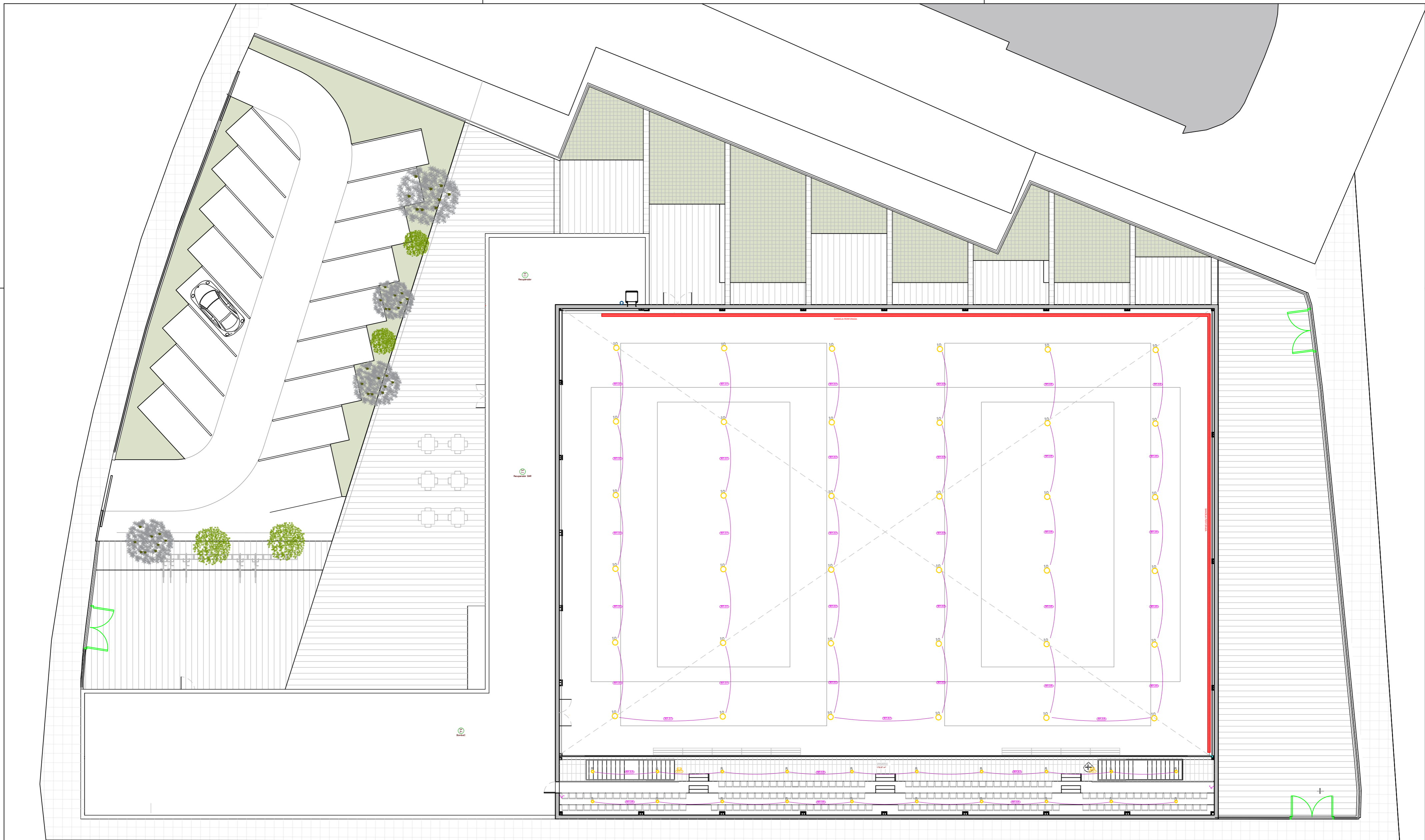
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PLANTA BAJA**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-06**



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

 UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

 ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
INDUSTRIAL
VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

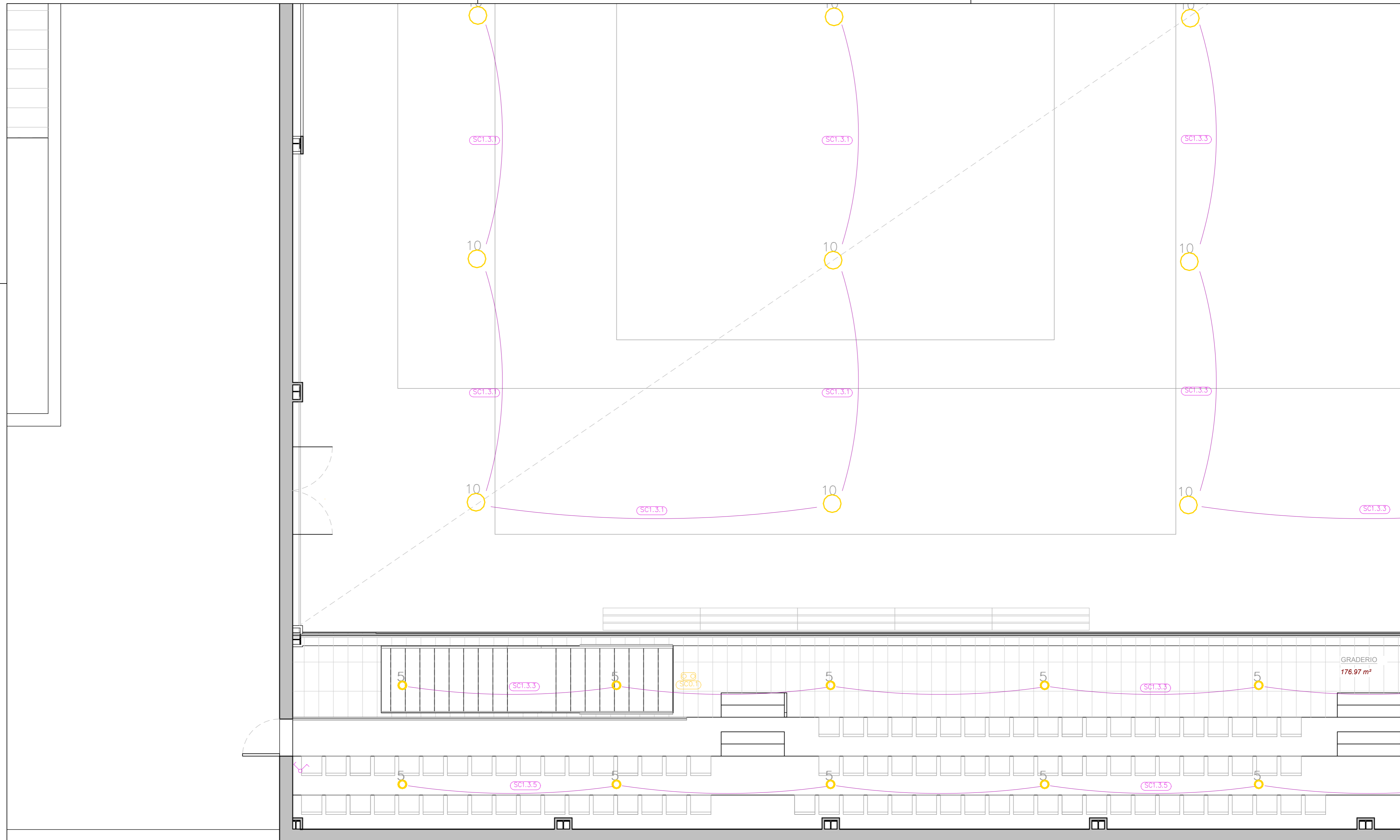
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

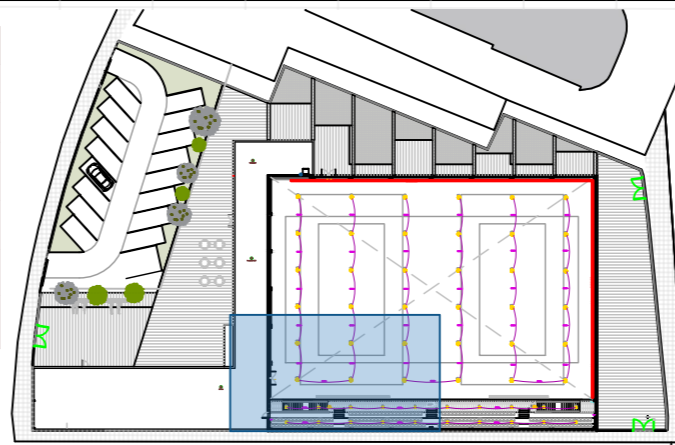
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PRIMERA PLANTA - VISTA GENERAL**

Escala: **1/500**

Nº Plano: **IBT-07**



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
			Aerotermin Interacumulador
			Vent extracción baños
			Ventilador extracción
			Cassette
			Bomba Principal
			Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

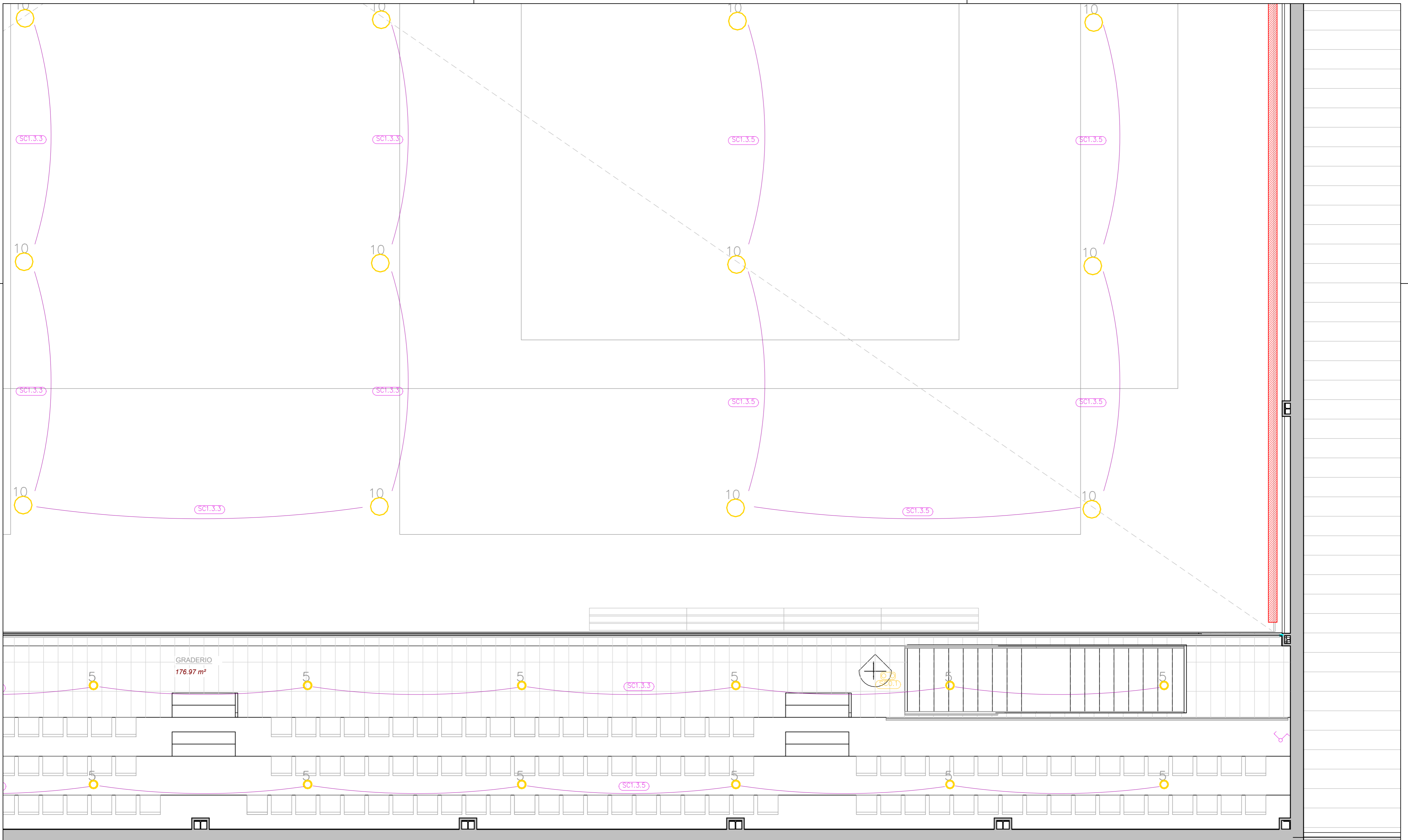
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

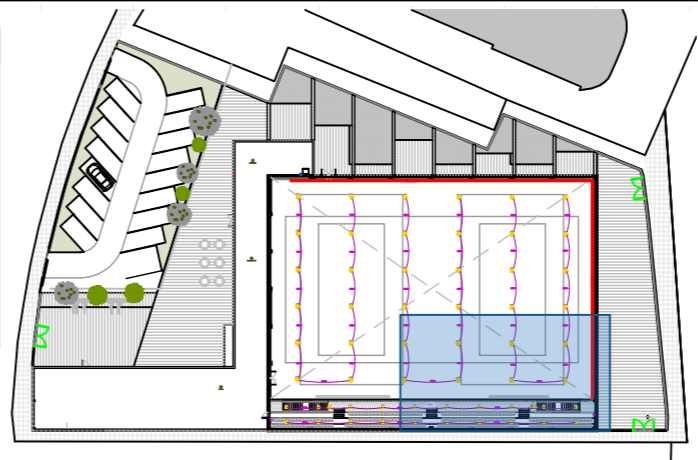
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PRIMERA PLANTA**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-08**



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Aeroterminia Interacumulador		Vent extracción baños
	Extracción		Ventilador extracción
	Cassette		Bomba Principal
	Bomba Jockey		



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

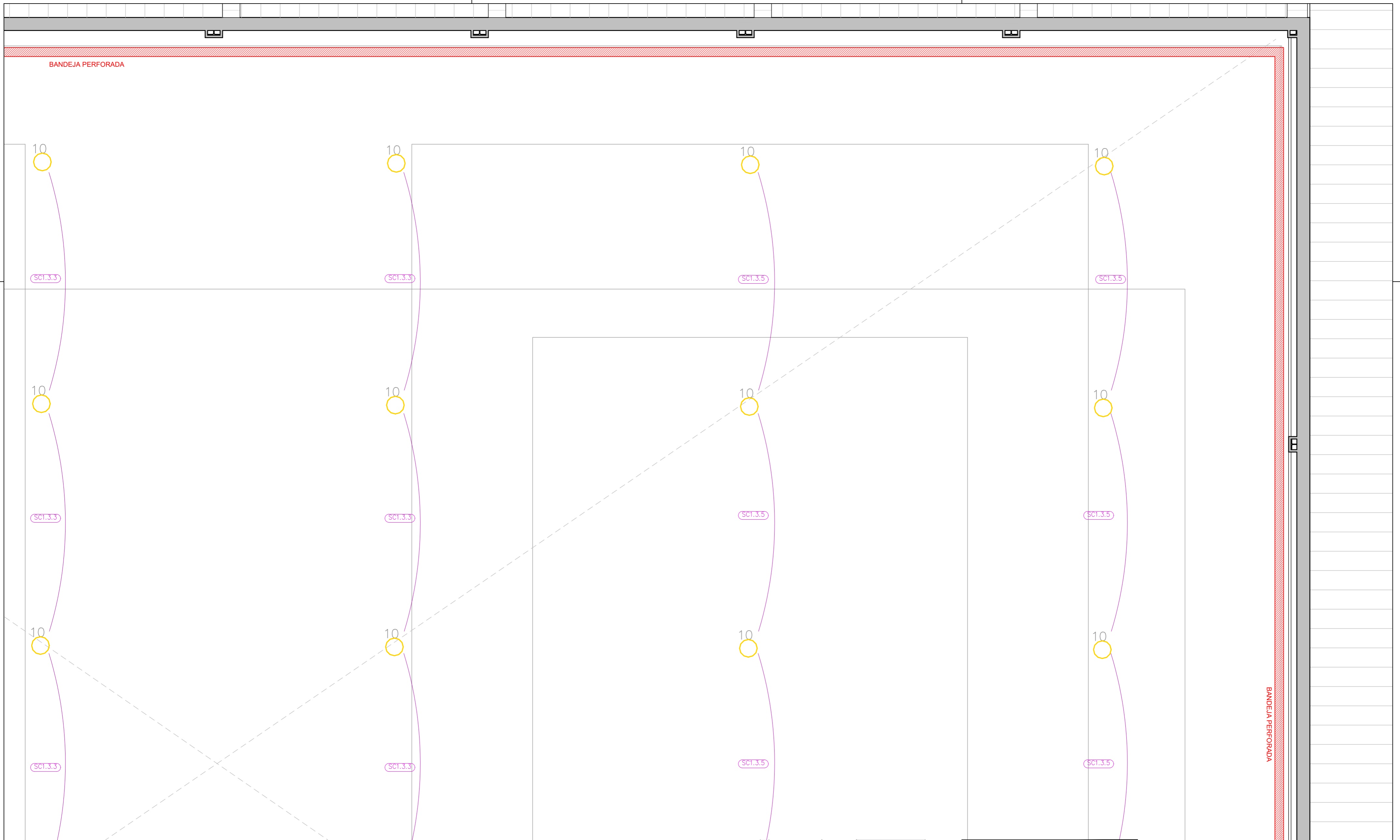
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

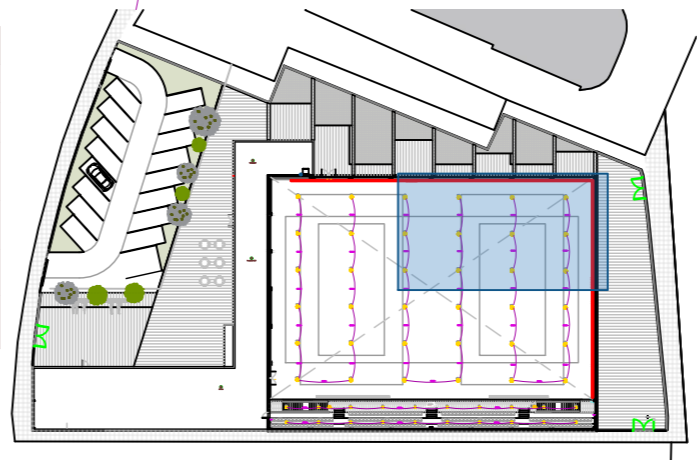
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PRIMERA PLANTA**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-09**



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Interruptor simple		Aeroterma Interacumulador
	Interruptor doble		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Ventilador extracción
	Subcuadro		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Bomba Principal
	Cuadro individual		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÈCNICA
SUPERIOR
INGENIERIA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PRIMERA PLANTA**

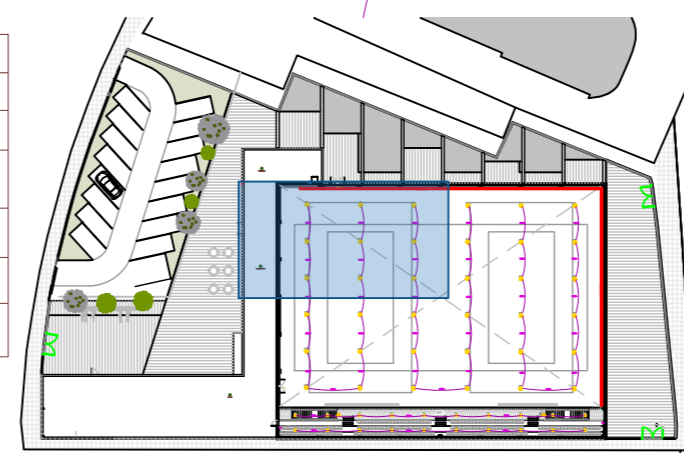
Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-10**

BANDEJA PERFORADA

M
1~
Recuperador BAR

Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Aerotermin Interacumulador		Vent extracción baños
	Ventilador extracción		Cassette
	Bomba Principal		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA
CON APOYO FOTOVOLTAICO.

Fecha:

Septiembre 2024

Escala:

1/100

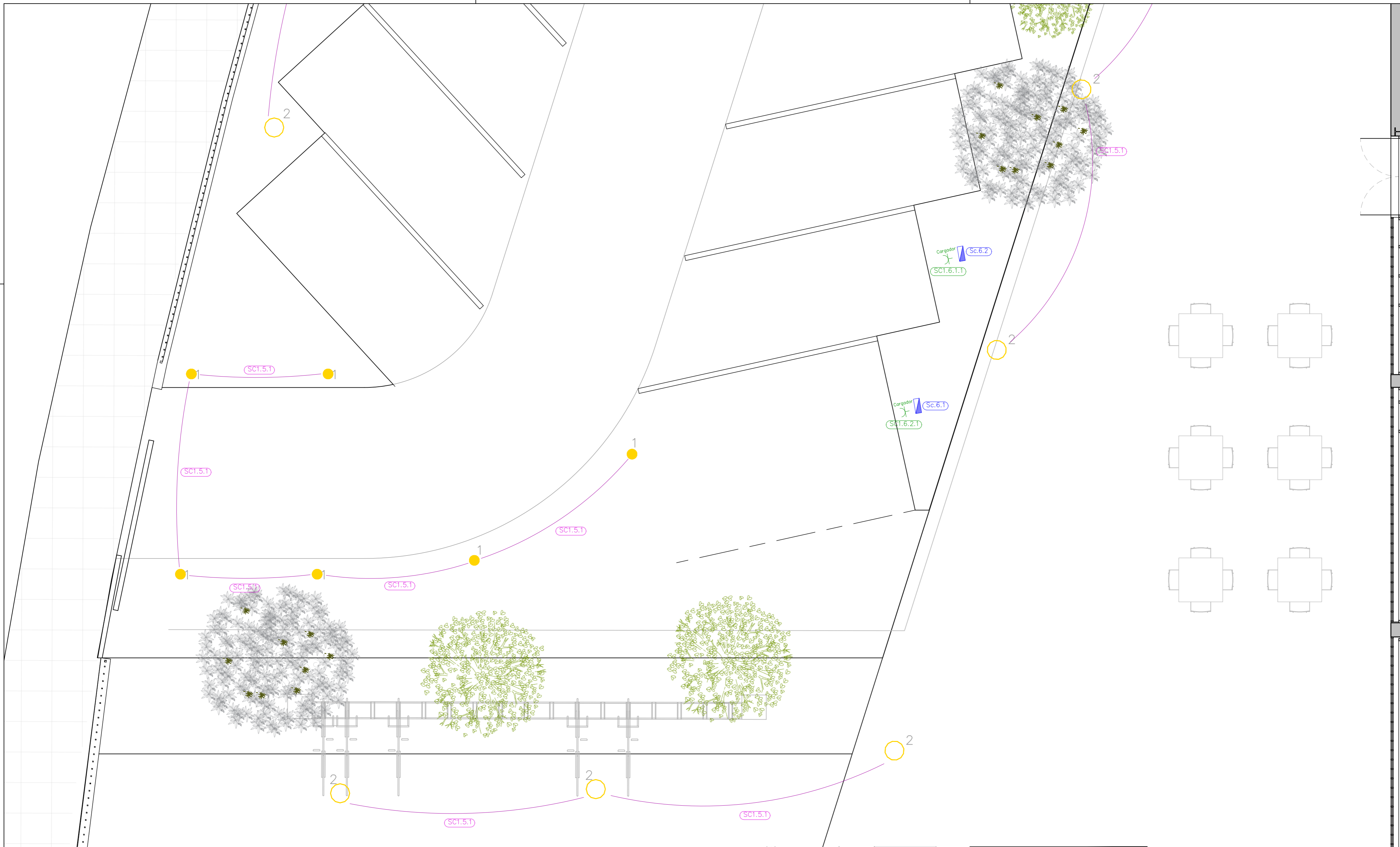
Plano:

INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN
PRIMERA PLANTA

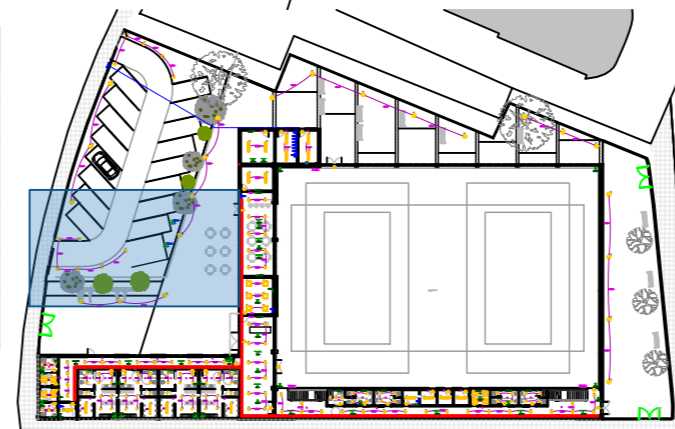
Nº Plano:

IBT-11

Manuel López Martínez
Autor proyecto



Leyenda					
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia		Aerotermin Interacumulador
	Interruptor doble		Toma de uso general		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

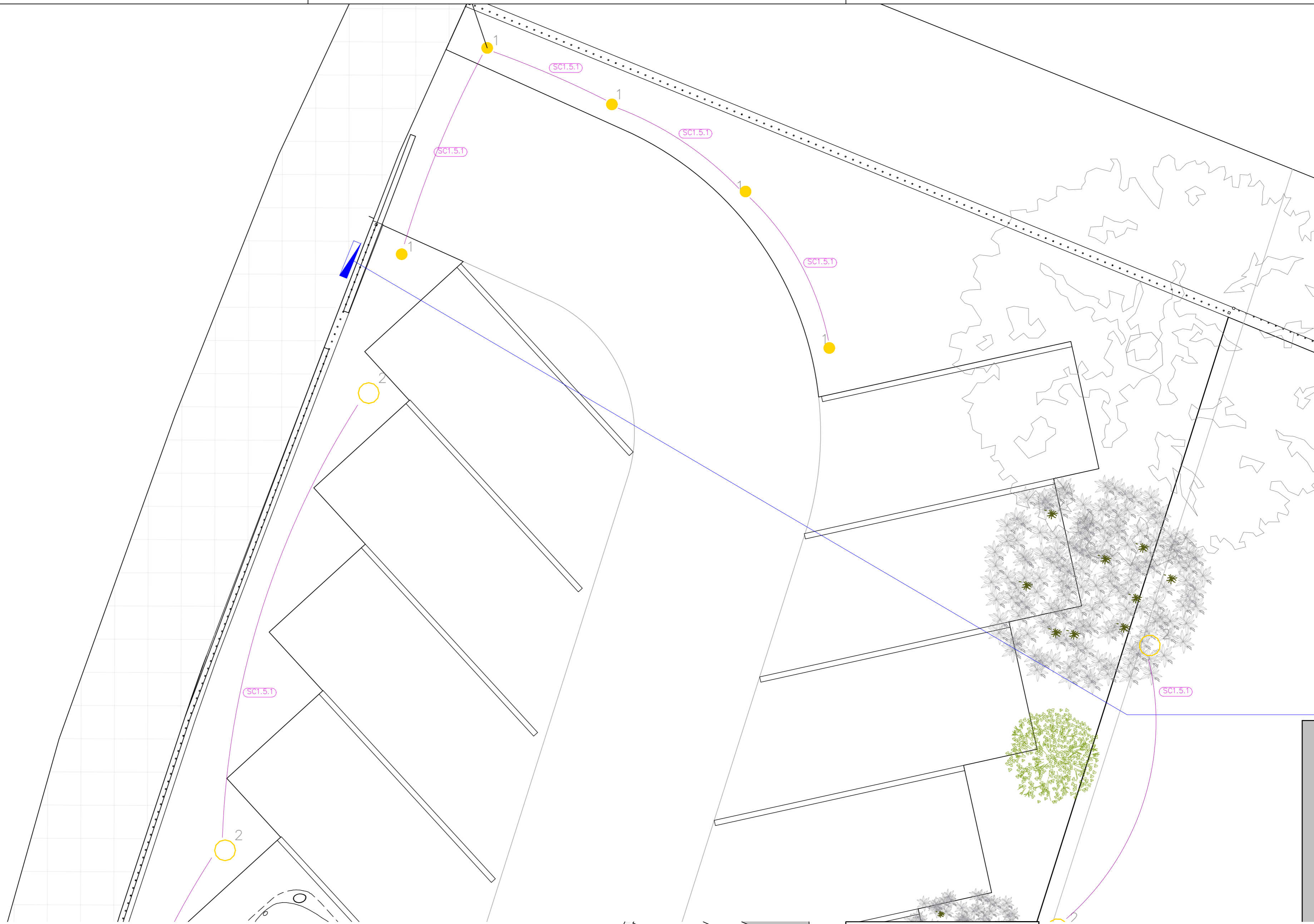
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

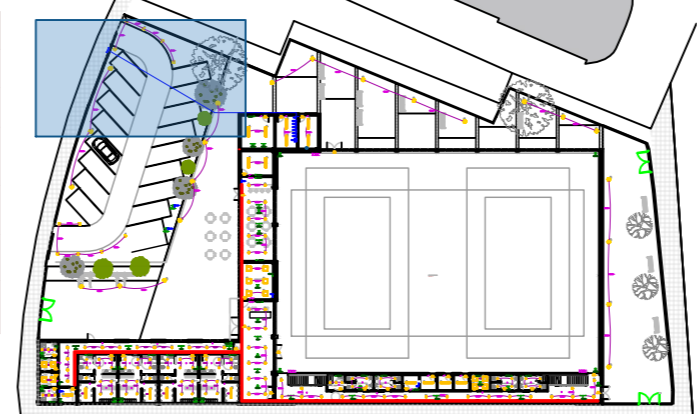
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN URBANIZACIÓN EXTERIOR**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-12**



Leyenda					
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia		Aerotermia Interacumulador
	Interruptor doble		Toma de uso general		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

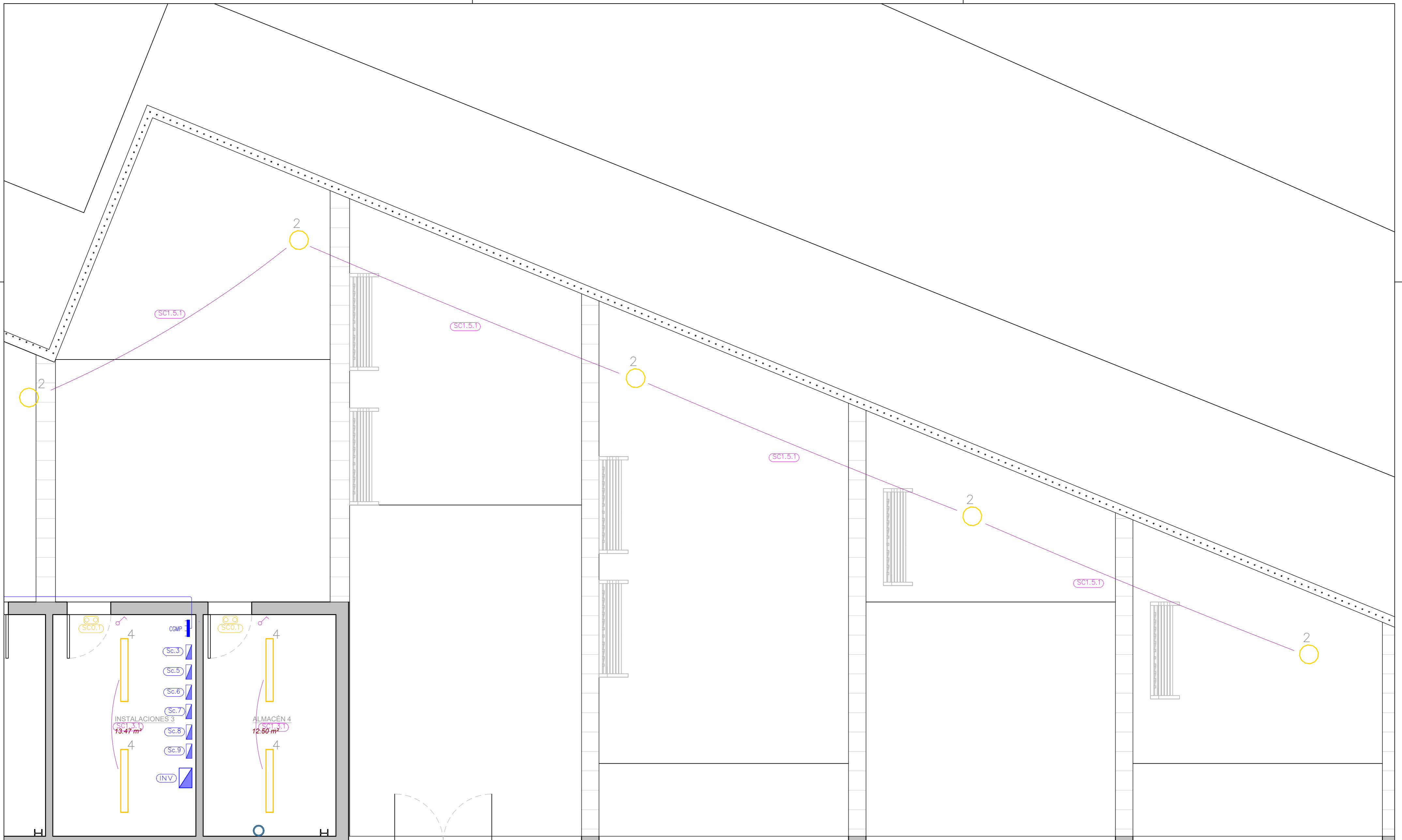
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

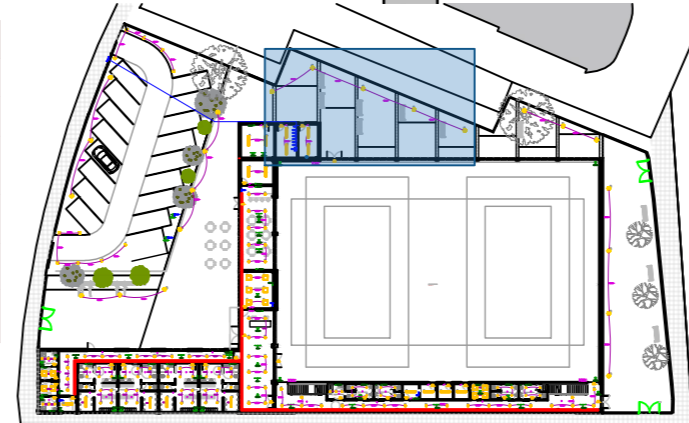
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN URBANIZACIÓN EXTERIOR**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-13**



Leyenda			
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Cruzamiento		Toma de uso general doble
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20 W
	Aerotermin Interacumulador		Vent extracción baños
	Ventilador extracción		Cassette
	Bomba Principal		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

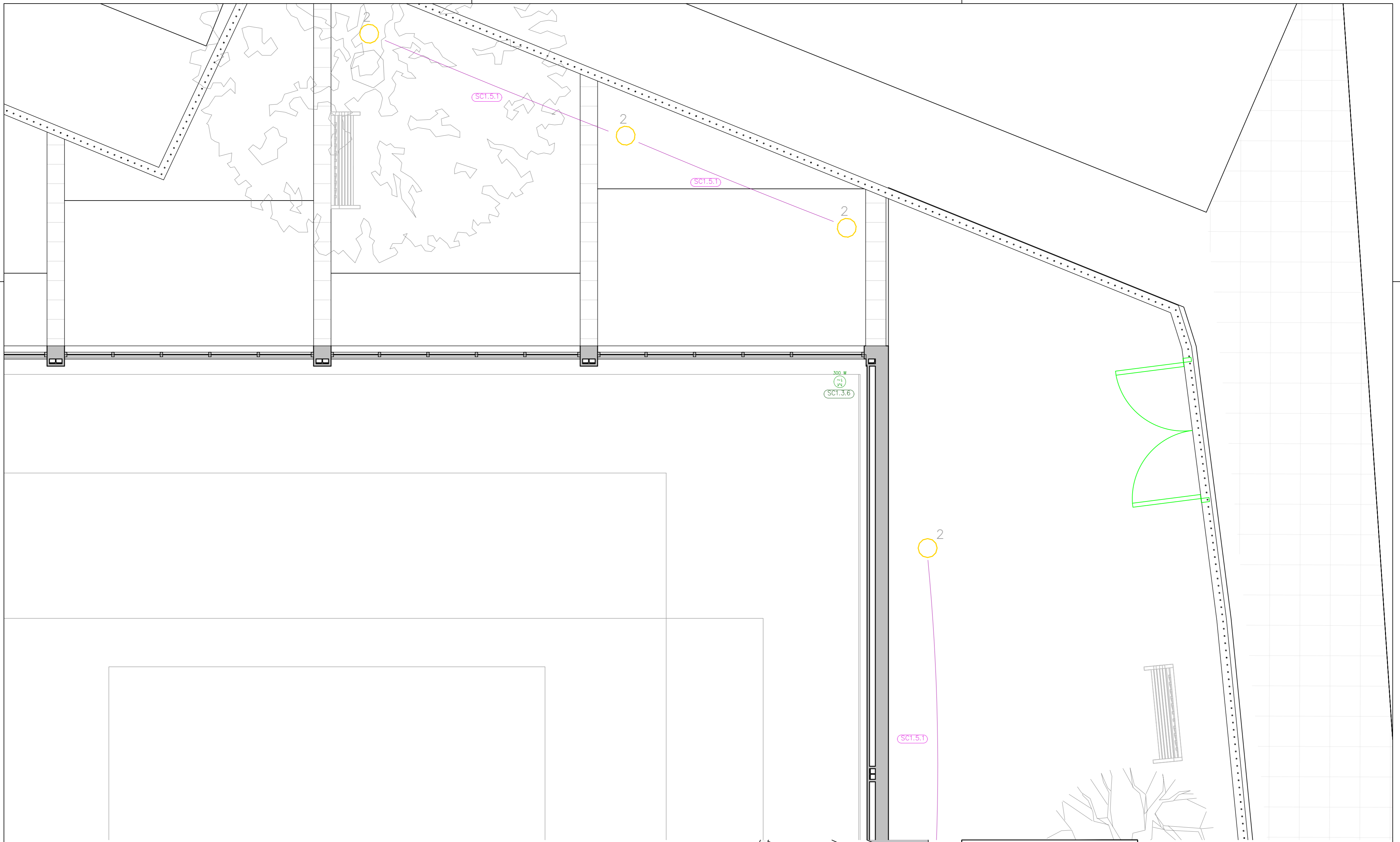
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

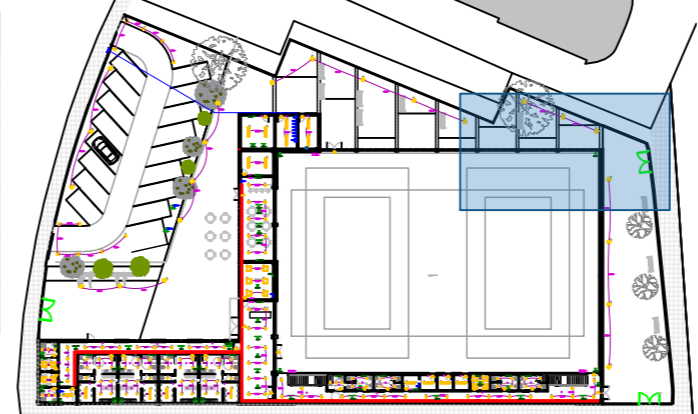
Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN URBANIZACIÓN EXTERIOR**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-14**



Leyenda					
	Interruptor simple		Luminaria de emergencia		Aeroterminia Interacumulador
	Interruptor doble		Toma de uso general		Vent extracción baños
	Cruzamiento		Toma de uso general doble		Ventilador extracción
	Subcuadro		Toma de uso general cuádruple		Cassette
	Caja de protección y medida (CPM)		Punto de recarga coches eléctricos		Bomba Principal
	Cuadro individual		Altavoz Interior 20W		Bomba Jockey



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA
TÈCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

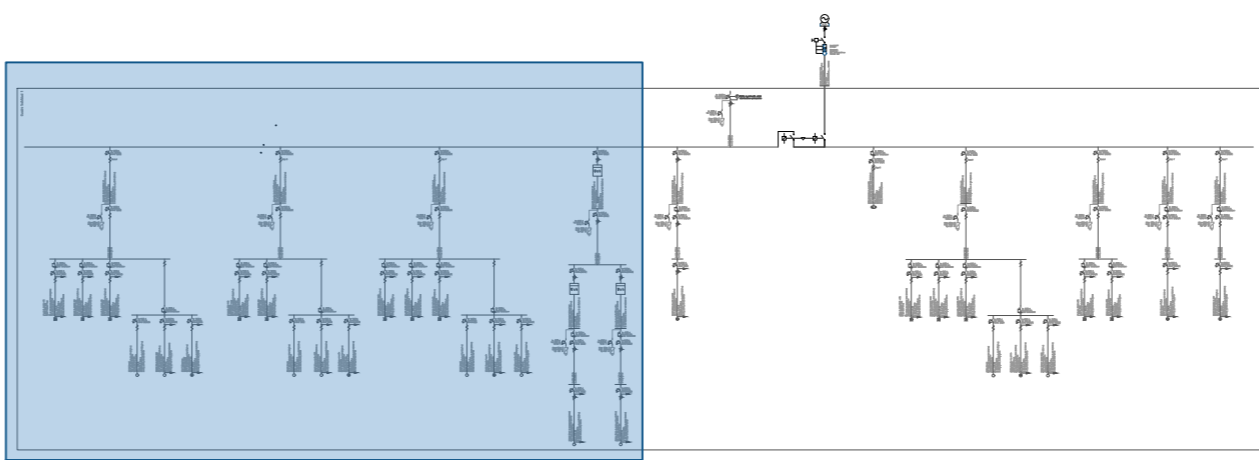
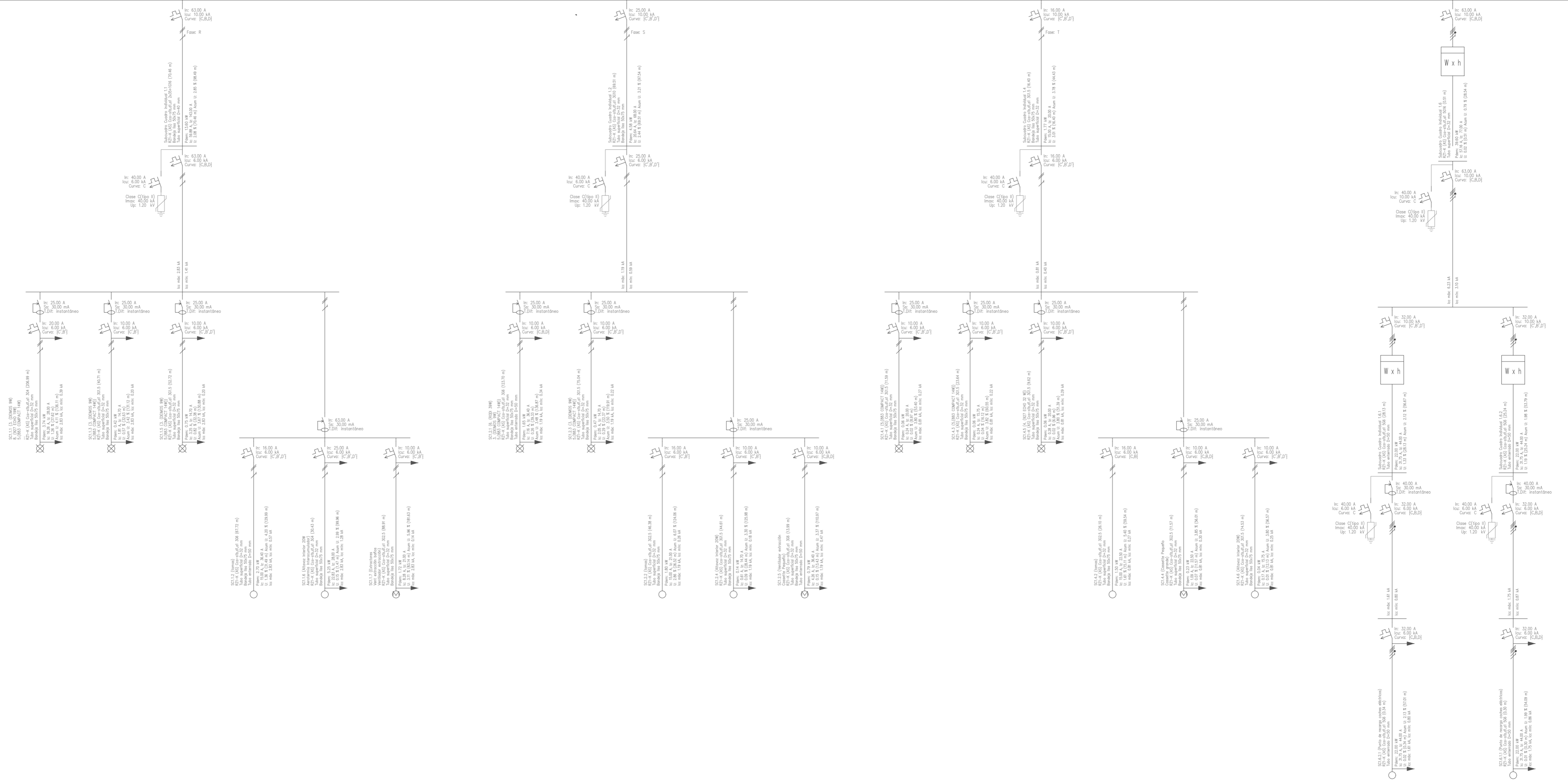
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN URBANIZACIÓN EXTERIOR**

Escala: **1/100**

Nº Plano: **IBT-15**



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

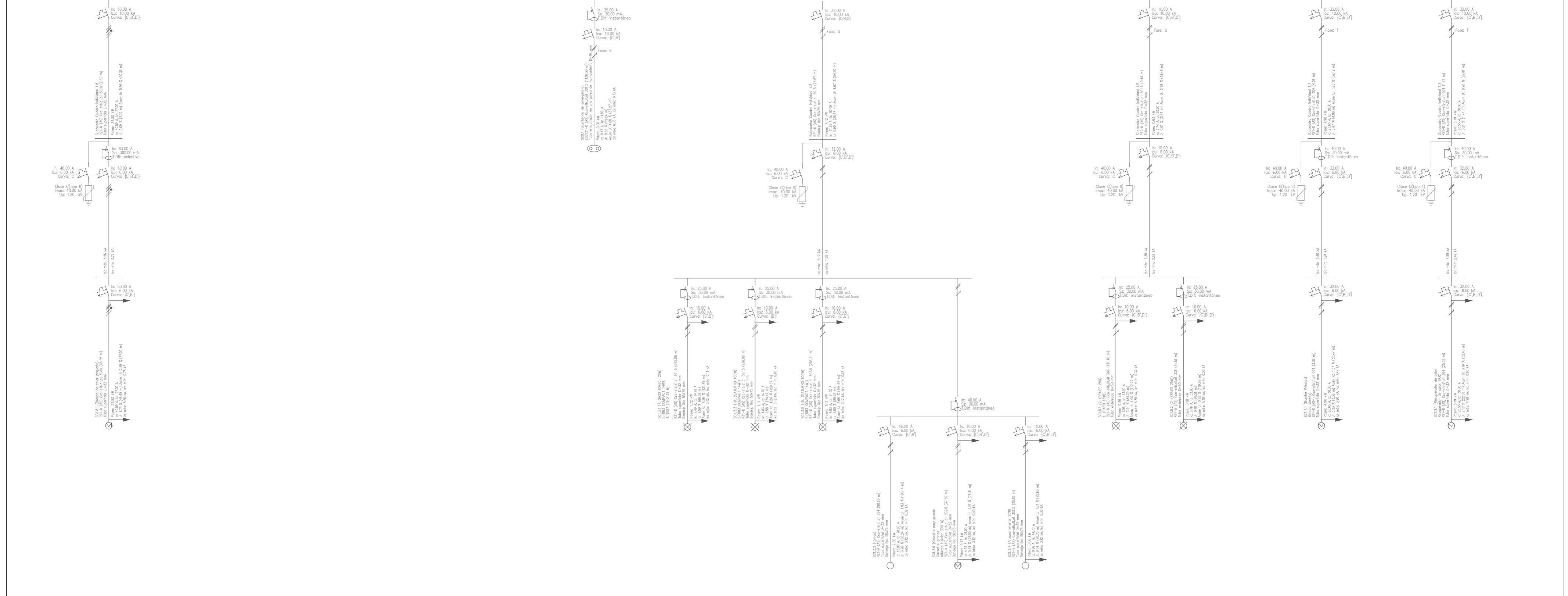
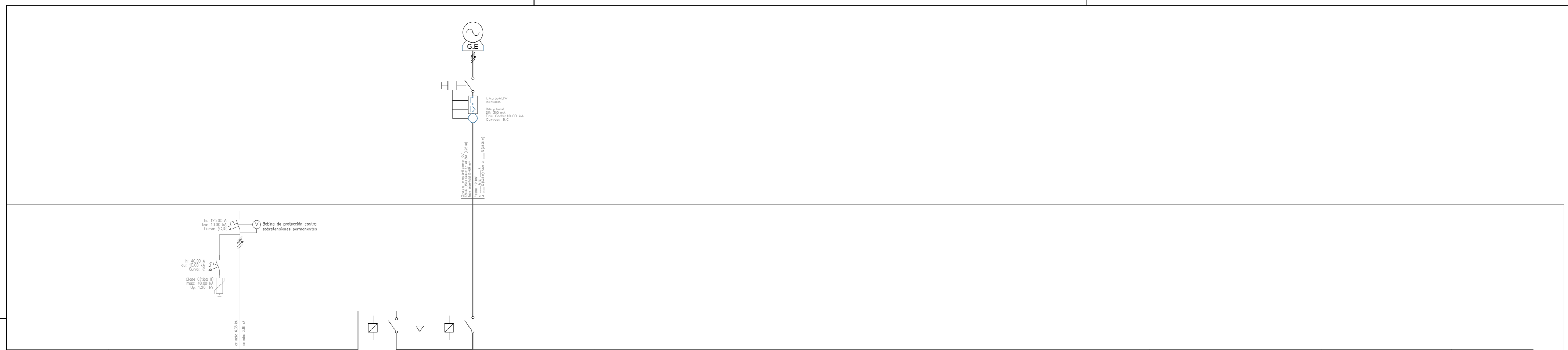
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA**

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

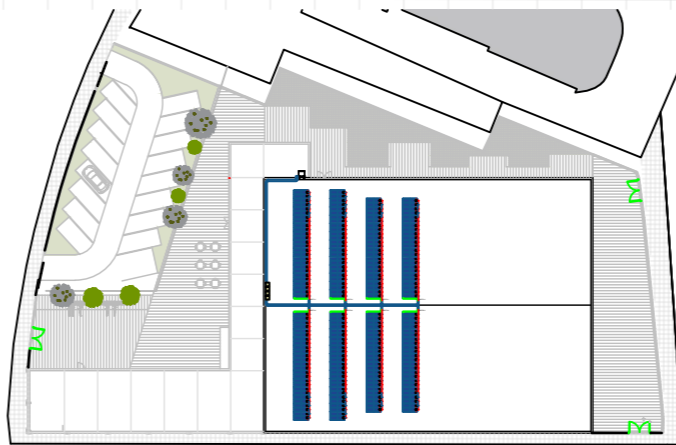
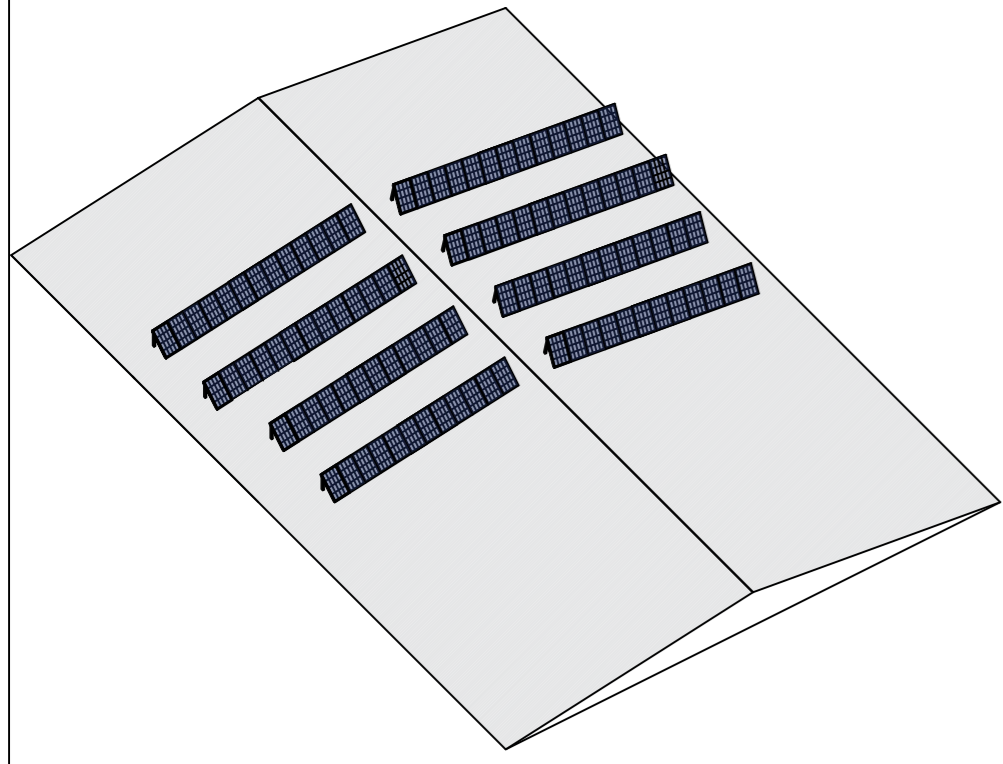
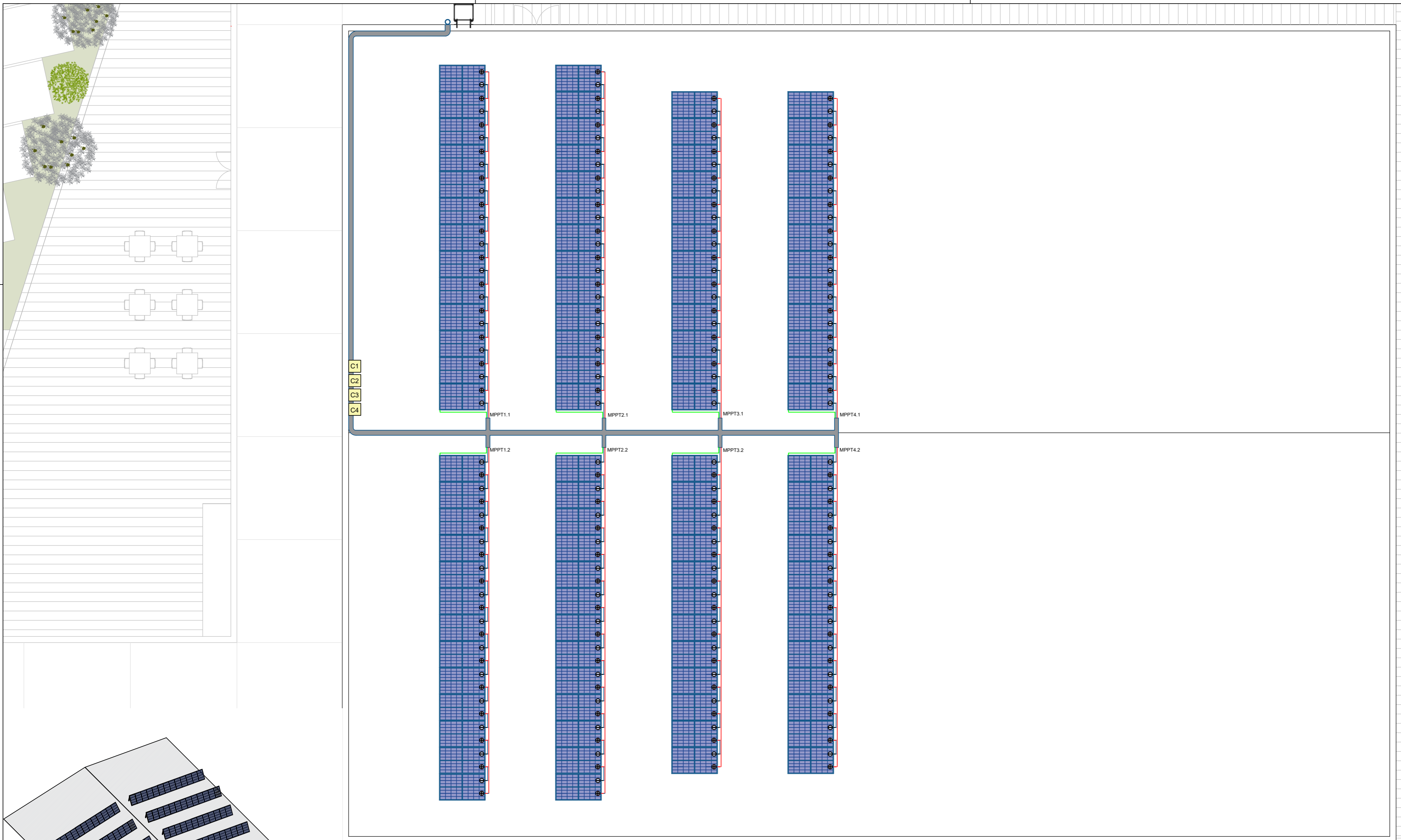
Fecha: **Septiembre 2024** Escala: **SC**

Plano: **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN ESQUEMA UNIFILAR** Nº Plano: **IBT-16**

Manuel López Martínez
Autor proyecto



<p>TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</p>	<p>Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.</p> <p>Fecha: Septiembre 2024</p> <p>Plano: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN ESQUEMA UNIFILAR</p>
<p>Manuel López Martínez Autor proyecto</p>		<p>Escala: SC</p> <p>Nº Plano: IBT-17</p>



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**



Fecha: **Septiembre 2024**

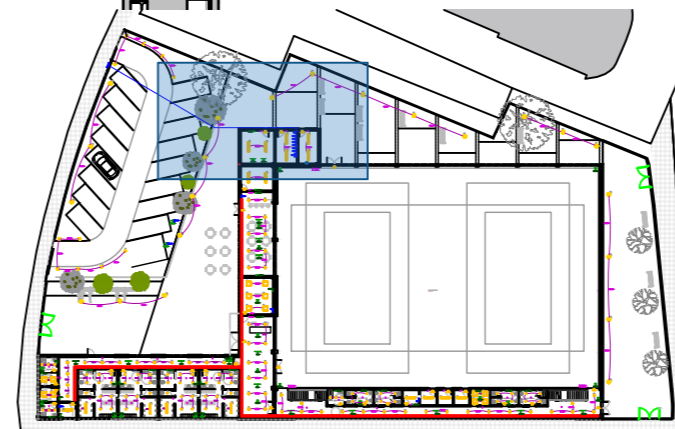
Plano: **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CUBIERTA**

Escala: **1/400**

Nº Plano: **FV-01**



Leyenda	
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Manuel López Martínez
Autor proyecto

Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.

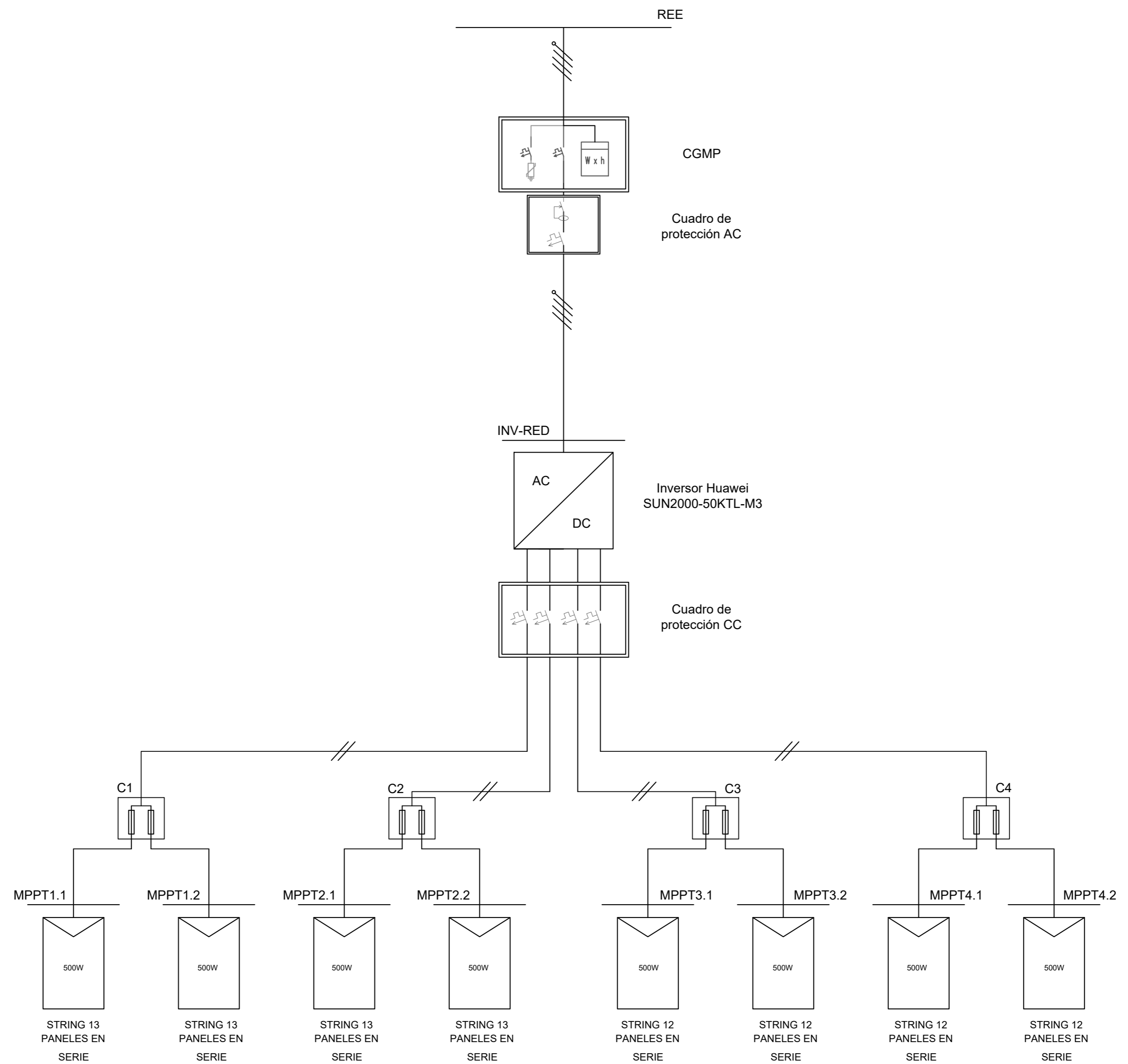
Fecha:
Septiembre 2024

Escala:
1/100

Plano:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PLANTA BAJA

FV-02



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

 UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

 ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALENCIA

Manuel López Martínez
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSÓN PARA UN PABELLÓN EN MURCIA CON APOYO FOTOVOLTAICO.**

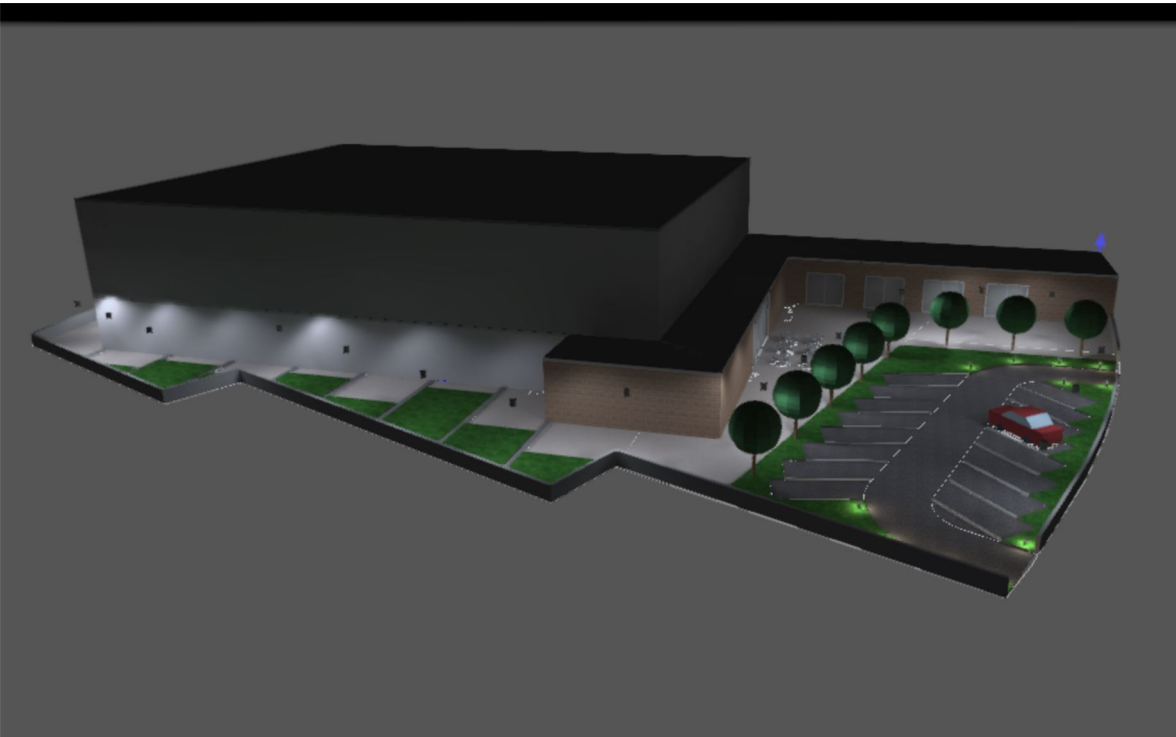
Fecha: **Septiembre 2024**

Plano: **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ESQUEMA UNIFILAR**

Escala: **SC**

Nº Plano: **FV-03**

ANEXOS



TFM - Estudio Lumínico

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Lista de luminarias	4

Fichas de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco (1x led_831)	5
Disano Illuminazione S.p.A - 834 Rodi HE - UGR<lt>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco (1x led_834_4k)	6
Disano Illuminazione S.p.A - 883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco (1x led_883_14_4k)	7
Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris (1x led5630_108)	8
Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris (1x led5630_54)	10
Disano Illuminazione S.p.A - 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito (1x led_1230_3k)	12
Disano Illuminazione S.p.A - 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro (1x led_1589)	13
Disano Illuminazione S.p.A - 2885 Saturno ø370 HE - high efficiency - extensivo 4000K CRI 80 100W CLD Grafito (1x led_2885_100w)	14
Disano Illuminazione S.p.A - Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado (1x led_es_9w)	16
RZB - PLANADO RZ (1x LED, 1x LED Notbetrieb)	17

Terreno

Plano de situación de luminarias	22
Lista de luminarias	28
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	29

Terreno

Edificación 1

Lista de luminarias	31
---------------------------	----

Terreno - Edificación 1

Planta (nivel) 1




Lista de locales / Escena de luz 1	32
Lista de luminarias	43

Contenido

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	44
--	----

Lista de luminarias

Φ_{total} 1046279 lm	P_{total} 7226.4 W	Rendimiento lumínico 144.8 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 86254 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 496.2 W
------------------------------	-------------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm	114.5 lm/W
6	Disano Illuminazione S.p.A	150252-0041	834 Rodi HE - UGR<lt>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco	29.0 W	4173 lm	143.9 lm/W
95	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm	130.7 lm/W
4	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W  19.0 W	2870 lm 2870 lm (100 %)	151.1 lm/W -
13	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W  32.0 W	5738 lm 5738 lm (100 %)	179.3 lm/W -
69	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm	88.8 lm/W
22	Disano Illuminazione S.p.A	330505-00	1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro	25.0 W	3391 lm	135.6 lm/W
36	Disano Illuminazione S.p.A	330776-00	2885 Saturno ø370 HE - high efficiency - extensivo 4000K CRI 80 100W CLD Grafito	100.0 W	16316 lm	163.2 lm/W
11	Disano Illuminazione S.p.A	510006-39	1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito	13.0 W	756 lm	58.2 lm/W
2	RZB	672612.002	PLANADO RZ	2.2 W  2.1 W	90 lm 90 lm (100 %)	40.9 lm/W -

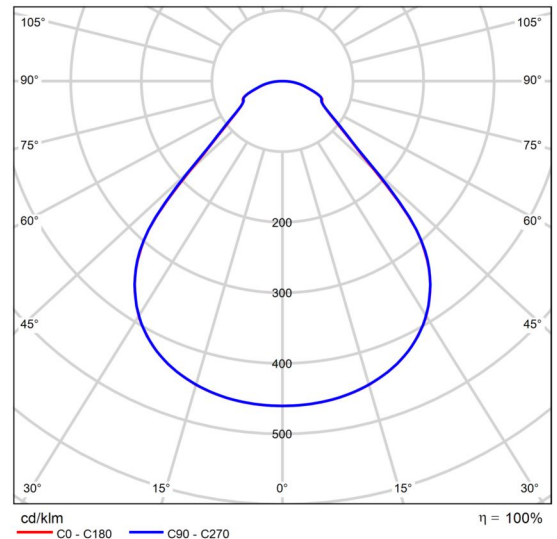
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 834 Rodi HE - UGR<lt>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco



Nº de artículo	150252-0041
P	29.0 W
Φ Lámpara	4173 lm
Φ Luminaria	4173 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	143.9 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Cuerpo: cuerpo de chapa de acero y marco de aluminio. Difusor: de tecnopolímero prismático de alta transmitancia.: UGR<lt>19, según la norma EN 12464. Cableado: rápido, no es necesario abrir la luminaria. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Equipamiento-Dotación: Lámpara de techo con driver externo; se puede alojar fácilmente en el falso techo. Montaje (descripción): montaje apoyado en travesaños. Facilidad de instalación (descripción): conexión rápida sin necesidad de abrir la luminaria, fácilmente insertable en el plafón. Bajo pedido: - fuente de alimentación centralizada de emergencia CLD EC.n subcódigo -0050. - con cableado CLD D-D (DALI) con subcódigo -0041.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
p Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
p Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		15.7	16.8	15.9	17.1	17.3	15.7	16.9	16.0	17.1	17.3
	3H		16.4	17.5	16.7	17.7	18.0	16.5	17.5	16.8	17.8	18.0
	4H		16.8	17.8	17.2	18.1	18.4	16.9	17.9	17.2	18.2	18.4
	6H		17.2	18.2	17.6	18.5	18.8	17.3	18.2	17.6	18.5	18.8
	8H		17.4	18.3	17.8	18.6	18.9	17.5	18.4	17.8	18.7	19.0
4H	12H		17.5	18.4	17.9	18.7	19.1	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1
	2H		16.1	17.1	16.4	17.4	17.7	16.1	17.2	16.5	17.4	17.7
	3H		17.2	18.0	17.5	18.3	18.7	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7
	4H		17.8	18.5	18.2	18.9	19.2	17.8	18.6	18.2	18.9	19.3
	6H		18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.4	19.1	18.8	19.5	19.9
8H	8H		18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	18.7	19.3	19.1	19.7	20.1
	12H		18.8	19.4	19.2	19.8	20.2	18.9	19.4	19.3	19.9	20.3
	4H		18.1	18.7	18.5	19.1	19.5	18.1	18.7	18.5	19.1	19.6
	6H		18.8	19.3	19.3	19.8	20.2	18.9	19.4	19.3	19.8	20.3
	8H		19.2	19.6	19.6	20.1	20.5	19.2	19.7	19.7	20.1	20.6
12H	12H		19.4	19.8	19.9	20.3	20.8	19.5	19.9	20.0	20.4	20.9
	4H		18.1	18.7	18.5	19.1	19.5	18.1	18.7	18.6	19.1	19.6
	6H		18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	18.9	19.4	19.4	19.8	20.3
	8H		19.3	19.7	19.8	20.1	20.6	19.3	19.7	19.8	20.2	20.7
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5					
S = 1.5H		+0.7 / -0.9					+0.7 / -0.9					
S = 2.0H		+1.4 / -1.1					+1.4 / -1.1					
Tabla estándar		BK05					BK05					
Sumando de corrección		1.6					1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4173lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

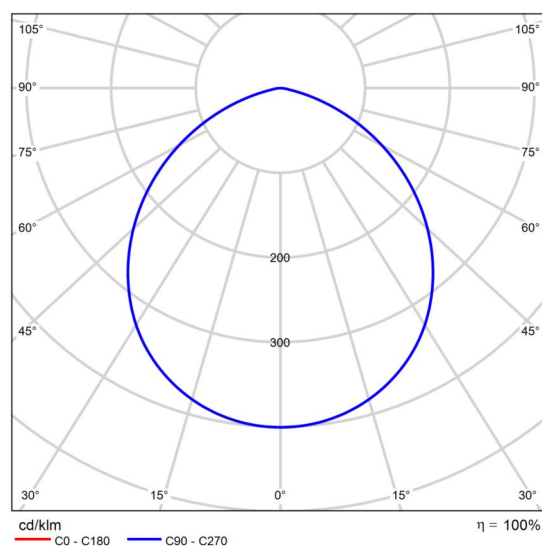
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco



Nº de artículo	156415-00
P	14.0 W
Φ Lámpara	1830 lm
Φ Luminaria	1830 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	130.7 lm/W
CCT	4000 K
CRI	95

Cuerpo: de aluminio fundido a presión. Difusor: de material termoplástico resistente a las altas temperaturas. Barnizado: polvo de poliéster, estabilizado a los rayos UV, antiamarilleo, después de un tratamiento de fosfatación. Disipador: integrado. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Luminaria compatible con CAM. Equipamiento- Dotación: equipado con soporte de acero ajustable.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	25.1	26.4	25.4	26.6	26.8	25.1	26.4	25.4	26.6	26.8
	3H	3H	26.1	27.2	26.4	27.5	27.7	26.1	27.2	26.4	27.5	27.7
	4H	4H	26.3	27.4	26.6	27.6	27.9	26.3	27.4	26.6	27.6	27.9
	6H	6H	26.3	27.3	26.7	27.6	27.9	26.3	27.3	26.7	27.6	27.9
	8H	8H	26.3	27.2	26.6	27.6	27.9	26.3	27.2	26.6	27.6	27.9
	12H	12H	26.2	27.2	26.6	27.5	27.8	26.2	27.2	26.6	27.5	27.8
4H	2H	2H	25.6	26.7	25.9	27.0	27.2	25.6	26.7	25.9	27.0	27.2
	3H	3H	26.7	27.6	27.1	27.9	28.3	26.7	27.6	27.1	27.9	28.3
	4H	4H	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5
	6H	6H	27.0	27.8	27.5	28.1	28.5	27.0	27.8	27.5	28.1	28.5
	8H	8H	27.0	27.7	27.5	28.1	28.5	27.0	27.7	27.5	28.1	28.5
	12H	12H	27.0	27.6	27.5	28.0	28.5	27.0	27.6	27.5	28.0	28.5
8H	4H	4H	27.0	27.7	27.5	28.1	28.5	27.0	27.7	27.5	28.1	28.5
	6H	6H	27.1	27.7	27.6	28.1	28.6	27.1	27.7	27.6	28.1	28.6
	8H	8H	27.1	27.6	27.6	28.1	28.5	27.1	27.6	27.6	28.1	28.5
	12H	12H	27.1	27.5	27.6	28.0	28.5	27.1	27.5	27.6	28.0	28.5
12H	4H	4H	27.0	27.6	27.5	28.0	28.5	27.0	27.6	27.5	28.0	28.5
	6H	6H	27.1	27.6	27.6	28.0	28.5	27.1	27.6	27.6	28.0	28.5
	8H	8H	27.1	27.5	27.6	28.0	28.5	27.1	27.5	27.6	28.0	28.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.2 / -0.3				+0.2 / -0.3							
S = 1.5H	+0.4 / -0.8				+0.4 / -0.8							
S = 2.0H	+0.9 / -1.5				+0.9 / -1.5							
Tabla estándar	BK03				BK03							
Sumando de corrección	9.6				9.6							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1830lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

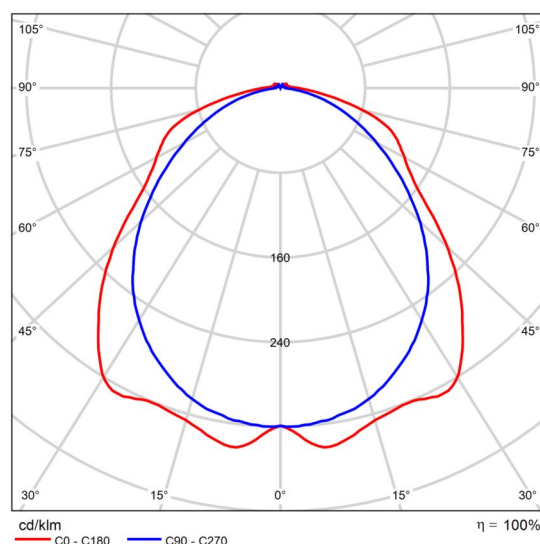
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris



Nº de artículo	164704-18
P	32.0 W
P Alumbrado de emergencia	32.0 W
Φ Lámpara	5737 lm
Φ Luminaria	5738 lm
Φ Alumbrado de emergencia	5738 lm
η	100.01 %
Rendimiento lumínico	179.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80
ELF	100 %

Cuerpo: moldeado por inyección, en policarbonato gris RAL 7035, irrompible, estabilizado a los rayos UV, con alta resistencia mecánica gracias a una estructura reforzada por nervaduras internas. Óptica: de acero galvanizado prebarnizado blanco en horno con resina de poliéster estabilizada a los rayos UV. Se fija al cuerpo con acoplamiento rápido mediante dispositivo mecanizado directamente en el cuerpo. Difusor: moldeado por inyección en policarbonato con franjas internas para un mayor control de la luz, autoextinguible V2, estabilizado a los rayos UV, acabado exterior liso para una fácil limpieza que permite la máxima eficacia luminosa. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. La luminaria cumple los requisitos de los consorcios IFS y BRC,



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	18.6	19.9	18.9	20.2	20.5	19.0	20.3	19.4	20.6	
	3H	20.2	21.4	20.6	21.7	22.1	20.1	21.3	20.5	21.7	
	4H	20.9	22.0	21.3	22.4	22.7	20.5	21.7	20.9	22.0	
	6H	21.3	22.4	21.7	22.7	23.1	20.8	21.8	21.2	22.2	
	8H	21.5	22.5	21.9	22.8	23.2	20.8	21.8	21.3	22.2	
	12H	21.5	22.5	22.0	22.9	23.3	20.9	21.8	21.3	22.2	
4H	2H	19.1	20.3	19.5	20.6	21.0	19.5	20.6	19.9	20.9	
	3H	21.0	21.9	21.4	22.3	22.7	20.8	21.7	21.2	22.1	
	4H	21.8	22.6	22.2	23.1	23.5	21.3	22.2	21.7	22.6	
	6H	22.4	23.1	22.8	23.5	24.0	21.7	22.4	22.1	22.8	
	8H	22.5	23.2	23.0	23.7	24.2	21.8	22.5	22.2	22.9	
	12H	22.6	23.3	23.1	23.8	24.3	21.8	22.5	22.3	22.9	
8H	4H	22.0	22.7	22.5	23.2	23.6	21.5	22.2	22.0	22.7	
	6H	22.7	23.3	23.2	23.8	24.3	22.0	22.6	22.5	23.1	
	8H	23.0	23.5	23.5	24.0	24.5	22.2	22.7	22.7	23.2	
	12H	23.2	23.6	23.7	24.2	24.7	22.3	22.8	22.9	23.3	
12H	4H	22.0	22.6	22.5	23.1	23.6	21.6	22.2	22.1	22.7	
	6H	22.8	23.3	23.3	23.8	24.3	22.1	22.6	22.6	23.1	
	8H	23.1	23.5	23.6	24.0	24.6	22.3	22.8	22.9	23.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2	-0.2				+0.2	-0.3			
S = 1.5H		+0.3	-0.5				+0.5	-0.8			
S = 2.0H		+0.5	-0.7				+0.7	-1.3			
Tabla estándar		BK06					BK04				
Sumando de corrección		6.0					4.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5737lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris

Directiva HACCP, para las instalaciones de iluminación en la industria alimentaria. Pruebas de laboratorio: -las normas U.L.94 son una referencia común para indicar el grado de autoextinguibilidad de un material plástico. El material de los sellos es de clase V2: la muestra se apaga en 25'. -resistente a la prueba del hilo incandescente a 850°C Equipamiento-Dotación: -junta inyectada de material de espuma de poliuretano antienviejecimiento -soportes de fijación al plafón y gancho de suspensión de acero inoxidable -conector toma-enchufe -cierre con ganchos y tornillos de seguridad de acero inoxidable Montaje (descripción): solicite accesorios 371/372 para completar las tiras continuas. Sensores: Sensor de luz / presencia: se trata de un sensor que captura los movimientos de una persona. Advertencias: No instale sobre superficies sujetas a fuertes vibraciones, en el exterior sobre cables suspendidos, a pared bajo rejillas metálicas, sobre balizas o, de todas formas, expuestas directamente a los rayos del sol. Compruebe la compatibilidad de los materiales que componen el producto con el entorno de instalación. En instalaciones con exposición directa a la luz solar, utilizar luminarias de acero. Bajo pedido: - versión con línea pasante, regulable.

y	C0°	C90°	C0°- C360°
0°-180°	1944.84	1830.10	1950.58
60°-90°	780.23	608.12	814.65

Tabla de valoración de deslumbramiento [cd]

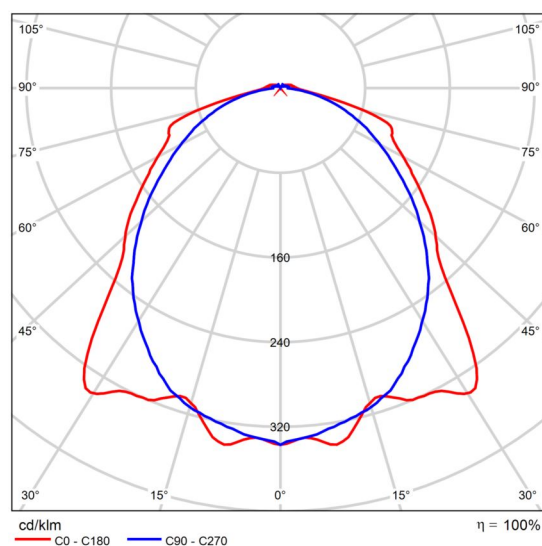
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris



Nº de artículo	164701-18
P	19.0 W
P Alumbrado de emergencia	19.0 W
Φ Lámpara	2870 lm
Φ Luminaria	2870 lm
Φ Alumbrado de emergencia	2870 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	151.1 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80
ELF	100 %

Cuerpo: moldeado por inyección, en policarbonato gris RAL 7035, irrompible, estabilizado a los rayos UV, con alta resistencia mecánica gracias a una estructura reforzada por nervaduras internas. Óptica: de acero galvanizado prebarnizado blanco en horno con resina de poliéster estabilizada a los rayos UV. Se fija al cuerpo con acoplamiento rápido mediante dispositivo mecanizado directamente en el cuerpo. Difusor: moldeado por inyección en policarbonato con franjas internas para un mayor control de la luz, autoextinguible V2, estabilizado a los rayos UV, acabado exterior liso para una fácil limpieza que permite la máxima eficacia luminosa. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. La luminaria cumple los requisitos de los consorcios IFS y BRC,



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	17.4	18.8	17.8	19.1	19.4	18.6	19.9	19.0	20.2	20.5
	3H	19.0	20.2	19.4	20.5	20.9	19.8	21.0	20.2	21.3	21.7
	4H	19.7	20.8	20.1	21.2	21.5	20.2	21.4	20.6	21.7	22.1
	6H	20.0	21.0	20.4	21.4	21.8	20.6	21.6	21.0	22.0	22.4
	8H	20.0	21.0	20.4	21.4	21.8	20.7	21.7	21.1	22.0	22.4
	12H	20.0	21.0	20.4	21.4	21.8	20.7	21.7	21.2	22.1	22.5
4H	2H	18.0	19.1	18.4	19.4	19.8	18.9	20.0	19.3	20.3	20.7
	3H	19.8	20.7	20.2	21.1	21.5	20.2	21.2	20.6	21.6	22.0
	4H	20.6	21.5	21.1	21.9	22.4	20.8	21.6	21.2	22.1	22.5
	6H	21.0	21.8	21.5	22.2	22.7	21.2	22.0	21.7	22.4	22.9
	8H	21.1	21.8	21.5	22.2	22.7	21.4	22.1	21.9	22.6	23.1
	12H	21.1	21.7	21.6	22.2	22.7	21.5	22.2	22.0	22.6	23.1
8H	4H	20.9	21.6	21.4	22.1	22.6	21.0	21.7	21.5	22.2	22.7
	6H	21.4	22.0	21.9	22.5	23.0	21.6	22.2	22.1	22.7	23.2
	8H	21.5	22.0	22.0	22.5	23.1	21.9	22.4	22.4	22.9	23.4
	12H	21.6	22.0	22.1	22.5	23.1	22.1	22.5	22.6	23.0	23.6
12H	4H	20.9	21.6	21.4	22.0	22.6	21.0	21.7	21.5	22.1	22.7
	6H	21.5	22.0	22.0	22.5	23.0	21.7	22.2	22.2	22.7	23.3
	8H	21.6	22.0	22.1	22.6	23.1	22.0	22.4	22.5	22.9	23.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2	-0.3				+0.3	-0.3			
S = 1.5H		+0.2	-0.6				+0.6	-0.7			
S = 2.0H		+0.6	-0.9				+0.8	-1.0			
Tabla estándar		BK05				BK05					
Sumando de corrección		4.1				4.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2870lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris

Directiva HACCP, para las instalaciones de iluminación en la industria alimentaria. Pruebas de laboratorio: -las normas U.L.94 son una referencia común para indicar el grado de autoextinguibilidad de un material plástico. El material de los sellos es de clase V2: la muestra se apaga en 25'. -resistente a la prueba del hilo incandescente a 850°C Equipamiento-Dotación: -junta inyectada de material de espuma de poliuretano antienviejecimiento -soportes de fijación al plafón y gancho de suspensión de acero inoxidable -conector toma-enchufe -cierre con ganchos y tornillos de seguridad de acero inoxidable Montaje (descripción): solicite accesorios 371/372 para completar las tiras continuas. Sensores: Sensor de luz / presencia: se trata de un sensor que captura los movimientos de una persona. Advertencias: No instale sobre superficies sujetas a fuertes vibraciones, en el exterior sobre cables suspendidos, a pared bajo rejillas metálicas, sobre balizas o, de todas formas, expuestas directamente a los rayos del sol. Compruebe la compatibilidad de los materiales que componen el producto con el entorno de instalación. En instalaciones con exposición directa a la luz solar, utilizar luminarias de acero. Bajo pedido: - versión de haz estrecho (subcódigo 22)

y	C0°	C90°	C0°- C360°
0°-180°	972.93	967.19	972.93
60°-90°	390.32	315.70	441.98

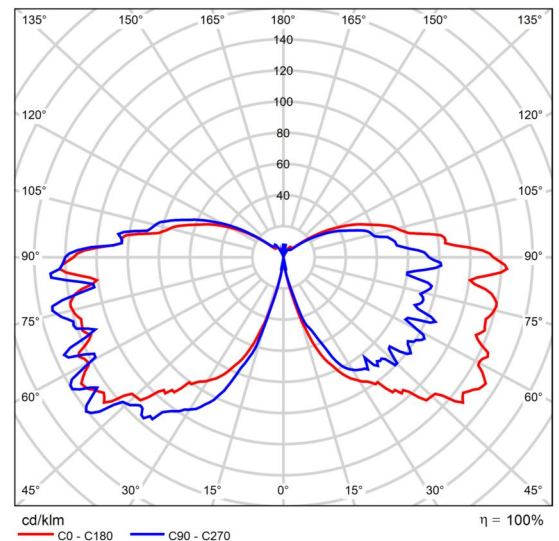
Tabla de valoración de deslumbramiento [cd]

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito



Nº de artículo	510006-39
P	13.0 W
Φ Lámpara	756 lm
Φ Luminaria	756 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	58.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

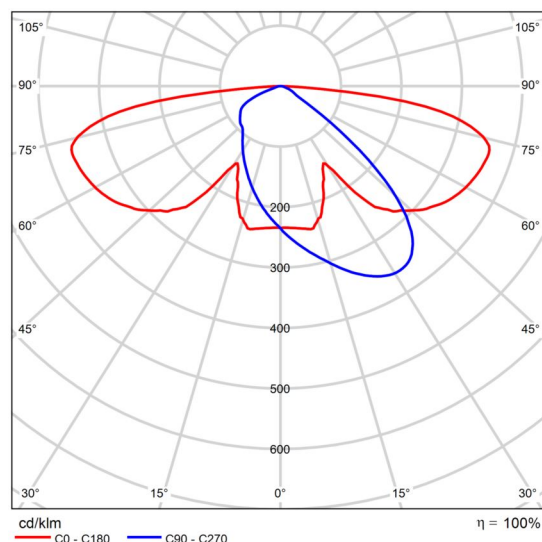
Cuerpo: de aluminio extruido, sección cilíndrica diám. 180 mm.
 Fijación al suelo (base): de aluminio fundido a presión. Difusor: de policarbonato transparente, antideslumbrante, irrompible y autoextinguible V2, estabilizado a los rayos UV. Barnizado: fase de pretratamiento superficial del metal, barnizado con polvo de poliéster, resistente a la corrosión, a la niebla salina y estabilizado a los rayos UV. Barnizado especial: bajo pedido: barnizado según la norma UNI EN ISO 9227, prueba de corrosión en atmósfera artificial para ambientes agresivos o marinos (frente al mar). Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471. : EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Equipamiento-Dotación: - con válvula de recirculación de aire. - con toma-enchufe para una rápida instalación

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro



Nº de artículo	330505-00
P	25.0 W
Φ Lámpara	3391 lm
Φ Luminaria	3391 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	135.6 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

Cuerpo: de aluminio fundido a presión. Fijación columna: Adecuado para postes de 60 mm de diámetro. Óptica: en PMMA de alto rendimiento resistente a las altas temperaturas y a la radiación UV. Barnizado: fase de pretratamiento superficial del metal, barnizado con polvo de poliéster, resistente a la corrosión, a la niebla salina y estabilizado a los rayos UV. Barnizado especial: bajo pedido: barnizado según la norma UNI EN ISO 9227, prueba de corrosión en atmósfera artificial para ambientes agresivos o marinos (frente al mar). Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Equipamiento-Dotación: - conector estanco para una instalación rápida sin tener que abrir la luminaria - válvula anticondensación. - dispositivo de control de la temperatura con rearme automático. - dispositivo de protección conforme a la norma alla EN 61547 contra los fenómenos impulsivos.

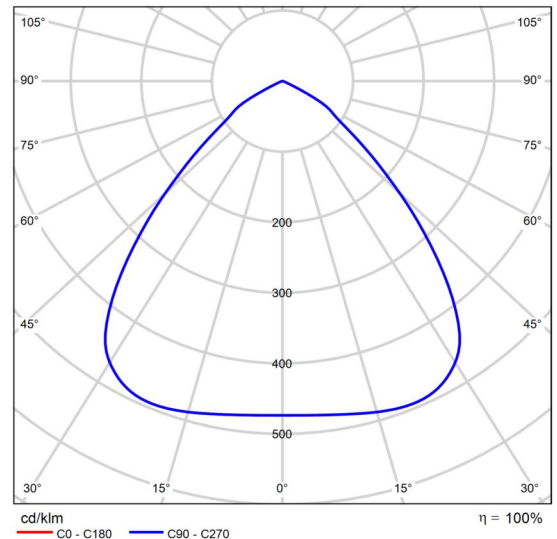
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 2885 Saturno ø370 HE - high efficiency - extensivo 4000K CRI 80 100W
CLD Grafito



Nº de artículo	330776-00
P	100.0 W
Φ Lámpara	16317 lm
Φ Luminaria	16316 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	163.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Cuerpo: de aluminio fundido a presión con aletas de refrigeración integradas en la cubierta. Difusor: de policarbonato transparente, LED con lentes de protección. Barnizado: fase de pretratamiento superficial del metal, barnizado con polvo de poliéster, resistente a la corrosión, a la niebla salina y estabilizado a los rayos UV. Disipador: el sistema de disipación de calor está especialmente diseñado y construido para permitir que los LEDs funcionen a temperaturas adecuadas para un óptimo rendimiento/desempeño y una larga vida útil. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. La luminaria cumple los requisitos de los consorcios IFS y BRC, Directiva HACCP, para las instalaciones de iluminación en la industria alimentaria. Equipamiento-Dotación: -conector estanco para una instalación rápida sin tener que abrir la luminaria -dispositivo de control de la temperatura con rearme automático -dispositivo de protección conforme a la norma EN 61547 contra los fenómenos impulsivos -válvula anticondensación. Facilidad de instalación (descripción): -Posibilidad de instalación en suspensión con doble punto de fijación mediante barra roscada (L = 200mm) y



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	30
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30	30
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	24.1	25.2	24.4	25.4	25.6	24.1	25.2	24.4	25.4	25.6	25.6
	3H	24.0	24.9	24.3	25.2	25.4	24.0	24.9	24.3	25.2	25.4	25.4
	4H	23.9	24.8	24.2	25.1	25.3	23.9	24.8	24.2	25.1	25.3	25.3
	6H	23.8	24.7	24.2	24.9	25.2	23.8	24.7	24.2	24.9	25.2	25.2
	8H	23.8	24.6	24.2	24.9	25.2	23.8	24.6	24.2	24.9	25.2	25.2
	12H	23.8	24.5	24.1	24.8	25.1	23.8	24.5	24.1	24.8	25.1	25.1
4H	2H	24.1	25.0	24.4	25.2	25.5	24.1	25.0	24.4	25.2	25.5	25.5
	3H	24.0	24.7	24.3	25.0	25.4	24.0	24.7	24.3	25.0	25.4	25.4
	4H	23.9	24.6	24.3	24.9	25.3	23.9	24.6	24.3	24.9	25.3	25.3
	6H	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	25.2
	8H	23.8	24.3	24.2	24.7	25.1	23.8	24.3	24.2	24.7	25.1	25.1
	12H	23.8	24.2	24.2	24.6	25.1	23.8	24.2	24.2	24.6	25.1	25.1
8H	4H	23.8	24.3	24.2	24.7	25.1	23.8	24.3	24.2	24.7	25.1	25.1
	6H	23.7	24.1	24.2	24.6	25.0	23.7	24.1	24.2	24.6	25.0	25.0
	8H	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	25.0
	12H	23.6	24.0	24.1	24.4	24.9	23.6	24.0	24.1	24.4	24.9	24.9
12H	4H	23.8	24.2	24.2	24.6	25.1	23.8	24.2	24.2	24.6	25.1	25.1
	6H	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	25.0
	8H	23.6	24.0	24.1	24.4	24.9	23.6	24.0	24.1	24.4	24.9	24.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+1.3 / -2.4					+1.3 / -2.4						
S = 1.5H	+2.6 / -5.6					+2.6 / -5.6						
S = 2.0H	+4.4 / -14.5					+4.4 / -14.5						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	5.6					5.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 16317lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 2885 Saturno ø370 HE - high efficiency - extensivo 4000K CRI 80 100W
CLD Grafito

gancho a adquirir por separado. Advertencias: Versión en emergencia: comprar a parte el acc.1175 (997651-00). Bajo pedido: - Luminaria de Clase II, protección hasta 10KV. - Sensor de presencia/luminosidad ON-OFF integrado, regulable (0-10V, 1-10V o DALI) o con predisposición ZHAGA. - Gestionar el punto de suministro con sensores de presencia/luminosidad externos -CLD D-D (DALI) subcódigo -0041. -Emergencia con alimentación centralizada CLD EC (subcódigo -0050). -LED ámbar 2200K con subcódigo -73.

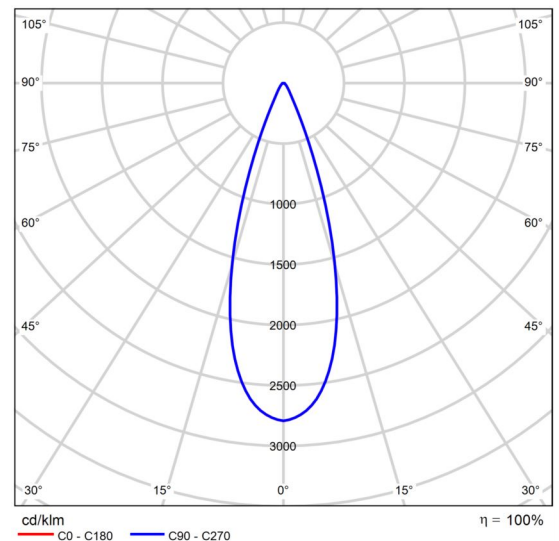
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado



Nº de artículo	22068365-00
P	9.0 W
Φ Lámpara	800 lm
Φ Luminaria	799 lm
η	99.90 %
Rendimiento lumínico	88.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Cuerpo: en chapa de acero. Barnizado: fase de pretratamiento superficial del metal, barnizado con polvo de poliéster, resistente a la corrosión, a la niebla salina y estabilizado a los rayos UV. Disipador: integrado. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471. : EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Equipamiento-Dotación: muelles de fijación al falso techo en alambre de acero galvanizado.



CDL polar

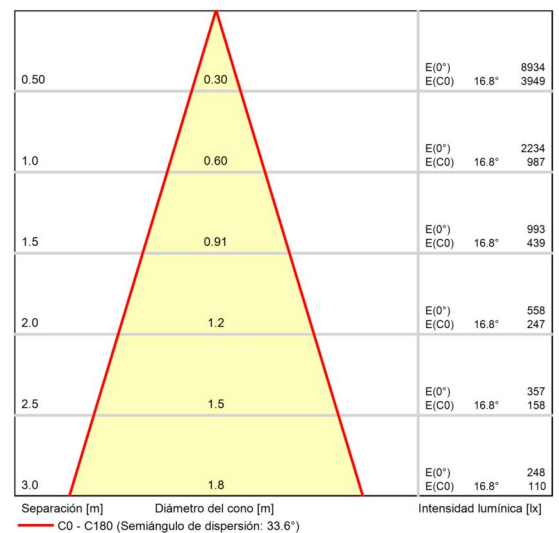
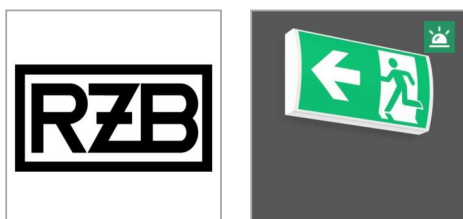


Diagrama conico

Ficha de producto

RZB - PLANADO RZ



Nº de artículo	672612.002
P	2.2 W
P Aluminado de emergencia	2.1 W
Φ Luminaria	90 lm
Φ Aluminado de emergencia	90 lm
ELF	100 %

Serie: PLANADO

Formschöne Rettungszeichenleuchte. Gehäuse und Endkappen aus Stahlblech pulverbeschichtet. Endkappen ohne sichtbare Schrauben, mit dauerformbeständiger Silikonschaumdichtung. Gewölbter Diffusor aus vergilbungsfreiem Kunststoff (PMMA) opal. Geeignet für Wandanbau. Betriebsgerät integriert. Zum Anschluss an Sicherheitsstromversorgung. 4x160;Folien zur Rettungswegkennzeichnung beigelegt. Leuchten mit begrenzter Oberflächentemperatur nach DIN EN 60598-2-24;zur Verwendung in einer Umgebung, in der eine Ablagerung von nichtleitfähigem Staub auf der Leuchte erwartet werden kann.

Farbe: weiß

Länge: 320x160;mm

Breite: 160x160;mm

Höhe: 59x160;mm

Gewicht: 1.4x160;kg

Schaltungsart: NL Dauerschaltung

Erkennungsweite: 30x160;m

Lichtquelle: LED

Sockel: ohne Sockel

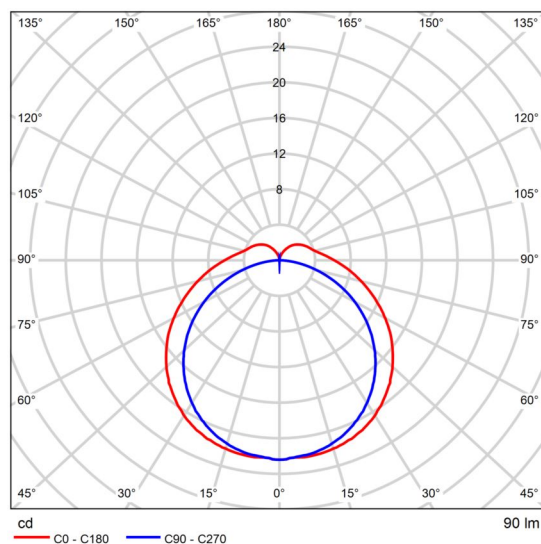
Farbtemperatur: 4000K

Farbwiedergabeindex: 80

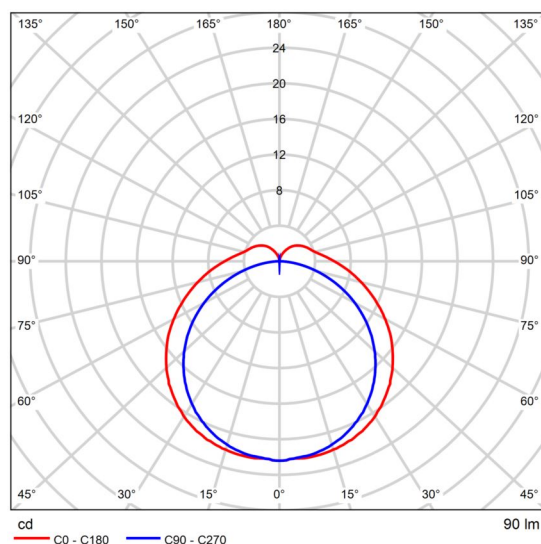
Bemessungsleistung: 2.2x160;W

Bemessungsleuchtenlichtstrom: 90x160;lm

Bemessungsleuchtenlichtstrom Not: 90x160;lm



CDL polar



CDL polar

Ficha de producto

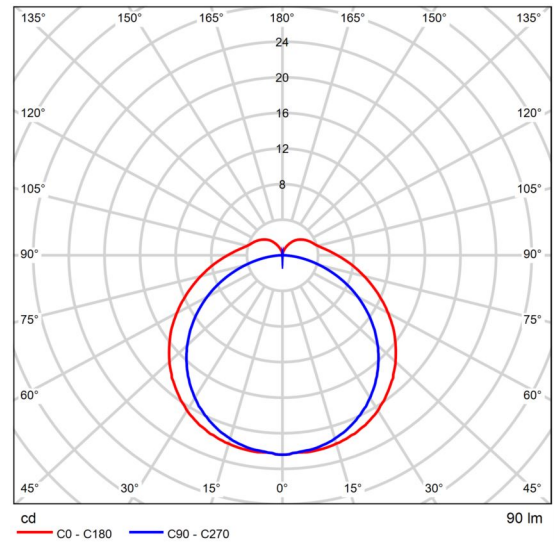
RZB - PLANADO RZ

Bemessungsleistung Not: 2.1#160;W
Betriebsgerät: Konstantstrom-Versorgung
Schutzklasse: I
Schutzart: IP#160;54

Ficha de producto

RZB - PLANADO RZ

Emisión de luz	1
Lámpara	1x LED
P	2.2 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	90 lm
Rendimiento lumínico	40.9 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

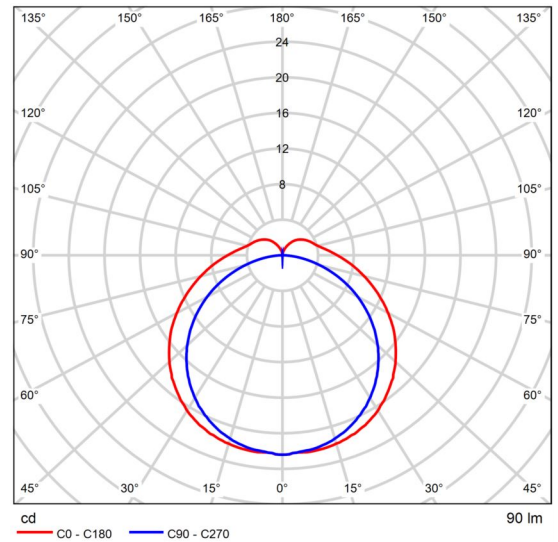
Valoración de deslumbramiento según UGR													
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara							
X	Y												
2H	2H	9.1	10.4	9.6	10.8	11.3	8.0	9.3	8.5	9.7	10.2	10.2	
	3H	11.2	12.3	11.7	12.8	13.3	9.4	10.6	9.9	11.1	11.6	11.6	
	4H	12.2	13.3	12.7	13.8	14.4	9.9	11.0	10.5	11.5	12.1	12.1	
	6H	13.3	14.3	13.8	14.8	15.4	10.3	11.3	10.8	11.8	12.4	12.4	
	8H	13.8	14.8	14.3	15.3	15.9	10.4	11.4	10.9	11.9	12.5	12.5	
	12H	14.3	15.2	14.9	15.8	16.4	10.4	11.4	11.0	11.9	12.5	12.5	
4H	2H	9.7	10.8	10.2	11.3	11.8	8.8	9.9	9.3	10.4	11.0	11.0	
	3H	11.9	12.9	12.5	13.4	14.0	10.5	11.4	11.0	11.9	12.6	12.6	
	4H	13.2	14.0	13.7	14.6	15.2	11.1	12.0	11.7	12.6	13.2	13.2	
	6H	14.4	15.1	15.0	15.7	16.4	11.6	12.4	12.2	13.0	13.6	13.6	
	8H	15.0	15.7	15.6	16.3	17.0	11.8	12.5	12.4	13.1	13.8	13.8	
	12H	15.7	16.3	16.3	16.9	17.6	11.8	12.5	12.5	13.1	13.8	13.8	
8H	4H	13.4	14.1	14.0	14.7	15.4	11.7	12.4	12.3	13.0	13.7	13.7	
	6H	14.9	15.5	15.5	16.1	16.8	12.4	13.0	13.0	13.6	14.3	14.3	
	8H	15.7	16.2	16.3	16.9	17.6	12.7	13.2	13.3	13.8	14.6	14.6	
	12H	16.5	17.0	17.2	17.6	18.4	12.8	13.3	13.5	13.9	14.7	14.7	
12H	4H	13.4	14.1	14.1	14.7	15.4	11.8	12.5	12.5	13.1	13.8	13.8	
	6H	15.0	15.5	15.6	16.1	16.9	12.6	13.2	13.3	13.8	14.6	14.6	
	8H	15.8	16.3	16.5	16.9	17.7	13.0	13.4	13.7	14.1	14.9	14.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias													
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1							
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3							
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.7							
Tabla estándar	BK10					BK06							
Sumando de corrección	0.1					-4.2							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 90lm Flujo luminoso total													

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

RZB - PLANADO RZ

Emisión de luz	2
Lámpara	1x LED Notbetrieb
P _{Alumbrado de emergencia}	2.1 W
Φ _{Alumbrado de emergencia}	90 lm
CCT	4000 K
CRI	80
ELF	100 %



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR										
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y									
2H	2H	9.1	10.4	9.6	10.8	11.3	8.0	9.3	8.5	9.7
	3H	11.2	12.3	11.7	12.8	13.3	9.4	10.6	9.9	11.1
	4H	12.2	13.3	12.7	13.8	14.4	9.9	11.0	10.5	11.5
	6H	13.3	14.3	13.8	14.8	15.4	10.3	11.3	10.8	11.8
	8H	13.8	14.8	14.3	15.3	15.9	10.4	11.4	10.9	11.9
	12H	14.3	15.2	14.9	15.8	16.4	10.4	11.4	11.0	11.9
4H	2H	9.7	10.8	10.2	11.3	11.8	8.8	9.9	9.3	10.4
	3H	11.9	12.9	12.5	13.4	14.0	10.5	11.4	11.0	11.9
	4H	13.2	14.0	13.7	14.6	15.2	11.1	12.0	11.7	12.6
	6H	14.4	15.1	15.0	15.7	16.4	11.6	12.4	12.2	13.0
	8H	15.0	15.7	15.6	16.3	17.0	11.8	12.5	12.4	13.1
	12H	15.7	16.3	16.3	16.9	17.6	11.8	12.5	12.5	13.1
8H	4H	13.4	14.1	14.0	14.7	15.4	11.7	12.4	12.3	13.0
	6H	14.9	15.5	15.5	16.1	16.8	12.4	13.0	13.0	13.6
	8H	15.7	16.2	16.3	16.9	17.6	12.7	13.2	13.3	13.8
	12H	16.5	17.0	17.2	17.6	18.4	12.8	13.3	13.5	13.9
12H	4H	13.4	14.1	14.1	14.7	15.4	11.8	12.5	12.5	13.1
	6H	15.0	15.5	15.6	16.1	16.9	12.6	13.2	13.3	13.8
	8H	15.8	16.3	16.5	16.9	17.7	13.0	13.4	13.7	14.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+0.1 / -0.1				+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2				+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4				+0.4 / -0.7				
Tabla estándar		BK10				BK06				
Sumando de corrección		0.1				-4.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 90lm Flujo luminoso total										

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

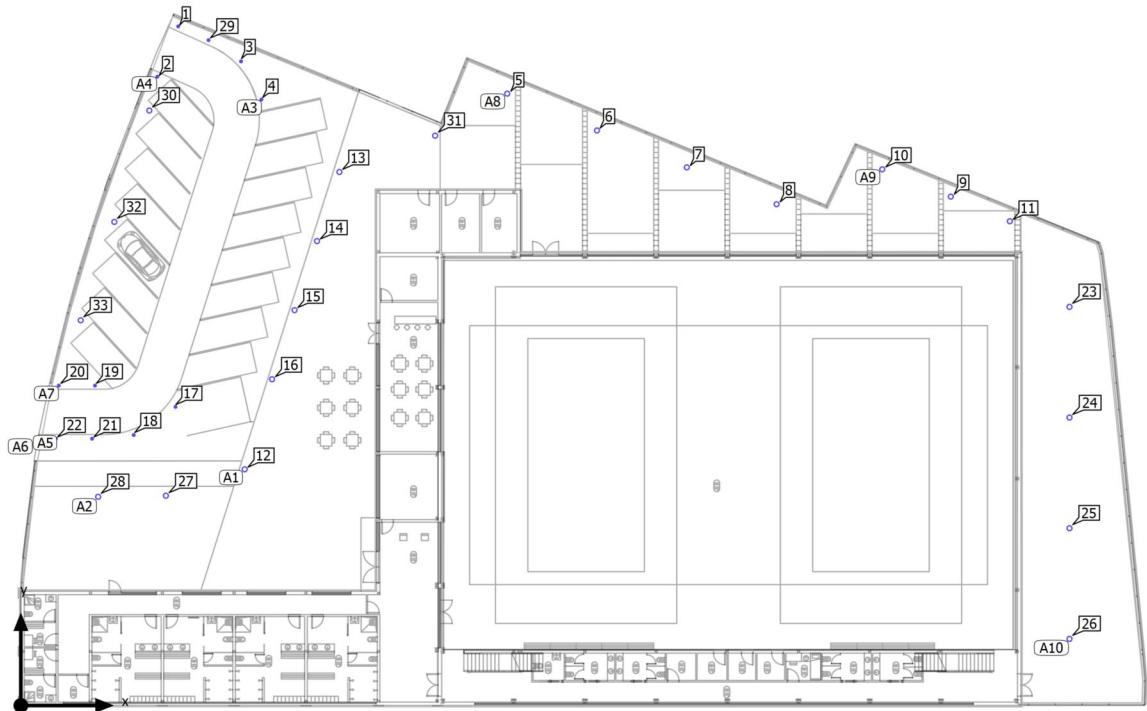
RZB - PLANADO RZ

y	C0°	C90°	C0°- C360°
0°-180°	22.41	22.41	22.41
60°-90°	13.91	10.08	13.93

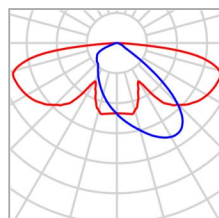
Tabla de valoración de deslumbramiento [cd]

Terreno

Plano de situación de luminarias



Terreno

Plano de situación de luminarias

Fabricante	Disano Illuminazione S.p.A	P	25.0 W
N° de artículo	330505-00	Φ Luminaria	3391 lm
Nombre del artículo	1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro		
Lámpara	1x led_1589		

5 x Disano Illuminazione 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	24.604 m / 41.198 m / 4.000 m	17.288 m	18.238 m	4.000 m	12
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	24.604 m	41.198 m	4.000 m	13
		22.870 m	35.863 m	4.000 m	14
Organización	A1	21.137 m	30.527 m	4.000 m	15
		19.403 m	25.192 m	4.000 m	16

2 x Disano Illuminazione 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	5.969 m / 16.115 m / 4.000 m	11.200 m	16.200 m	4.000 m	27
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	5.969 m	16.115 m	4.000 m	28

Terreno

Plano de situación de luminarias

Organización A2

4 x Disano Illuminazione 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	37.560 m / 47.250 m / 4.100 m	37.560 m	47.250 m	4.100 m	5
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 7.498 m	44.496 m	44.402 m	4.100 m	6
		51.433 m	41.555 m	4.100 m	7
Organización	A8	58.369 m	38.708 m	4.100 m	8

3 x Disano Illuminazione 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	66.529 m / 41.400 m / 4.190 m	71.820 m	39.296 m	4.190 m	9
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	66.529 m	41.400 m	4.190 m	10
		76.383 m	37.394 m	4.190 m	11
Organización	A9				

4 x Disano Illuminazione 1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	80.991 m / 30.783 m / 4.000 m	80.991 m	30.783 m	4.000 m	23
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 8.547 m	80.991 m	22.236 m	4.000 m	24
		80.991 m	13.689 m	4.000 m	25
Organización	A10	80.991 m	5.142 m	4.000 m	26

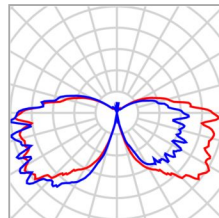
Luminarias individuales

Terreno

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
9.921 m	45.946 m	4.100 m	30
31.997 m	44.003 m	4.000 m	31
7.221 m	37.346 m	4.100 m	32
4.621 m	29.746 m	4.100 m	33

Terreno

Plano de situación de luminarias

Fabricante	Disano Illuminazione S.p.A	P	13.0 W
N° de artículo	510006-39	Φ Luminaria	756 lm
Nombre del artículo	1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito		
Lámpara	1x led_1230_3k		

2 x Disano Illuminazione 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

Tipo	Disposición circular	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	18.579 m / 46.794 m / 0.100 m	17.005 m	49.737 m	0.100 m	3
Organización	A3	18.579 m	46.794 m	0.100 m	4

2 x Disano Illuminazione 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	12.148 m / 52.438 m / -0.000 m	12.148 m	52.438 m	-0.000 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	10.541 m	48.558 m	0.000 m	2
Organización	A4				

2 x Disano Illuminazione 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

Terreno

Plano de situación de luminarias

Tipo	Disposición circular	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	8.715 m / 20.884 m / 0.100 m	11.942 m	23.058 m	0.100 m	17
Organización	A5	8.715 m	20.884 m	0.100 m	18

2 x Disano Illuminazione 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	5.499 m / 20.600 m / 0.100 m	5.499 m	20.600 m	0.100 m	21
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	2.702 m	20.600 m	0.100 m	22
Organización	A6				

2 x Disano Illuminazione 1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	5.723 m / 24.700 m / 0.100 m	5.723 m	24.700 m	0.100 m	19
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	2.926 m	24.700 m	0.100 m	20
Organización	A7				

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
14.493 m	51.376 m	0.100 m	29

Terreno

Lista de luminarias Φ_{total}

82918 lm

 P_{total}

693.0 W

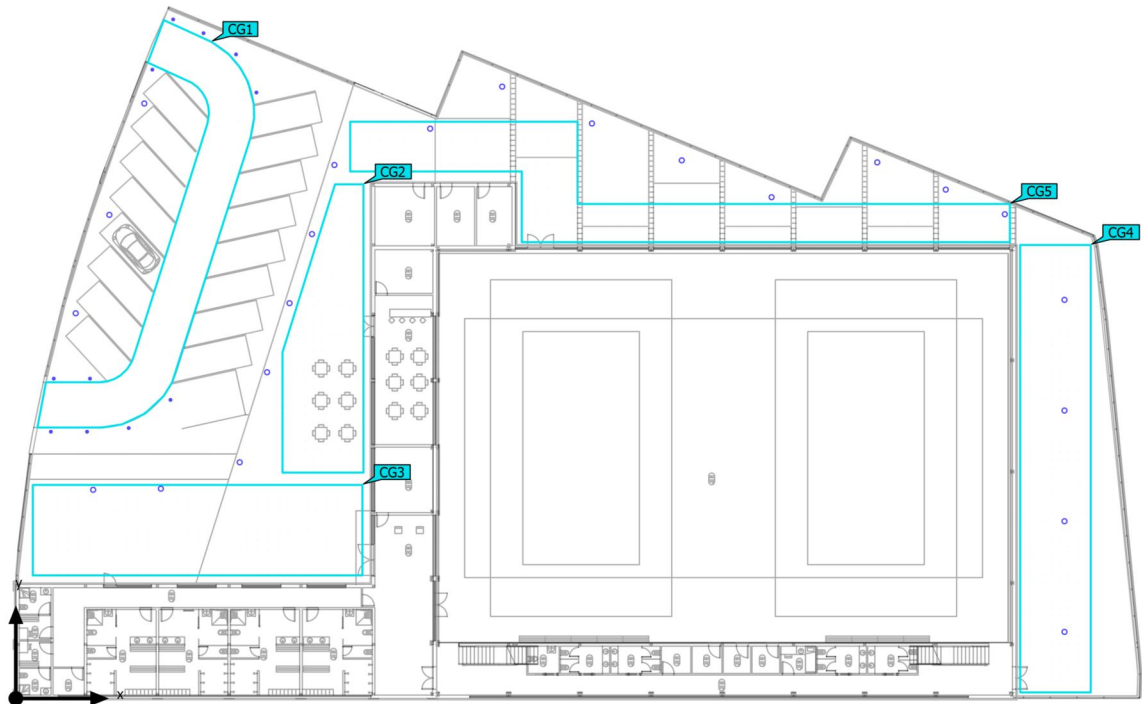
Rendimiento lumínico

119.7 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
22	Disano Illuminazione S.p.A	330505-00	1589 Braies - CCT-POWER SWITCH - asimétrico 4000K CRI 80 25W CLD Negro	25.0 W	3391 lm	135.6 lm/W
11	Disano Illuminazione S.p.A	510006-39	1232 Faro - tipo bajo 3000K CRI 80 13W CLD Grafito	13.0 W	756 lm	58.2 lm/W

Terreno (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Terreno (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
APARCAMIENTO Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	28.7 lx	13.5 lx	168 lx	0.47	0.080	CG1
TERRAZA Iluminancia perpendicular Altura: 0.300 m	23.9 lx	2.80 lx	48.6 lx	0.12	0.058	CG2
ENTRADA PEATONAL Iluminancia perpendicular Altura: 0.300 m	17.6 lx	1.41 lx	60.2 lx	0.080	0.023	CG3
Superficie de cálculo 4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.300 m	27.4 lx	8.92 lx	48.5 lx	0.33	0.18	CG4
PASILLO EXTERIOR Iluminancia perpendicular Altura: 0.300 m	24.6 lx	5.45 lx	52.8 lx	0.22	0.10	CG5

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Edificación 1

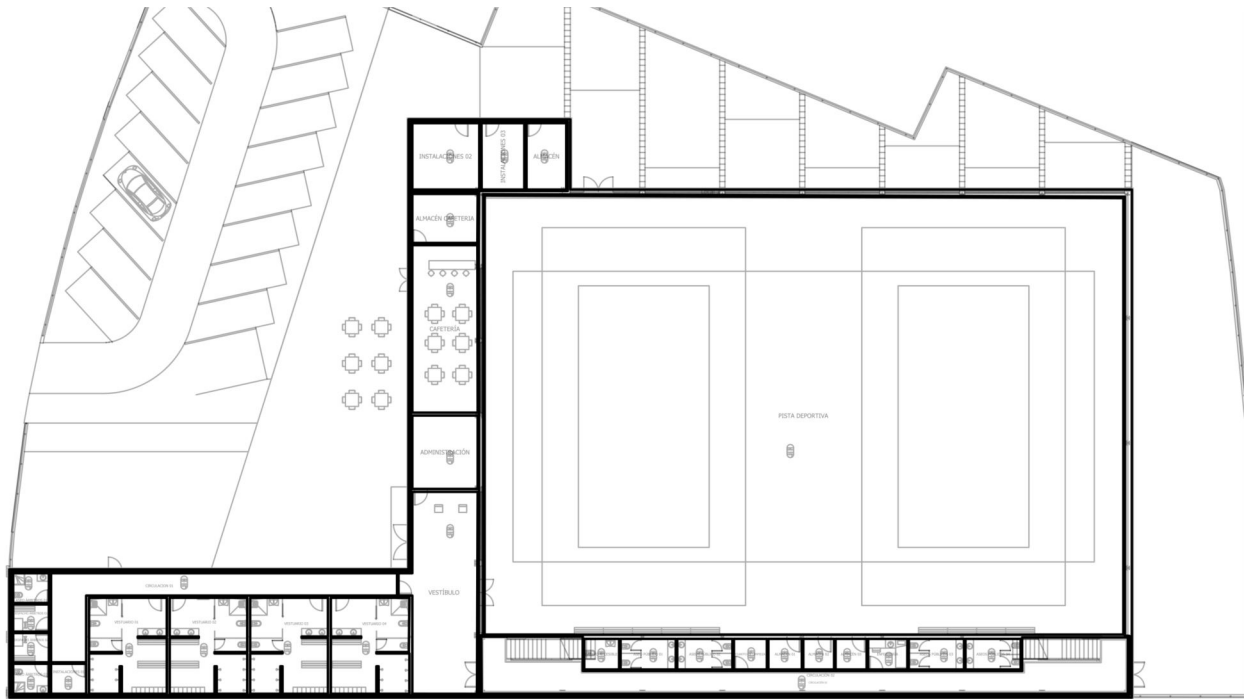
Lista de luminarias

Φ_{total} 963361 lm	P_{total} 6533.4 W	Rendimiento lumínico 147.5 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 86254 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 496.2 W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm	114.5 lm/W
6	Disano Illuminazione S.p.A	150252-0041	834 Rodi HE - UGR<lt>>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco	29.0 W	4173 lm	143.9 lm/W
95	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm	130.7 lm/W
4	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W  19.0 W	2870 lm 2870 lm (100 %)	151.1 lm/W -
13	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W  32.0 W	5738 lm 5738 lm (100 %)	179.3 lm/W -
69	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm	88.8 lm/W
36	Disano Illuminazione S.p.A	330776-00	2885 Saturno ø370 HE - high efficiency - extensivo 4000K CRI 80 100W CLD Grafito	100.0 W	16316 lm	163.2 lm/W
2	RZB	672612.002	PLANADO RZ	2.2 W  2.1 W	90 lm 90 lm (100 %)	40.9 lm/W -

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

ADMINISTRACIÓN

P_{total} 174.0 W	A_{Local} 22.72 m ²	Potencia específica de conexión 7.66 W/m ² = 1.44 W/m ² /100 lx (Local) 9.13 W/m ² = 1.71 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 533 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
6	Disano Illuminazione S.p.A	150252-0041	834 Rodi HE - UGR<lt>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco	29.0 W	4173 lm

ALMACÉN

P_{total} 64.0 W	A_{Local} 12.50 m ²	Potencia específica de conexión 5.12 W/m ² = 1.69 W/m ² /100 lx (Local) 6.57 W/m ² = 2.17 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 303 lx
------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

ALMACÉN 01

P_{total} 32.0 W	A_{Local} 4.86 m ²	Potencia específica de conexión 6.58 W/m ² = 3.00 W/m ² /100 lx (Local)	E_{perpendicular} (Plano útil) 220 lx
------------------------------------	---	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

ALMACÉN 02

P_{total} 32.0 W	A_{Local} 4.47 m ²	Potencia específica de conexión 7.16 W/m ² = 3.20 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 224 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

ALMACÉN 03

P_{total} 32.0 W	A_{Local} 4.51 m ²	Potencia específica de conexión 7.09 W/m ² = 3.15 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 225 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

ALMACÉN CAFETERIA

P_{total} 64.0 W	A_{Local} 15.15 m ²	Potencia específica de conexión 4.22 W/m ² = 1.49 W/m ² /100 lx (Local) 5.26 W/m ² = 1.85 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 284 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

ASEO ÁRBITROS 01

P_{total} 27.0 W	A_{Local} 5.04 m ²	Potencia específica de conexión 5.36 W/m ² = 1.84 W/m ² /100 lx (Local) 7.95 W/m ² = 2.73 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 291 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

ASEO ÁRBITROS 02

P_{total} 27.0 W	A_{Local} 5.08 m ²	Potencia específica de conexión 5.32 W/m ² = 1.80 W/m ² /100 lx (Local) 7.88 W/m ² = 2.67 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 295 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

ASEO PÚBLICO 01

P_{total} 36.0 W	A_{Local} 8.01 m ²	Potencia específica de conexión 4.49 W/m ² = 1.97 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 228 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

ASEOS PÚBLICO 02

P_{total} 36.0 W	A_{Local} 8.01 m ²	Potencia específica de conexión 4.49 W/m ² = 1.97 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 228 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

ASEOS PÚBLICOS 03

P_{total} 36.0 W	A_{Local} 8.01 m ²	Potencia específica de conexión 4.49 W/m ² = 1.97 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 228 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

ASEOS PÚBLICOS 04

P_{total} 36.0 W	A_{Local} 8.01 m ²	Potencia específica de conexión 4.49 W/m ² = 1.97 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 228 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

CAFETERÍA

P_{total} 140.0 W	A_{Local} 51.75 m ²	Potencia específica de conexión 2.71 W/m ² = 1.40 W/m ² /100 lx (Local) 3.08 W/m ² = 1.59 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 193 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
10	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm

CIRCULACION 01

P_{total} 182.0 W	A_{Local} 47.75 m ²	Potencia específica de conexión 3.81 W/m ² = 2.93 W/m ² /100 lx (Local) 5.06 W/m ² = 3.90 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 130 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
13	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm

CIRCULACIÓN 02

P_{total} 280.0 W	A_{Local} 74.30 m ²	Potencia específica de conexión 3.77 W/m ² = 3.21 W/m ² /100 lx (Área)	E_{perpendicular} (Plano útil) 117 lx
-------------------------------------	--	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
20	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

CUARTO DE LIMPIEZA

P_{total} 32.0 W	A_{Local} 4.79 m ²	Potencia específica de conexión 6.68 W/m ² = 3.02 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 222 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

DESPACHO ÁRBITROS 01

P_{total} 78.0 W	A_{Local} 4.59 m ²	Potencia específica de conexión 16.99 W/m ² = 5.13 W/m ² /100 lx (Local) 25.81 W/m ² = 7.79 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 331 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm

DESPACHO ÁRBITROS 02

P_{total} 78.0 W	A_{Local} 4.95 m ²	Potencia específica de conexión 15.76 W/m ² = 4.80 W/m ² /100 lx (Local) 23.48 W/m ² = 7.15 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 328 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

ENFERMERÍA

P_{total} 156.0 W	A_{Local} 5.69 m ²	Potencia específica de conexión 27.39 W/m ² = 4.74 W/m ² /100 lx (Local)	E_{perpendicular (Plano útil)} 578 lx
-------------------------------------	---	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm

INSTALACIONES 01

P_{total} 32.0 W	A_{Local} 4.99 m ²	Potencia específica de conexión 6.42 W/m ² = 2.81 W/m ² /100 lx (Local) 9.54 W/m ² = 4.17 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular (Plano útil)} 229 lx
------------------------------------	---	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

INSTALACIONES 02

P_{total} 64.0 W	A_{Local} 21.07 m ²	Potencia específica de conexión 3.04 W/m ² = 1.24 W/m ² /100 lx (Local) 3.65 W/m ² = 1.49 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular (Plano útil)} 244 lx
------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

INSTALACIONES 03

P_{total} 64.0 W	A_{Local} 13.45 m ²	Potencia específica de conexión 4.76 W/m ² = 1.61 W/m ² /100 lx (Local) 6.04 W/m ² = 2.05 W/m ² /100 lx (Plano útil)		E_{perpendicular} (Plano útil) 295 lx	
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm

LABAVO ACCESIBLE

P_{total} 27.0 W	A_{Local} 5.06 m ²	Potencia específica de conexión 5.33 W/m ² = 2.06 W/m ² /100 lx (Local)		E_{perpendicular} (Plano útil) 259 lx	
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

VESTÍBULO

P_{total} 168.0 W	A_{Local} 63.65 m ²	Potencia específica de conexión 2.64 W/m ² = 1.34 W/m ² /100 lx (Local) 3.00 W/m ² = 1.52 W/m ² /100 lx (Plano útil)		E_{perpendicular} (Plano útil) 197 lx	
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
12	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

VESTUARIO 01

P_{total} 118.0 W	A_{Local} 34.63 m ²	Potencia específica de conexión 3.41 W/m ² = 1.53 W/m ² /100 lx (Local) 4.89 W/m ² = 2.20 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 223 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W	2870 lm
11	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

VESTUARIO 02

P_{total} 118.0 W	A_{Local} 34.54 m ²	Potencia específica de conexión 3.42 W/m ² = 1.52 W/m ² /100 lx (Local) 4.91 W/m ² = 2.19 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 224 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W	2870 lm
11	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

VESTUARIO 03

P_{total} 118.0 W	A_{Local} 34.67 m ²	Potencia específica de conexión 3.40 W/m ² = 1.53 W/m ² /100 lx (Local) 4.86 W/m ² = 2.18 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 223 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W	2870 lm
11	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm




VESTUARIO 04

P_{total} 118.0 W	A_{Local} 34.91 m ²	Potencia específica de conexión 3.38 W/m ² = 1.53 W/m ² /100 lx (Local) 4.85 W/m ² = 2.20 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{perpendicular} (Plano útil) 221 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
1	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W	2870 lm
11	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm

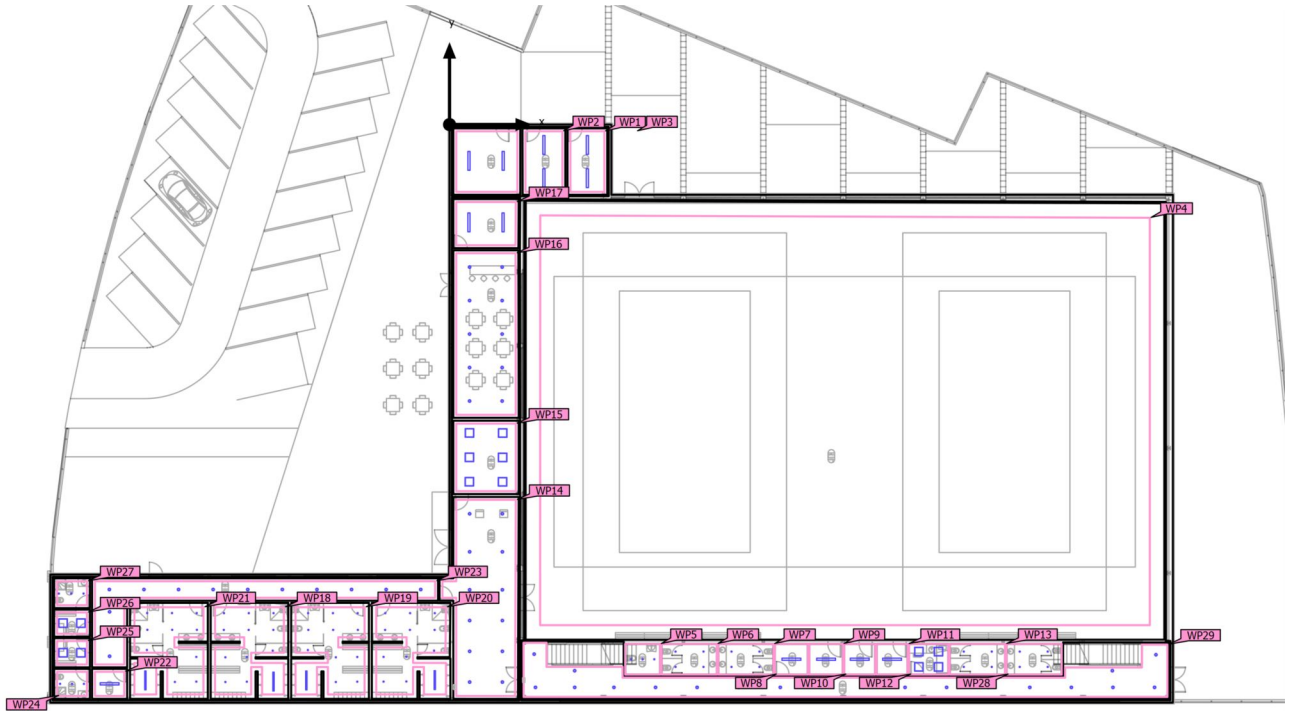
Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

Φ_{total}		P_{total}		Rendimiento lumínico		$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$		$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$	
302785 lm		2373.4 W		127.6 lm/W		86254 lm		496.2 W	
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico			
8	Disano Illuminazione S.p.A	150232- 00002264	831 Rodi IP65 - UGR<lt>22 4000K CRI 80 39W CLD Blanco	39.0 W	4464 lm	114.5 lm/W			
6	Disano Illuminazione S.p.A	150252-0041	834 Rodi HE - UGR<lt>19 4000K CRI 80 29W CLD-D-D Blanco	29.0 W	4173 lm	143.9 lm/W			
55	Disano Illuminazione S.p.A	156415-00	883 Compact CRI95 - DIP SWITCH 4000K CRI 95 14W CLD Blanco	14.0 W	1830 lm	130.7 lm/W			
4	Disano Illuminazione S.p.A	164701-18	927 Echo - monolámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 19W CLD Gris	19.0 W	2870 lm	151.1 lm/W			
				 19.0 W	2870 lm (100 %)	-			
13	Disano Illuminazione S.p.A	164704-18	927 Echo - bilámpara LED - RADAR SENSOR 4000K CRI 80 32W CLD Gris	32.0 W	5738 lm	179.3 lm/W			
				 32.0 W	5738 lm (100 %)	-			
69	Disano Illuminazione S.p.A	22068365-00	Eco Deimos 3000K CRI 80 9W CLD Cromado	9.0 W	799 lm	88.8 lm/W			
2	RZB	672612.002	PLANADO RZ	2.2 W	90 lm	40.9 lm/W			
				 2.1 W	90 lm (100 %)	-			

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	U_0 (g ₁) (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (ALMACÉN) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	303 lx (≥ 200 lx) ✓	259 lx	338 lx	0.85 (≥ 0.40) ✓	0.77	WP1
Plano útil (INSTALACIONES 03) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	295 lx (≥ 200 lx) ✓	251 lx	332 lx	0.85 (≥ 0.40) ✓	0.76	WP2
Plano útil (INSTALACIONES 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	244 lx (≥ 200 lx) ✓	169 lx	309 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.55	WP3
Plano útil (PISTA DEPORTIVA) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 1.000 m	349 lx (≥ 300 lx) ✓	211 lx	407 lx	0.60 (≥ 0.40) ✓	0.52	WP4
Plano útil (LABAVO ACCESIBLE) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	259 lx (≥ 200 lx) ✓	146 lx	385 lx	0.56 (≥ 0.40) ✓	0.38	WP5
Plano útil (ASEO PÚBLICO 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	228 lx (≥ 200 lx) ✓	157 lx	292 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.54	WP6
Plano útil (ASEOS PÚBLICO 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	228 lx (≥ 200 lx) ✓	157 lx	292 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.54	WP7
Plano útil (CUARTO DE LIMPIEZA) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	222 lx (≥ 200 lx) ✓	195 lx	245 lx	0.88 (≥ 0.40) ✓	0.80	WP8
Plano útil (ALMACÉN 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	220 lx (≥ 200 lx) ✓	189 lx	242 lx	0.86 (≥ 0.40) ✓	0.78	WP9
Plano útil (ALMACÉN 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	224 lx (≥ 200 lx) ✓	192 lx	249 lx	0.86 (≥ 0.40) ✓	0.77	WP10
Plano útil (ALMACÉN 03) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	225 lx (≥ 200 lx) ✓	201 lx	249 lx	0.89 (≥ 0.40) ✓	0.81	WP11

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (ENFERMERÍA) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	578 lx (≥ 500 lx) ✓	488 lx	660 lx	0.84 (≥ 0.60) ✓	0.74	WP12
Plano útil (ASEOS PÚBLICOS 03) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	228 lx (≥ 200 lx) ✓	157 lx	292 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.54	WP13
Plano útil (VESTÍBULO) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	197 lx (≥ 100 lx) ✓	117 lx	242 lx	0.59 (≥ 0.40) ✓	0.48	WP14
Plano útil (ADMINISTRACIÓN) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	533 lx (≥ 500 lx) ✓	399 lx	652 lx	0.75 (≥ 0.60) ✓	0.61	WP15
Plano útil (CAFETERÍA) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	193 lx	133 lx	226 lx	0.69	0.59	WP16
Plano útil (ALMACÉN CAFETERIA) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	284 lx (≥ 200 lx) ✓	225 lx	336 lx	0.79 (≥ 0.40) ✓	0.67	WP17
Plano útil (VESTUARIO 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	224 lx (≥ 200 lx) ✓	111 lx	316 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP18
Plano útil (VESTUARIO 03) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	223 lx (≥ 200 lx) ✓	109 lx	314 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP19
Plano útil (VESTUARIO 04) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	221 lx (≥ 200 lx) ✓	109 lx	314 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP20
Plano útil (VESTUARIO 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	223 lx (≥ 200 lx) ✓	111 lx	313 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP21
Plano útil (INSTALACIONES 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	229 lx (≥ 200 lx) ✓	208 lx	245 lx	0.91 (≥ 0.40) ✓	0.85	WP22
Plano útil (CIRCULACION 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.200 m	130 lx (≥ 100 lx) ✓	86.0 lx	173 lx	0.66 (≥ 0.40) ✓	0.50	WP23

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (ASEO ÁRBITROS 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	295 lx (≥ 200 lx) ✓	215 lx	384 lx	0.73 (≥ 0.40) ✓	0.56	WP24
Plano útil (DESPACHO ÁRBITROS 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	328 lx (≥ 100 lx) ✓	297 lx	355 lx	0.91 (≥ 0.40) ✓	0.84	WP25
Plano útil (DESPACHO ÁRBITROS 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	331 lx (≥ 100 lx) ✓	308 lx	352 lx	0.93 (≥ 0.40) ✓	0.88	WP26
Plano útil (ASEO ÁRBITROS 01) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	291 lx (≥ 200 lx) ✓	204 lx	377 lx	0.70 (≥ 0.40) ✓	0.54	WP27
Plano útil (ASEOS PÚBLICOS 04) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	228 lx (≥ 200 lx) ✓	157 lx	291 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.54	WP28
Plano útil (CIRCULACIÓN 02) Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	117 lx (≥ 100 lx) ✓	89.6 lx	151 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓	0.59	WP29