UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Diseño de instalación eléctrica para fábrica de equipos de almacenamiento de energía, con aporte de energía solar fotovoltaica

Autor: RAFAEL NÚÑEZ RUIZ

Tutor: ELÍAS JOSÉ HURTADO PÉREZ

Curso Académico: 2018/2019

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº1, MEMORIA

1.1 Memoria 1

1.2 Cálculos..... 36

DOCUMENTO Nº2, PLANOS

2.1 Lista de planos 107

DOCUMENTO Nº3, PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Pliego de condiciones técnicas 118

DOCUMENTO Nº4, PRESUPUESTO

4.1 Precios unitarios 137

4.2 Medición 153

4.3 Resumen 157

DOCUMENTO Nº1, MEMORIA

DOCUMENTO Nº1, MEMORIA

ÍNDICE GENERAL

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA 3

1.1.1 Descripción general del proyecto..... 5

1.1.2 Instalación eléctrica 8

1.1.3 Instalación fotovoltaica 32

1.2 CÁLCULOS 36

1.2.1 Dimensionado de las líneas 38

1.2.2 Corrientes de cortocircuito..... 43

1.2.3 Instalación fotovoltaica 47

1.3 ANEXOS..... 68

1.3.1 Resultados luminotécnicos Dialux..... 70

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE GENERAL

1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5

1.1.1.1 Alcance y objetivos del proyecto 5

1.1.1.2 Ubicación 5

1.1.1.3 Descripción de las necesidades 5

1.1.1.4 Referencias 7

1.1.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 8

1.1.2.1 Datos de partida 8

1.1.2.2 Alumbrado 8

1.1.2.3 Potencia prevista 12

1.1.2.4 Canalizaciones 14

1.1.2.5 Dimensionado de las líneas 19

1.1.2.6 Protecciones 25

1.1.2.7 Puesta a tierra 28

1.1.3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 32

1.1.3.1 Datos de partida 32

1.1.3.2 Consumos 33

1.1.3.3 Producción 33

1.1.3.4 Disposición de las placas 34

1.1.3.5 Instalación eléctrica 35

1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1.1.1 ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es realizar la instalación eléctrica de baja tensión de una industria destinada a la fabricación de equipos de almacenamiento de energía. Así mismo, se dimensionará una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para abastecer, en la medida de lo posible, la demanda de energía de la misma.

El alcance de este proyecto comienza a partir de la línea que alimenta el cuadro general en baja tensión de la instalación, incluyendo ésta.

Para el suministro eléctrico pondrá las condiciones pertinentes la compañía suministradora, (que para la situación dónde se encuentra esta industria, pertenece a Iberdrola) indicando si fuese necesario o no la instalación de un transformador propiedad del usuario, en cuyo caso, por la potencia que demanda la instalación del proyecto en cuestión, no la suministren ellos directamente.

Lo más normal en estos casos, tal y como dicta el artículo 46 del Real Decreto 1955/2000, que indica que, salvo acuerdo con la compañía eléctrica, no se suministrará en baja tensión para potencias superiores a 50 kW, como la potencia demandada por la instalación es superior, será necesario disponer de un transformador que, por las características de ésta, será uno con una potencia normalizada de 400 KVA.

1.1.1.2 UBICACIÓN

La nave industrial la cual se va a realizar el proyecto está situada en el Polígono Industrial Camp de Puçol, un municipio de la ciudad de Valencia.

1.1.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

Este edificio tiene un perímetro de 70x38m, utilizando una superficie 380 m^2, destinada la planta de abajo al laboratorio y almacén de SAT, y el primer piso a las oficinas.

La parte do producción dispone de una superficie de 2280 m^2, además, todo el edificio está rodeado por un patio de entre 3 y 5 metros.

Si se entra por la entrada principal del edificio, se tiene un *hall* de 67 m2, donde se exponen los equipos que se producen en la fábrica.

A la izquierda queda el laboratorio de I+D+I donde se aloja el cuadro general de la instalación. En este mismo espacio, necesitan de cuatro cuadros independientes para realizar pruebas a determinados equipos.

Arriba del laboratorio, subiendo por la escalera que hay en el *hall* se sube a las oficinas, donde se dispondrá de un cuadro secundario para alimentar los circuitos de esa planta.

En esta planta se encuentran distribuidos en un espacio abierto todos los puestos de trabajo, los cuales cuentan con un total de 28 ordenadores de mesa. Así mismo, se cuenta con 4 despachos pequeños y dos más grandes, equipados con televisores y equipos informáticos para reuniones, exposiciones y demás.

Cada espacio de las oficinas cuenta con al menos un equipo de aire acondicionado.

En la parte trasera de la oficina, se encuentran los baños y una habitación destinada al alojamiento del rack de comunicaciones, el cual se separará del resto de circuitos para una mayor seguridad en caso de avería del resto de circuitos.

En el laboratorio, hay una puerta que comunica con la nave, la cual se tendrán distribuidos varios cuadros secundarios. Dos monofásicos para alimentar los puestos de trabajo destinados a la producción de los equipos que se desarrollan en la misma empresa y dos trifásicos para el testeo de los mismos. Así mismo, se necesita de un cuadro a parte para la carga de baterías de los equipos producidos. Por último, se dispondrá de dos cuadros para la línea de trabajos externos.

La nave contará con un sistema de climatización evaporativa colocado en el techo de la misma y un compresor para la maquinaria de producción el cual se situará en el pasillo disponible fuera de la nave.

Se dispondrá de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo, la cual se dimensionará para abastecer la mayor cantidad posible de energía demandada por la nave, consiguiendo así un ahorro en la factura eléctrica. Para ello, se dispondrá de todo el techo que cubre la parte destinada a producción.

1.1.1.4 REFERENCIAS

Normativa

Este proyecto recoge las características de la instalación cumpliendo de acuerdo lo establecido en:

_RD 842/202 de 2 de agosto de 2002 actualizado según RD 560/2010, RD 1053/2014 y Reglamento Delegado 2016/364 (CPR)

_Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT)

_Guía técnica de aplicación del REBT

_Normas UNE

_Real Decreto-ley 15/2018

Bibliografía

_Apuntes de Baja Tensión.

_Apuntes de Iluminación

_Diseño de la instalación eléctrica de un edificio destinado preferiblemente a viviendas. Caso práctico.

_Apuntes de Instalaciones eléctricas de energías renovables.

1.1.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.1.2.1 DATOS DE PARTIDA

El suministro de la instalación se realizará con un circuito trifásico, con neutro, del cual se repartirá la potencia entre las fases de forma que queden balanceadas, evitando así, en la medida de lo posible, corrientes por el conductor neutro.

Aguas abajo del cuadro general se dispondrá de cuatro cuadros secundarios para la zona del laboratorio de I+D+I y uno para el piso donde se encuentran las oficinas de la nave. Del mismo modo, se necesitarán siete cuadros secundarios para la zona de la nave donde se encuentran los diferentes puestos de trabajo de producción.

La potencia que se necesita se ha previsto en función de las necesidades transmitidas por la empresa. Así mismo, la potencia destinada al alumbrado de cada estancia del edificio se calcula en este proyecto con la ayuda del programa de diseño de iluminación Dialux.

1.1.2.2 ALUMBRADO

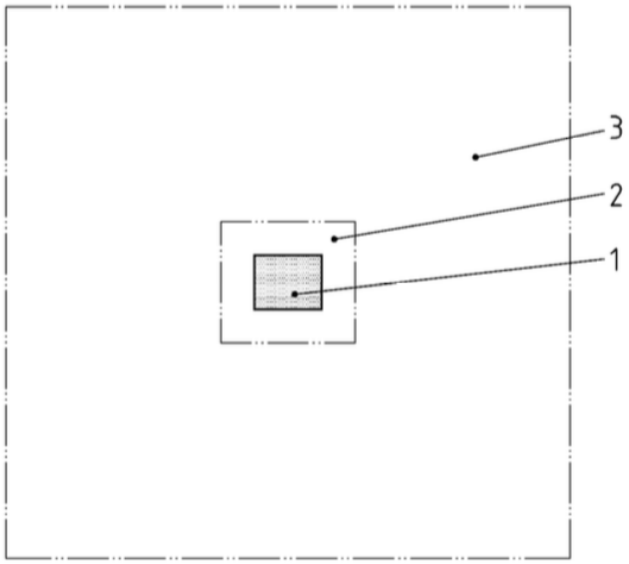
Para dimensionar la instalación de alumbrado de las estancias del edificio, se tendrá en cuenta el tipo de luminarias a instalar, así como la cantidad necesaria para obtener unos niveles de iluminación adecuados conforme marca la norma UNE-EN 12464-1.

La norma UNE-EN 12464-1 especifica los requisitos para obtener una iluminación adecuada para satisfacer las necesidades de confort y rendimiento visual adecuado para las personas según el entorno de trabajo. Para este proyecto, se utilizará de dicha norma las especificaciones correspondientes para las oficinas y para la parte de producción. Para estas estancias se especifican los siguientes requisitos:

<u>Iluminancia de las áreas</u>

En la siguiente imagen recogida de la norma UNE-EN 12464-1 se muestra las dimensiones de las áreas para las cuales se deben de aplicar los diferentes valores de iluminancia:

Ilustración 1. Iluminancia de las áreas.



Leyenda

1 Área de la tarea
2 Alrededores inmediatos (banda con una anchura de al menos 0,5 m alrededor del área de la tarea dentro del campo visual)
3 Área del fondo (al menos 3 m de anchura contigua al área circundante inmediata dentro de los límites del espacio)

_iluminancia en el área de la tarea:

Los valores que se recogen en las siguientes tablas, corresponden a los valores mínimos que tienen que haber de iluminancia mantenida sobre el área donde se realiza una tarea en un determinado puesto de trabajo, así como los valores de UGR máximos (Índice de deslumbramiento molesto) y uniformidad de iluminancia mínima:

Tabla 1. Iluminancia mínima en Oficinas.(Obtenido de la Norma UNE-EN 12464)

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.3	Dibujo técnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,40	80	

Tabla 2. iluminancia mínima para industria eléctrica y electrónica.(Obtenido de la Norma UNE-EN 12464)

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.11.1	Fabricación de cable e hilos	300	25	0,60	80	
5.11.2	Bobinado:					
	– bobinas grandes	300	25	0,60	80	
	– bobinas de tamaño medio	500	22	0,60	80	
	– bobinas pequeñas	750	19	0,70	80	
5.11.3	Impregnación de bobinas	300	25	0,60	80	
5.11.4	Galvanización	300	25	0,60	80	
5.11.5	Trabajo de ensamblaje:					
	– basto, por ejemplo transformadores grandes	300	25	0,60	80	
	– medio, por ejemplo cuadro de contadores	500	22	0,60	80	
	– fino, por ejemplo teléfonos, radios, equipos IT (ordenadores)	750	19	0,70	80	
	– precisión, por ejemplo equipo de medida, cuadros de circuitos impresos	1 000	16	0,70	80	
5.11.6	Talleres de electrónica, ensayos, puesta a punto	1 500	16	0,70	80	

Tabla 3. Iluminancia mínima en salas de descanso, sanitarios, vestíbulos, despensas.(Obtenido de la Norma UNE-EN 12464)

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.2.1	Cantinas, despensas	200	22	0,40	80	
5.2.2	Salas de descanso	100	22	0,40	80	
5.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	0,40	80	
5.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	En cada baño individual si está completamente cerrado
5.2.5	Enfermería	500	19	0,60	80	
5.2.6	Salas para atención médica	500	16	0,60	90	$4\,000\ K \leq T_{CP} \leq 5\,000\ K$

Tabla 4. Iluminancia mínima en almacén.(Obtenido de la Norma UNE-EN 12464)

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_0 –	R_a –	Requisitos específicos
5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,40	60	200 lx si está ocupado de forma continua
5.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	0,60	60	

_Iluminancia de áreas circundantes inmediatas:

Para no producir molestias visuales, no debe de haber grandes variaciones de iluminancia alrededor del área donde se realiza una tarea. Para esta área circundante no debe de considerarse una anchura inferior a 0,5 m alrededor del área de la tarea, pudiendo tener una iluminancia inferior a la del área donde se realiza el trabajo, no siendo inferior a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 5. relación entre iluminancia de área circundante inmediata con la iluminación del área de tarea.(Obtenido de la Norma UNE-EN 12464)

Tabla 1 – Relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas con la iluminación del área de tarea

Iluminancia del área de tarea E_{tarea} lx	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{tarea}
100	E_{tarea}
≤ 50	E_{tarea}

_Iluminancia del área de fondo:

Debe de considerarse una franja contigua al área circundante inmediata de al menos 3 m de anchura dentro de los límites del espacio y debe de iluminarse con una iluminancia mantenida de ⅓ del valor del área circundante inmediata.

<u>Iluminancia de superficies:</u>

La iluminancia mantenida para la mayor parte de las superficies, para el caso de la nave tiene que ser:

Ēm > 50 lx con U0 >=0,10 sobre las paredes

Ēm > 30 lx con U0 ≥ 0,10 sobre el techo

Para las oficinas se recomienda los siguientes valores:

Ēm > 75 lx con U0 ≥ 0,10 sobre las paredes

Ēm > 30 lx con U0 ≥ 0,10 sobre el techo

1.1.2.3 POTENCIA PREVISTA

Con los cálculos del alumbrado realizados y los valores de consumo previstos según las indicaciones de la empresa, la potencia prevista de la que se parte para realizar este proyecto son los indicados en las siguientes tablas:

Tabla 6. Consumos del cuadro principal.

CUADRO PRINCIPAL	
Consumos	**Potencia prevista**
Alumbrado laboratorio	1,5 kW
Puestos de trabajo Laboratorio	0,95 kW
AA/CC Laboratorio	1,5 kW
Cuadros secundarios Laboratorio	62,4 kW
Alumbrado Cocina, Baños y Vestíbulo	0,35 kW
Enchufes Cocina, Baños y Vestíbulo	0,9 kW
Alumbrado SAT y Hall	1 kW
Enchufes SAT y Hall	1,4 kW
Alumbrado Nave	8,8 kW
Cuadros secundarios Nave	79,2 kW
Puertas metálicas Nave	4 kW
Climatización Nave	39,4 kW

Compresor Nave	50 kW
Portero y teléfonos	0,53 kW
Emergencias	0,018 kW
Cuadro secundario oficinas	18,4 kW

Tabla 7. Consumos cuadro secundario para las oficinas.

CUADRO SECUNDARIO OFICINAS	
Consumos	**Potencia prevista**
Luminarias General	2,02 kW
Puestos de trabajo	4,2 kW
AA/CC General	1,5 kW
Alumbrado Despachos	1,6 kW
Enchufes Despachos	3,1 kW
AA/CC Despachos	5 kW
Alumbrado Baños y Telecomunicaciones	0,085 kW
Enchufes Baños	0,35 kW
Enchufes Rack comunicaciones	0,5 kW

1.1.2.4 CANALIZACIONES

Tubos protectores

Las características que tendrán los tubos protectores por las cuales irán las líneas de los diferentes circuitos, se determinarán en función de por donde transcurran.

Para la línea que alimenta el cuadro general, que se va a suponer que vendrá desde donde se encuentra el muro que delimita la propiedad donde se encuentra la nave, enterrada bajo tubo, se tendrá en cuenta tal y como indica la ITC-BT-07 del REBT, que tendrá que ir enterrado en toda su longitud en una zanja de 0,7 m de profundidad como mínimo. Así mismo, para determinar las características y el diámetro del tubo, se seguirá lo indicado en la ITC-BT-21:

Tabla 8. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas.(Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA : No aplicable (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.(Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Las líneas que alimentarán los consumos destinados a la planta de arriba, donde se encuentran las oficinas y despachos, así como los consumos del laboratorio, almacén de SAT, Hall y las zonas de uso común de la planta de abajo (baños, cocina y vestíbulo), irán en el interior de tubos, de forma superficial o empotrados, según corresponda, con las características mínimas indicadas en la ITC-BT-21:

Tabla 10. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas.(Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

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

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

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	--	--	--

Tabla 12. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra.(Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

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

Tabla 13. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones precableadas. (Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90ºC(1)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

(1) Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60ºC.

Según la sección del cable de cada circuito, siguiendo la tabla 3 y 5, se establecerá el diámetro del tubo que corresponda para cada caso.

En cuyo caso un circuito discurra por diferentes tipos de instalación, como puede ser las líneas que salgan del cuadro secundario de las oficinas, o las líneas que vayan a los baños, cocina o similares, se elegirá el diámetro de tubo más grande que se indica, según el método de instalación adecuado a la sección de la línea.

Para las canalizaciones de superficie, según indica la ITC-BT-21, si en algún caso se encuentran en el interior de un tubo más de 5 conductores o circuitos de diferentes secciones, la sección interior del tubo será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Para las canalizaciones empotradas, según indica la ITC-BT-21, para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Canales protectoras

Para las líneas que discurren por la nave, irán colgadas del techo sobre bandeja perforada, siendo su ancho adecuado a la suma de los diámetros de los cables multiconductores que se ubiquen sobre ella.

En la ITC-BT-21 se establecen las características mecánicas de las bandejas:

Tabla 14. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias. (Obtenido de la ITC-BT-21 del REBT)

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15ºC	-5ºC
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60ºC	+60ºC
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Las canales, al ser metálicas, deberán de ir conectadas a tierra. Así mismo, en las derivaciones que transcurran desde la canal a algún cuadro, luminaria, etc., deberán de realizarse con tubo superficial, siguiendo para la elección del diámetro, lo indicado para este tipo de instalación.

Instalación y colocación

Siguiendo las prescripciones generales de la ITC-BT-21 del REBT, el trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.

Así mismo, para los tubos que estén montados superficialmente, se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En caso de que se crucen los tubos con alguna junta de dilatación del edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Y para los tubos que estén empotrados en la pared, las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

Los recorridos horizontales se dispondrán a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

1.1.2.5 DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS

Para determinar las características de las líneas, se siguen las indicaciones de las ITC-BT-07 (redes subterráneas para distribución en baja tensión) e ITC-BT-19 (instalaciones interiores o receptoras). Así mismo, para determinar la sección del cableado, se deben de cumplir los requisitos de caída de tensión máxima del circuito, no sobrepasando lo establecido en el REBT (para este caso, 3% para líneas de alumbrado y 5% para demás usos) y que la intensidad máxima admisible por el conductor sea superior a la intensidad de diseño.

Para la línea que unirá el suministro eléctrico con el cuadro general de la instalación, según lo establecido en la ITC-BT-07 del REBT, se utilizarán conductores unipolares de cobre de tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida. Siendo el aislamiento elegido para los cables de polietileno reticulado (XLPE).

Del mismo modo, para los cables multiconductores que transcurren sobre bandejas en el interior de la nave, se utilizarán cables multipolares de tensión asignada 0,6/1 kV, tal y como recomienda la GUÍA-BT-21, utilizando un aislamiento XLPE.

Para el resto de circuitos se instalarán conductores de cobre aislados con polietileno reticulado (XLPE) de tensión nominal 450/750 V.

Intensidad de diseño de las líneas

Según la tensión de alimentación del receptor o receptores, se calculará la intensidad de diseño del circuito de la siguiente manera:

Monofásica: $I = \frac{P}{U \times \cos\varphi}$ Trifásica: $I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$

Siendo:

I_B= intensidad de diseño de la línea.

P= potencia demandada por la línea.

U= tensión nominal de la línea (230 V en monofásica y 400 V en trifásica).

Cosϕ=1 para monofásico y 0,9 para trifásico.

La intensidad de diseño del circuito corresponde a la intensidad que demanda un receptor en una instalación, pudiendo ser ésta mayorada en función del tipo que sea (ejemplo: Motores: I_B=1,25×I).

Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible en servicio permanente de los conductores aislados según su instalación será:

$$I_Z = n \times I_0 \times K1 \times K2 \times K3$$

Siendo:

I_Z= intensidad máxima admisible en el conductor en servicio permanente según composición del conductor y condiciones de instalación.

n= número de conductores por fase.

I_0= intensidad admisible en el conductor en servicio permanente a 40˚C del conductor individual.

K1= factor que depende de la temperatura ambiente.

K2= factor a aplicar por agrupación de conductores.

K3= factor dependiente de las condiciones de instalación; exposición al sol, calor generado por otras fuentes y factor reglamentario a aplicar cuando proceda.

Mediante las siguientes tablas se selecciona, según la intensidad admisible del conductor en servicio permanente, las secciones adecuadas teniendo en cuenta la tensión de alimentación, el aislamiento del conductor o cable multipolar y el método de instalación.

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones para las tablas:

XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25°C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

Tabla 15. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada. (Obtenido de la ITC-BT-07 del REBT)

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

Tabla 16. Intensidades admisibles (A) al aire 40˚C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento. (Obtenido de la ITC-BT-19 del REBT)

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[1] en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos[2] en montaje superficial o emprotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared[3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre[4] Distancia a la pared no inferior a 0.3D[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo[6] Distancia a la pared no inferior a D[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR[11]	
G		Cables unipolares separados mínimo D[5]									3x PVC[9]		3x XLPE o EPR
Cobre		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		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	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

A efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerarán las siguientes características de instalación de la DI:

Tubo enterrado a 0,7 m de profundidad

Resistividad térmica media del terreno de 1K*m/W

Temperatura ambiente del terreno a 0,7 m de profundidad de 25ºC

Caídas de tensión de la línea

Con las secciones que se han obtenido en el apartado anterior (criterio térmico) se comprueba que se cumple que la caída de tensión sea menor de lo que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según el tipo de instalación (para este caso un solo usuario). Para los cálculos de la caída de tensión se usan las siguientes expresiones:

Monofásica: $e = \frac{2 \times P \times L}{\gamma \times S \times U}$ Trifásica: $e = \frac{P \times L}{\gamma \times S \times U}$

Siendo:

e= caída de tensión en V.

P= potencia demandada por la línea. (según ITC-BT-25, se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático)

U= tensión nominal de la línea (230 V en monofásica y 400 V en trifásica).

L= longitud de la línea.

S= sección de la línea.

γ= conductividad del cobre.

Las expresiones anteriores se pueden expresar en forma porcentual de la siguiente manera:

Monofásica:

$$e(\%) = \frac{2 \times P \times L}{\gamma \times S \times U^2} \times 100$$

Trifásica:

$$e(\%) = \frac{P \times L}{\gamma \times S \times U^2} \times 100$$

La conductividad se puede tomar de la siguiente tabla:

*Tabla 17. Conductividad (m/Ω*mm²)*

Material	**γ_{20°**	**γ_{70°**	**γ_{90°**
Cobre	58	48,47	45,49
Aluminio	35,71	29,67	27,8
Temperatura	**20°**	**70°**	**90°**

Conductores de protección

Para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la siguiente tabla:

Tabla 18. Sección de los conductores de protección. (Obtenido de la ITC-BT-19 del REBT)

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

1.1.2.6 PROTECCIONES

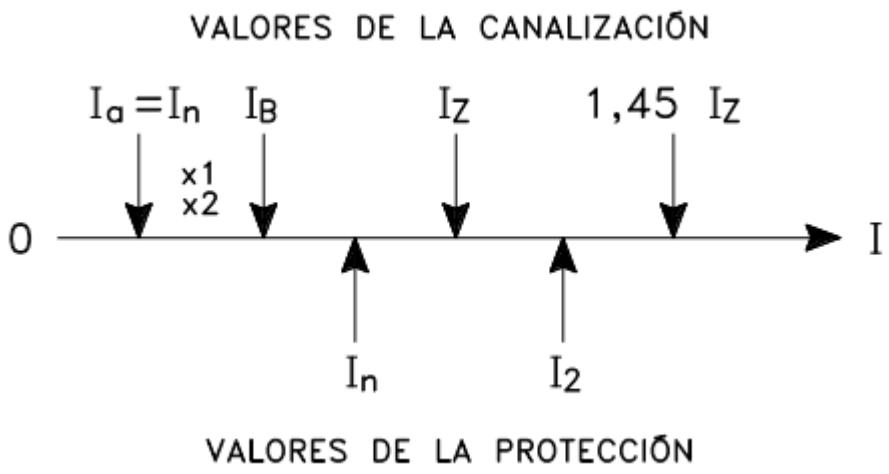
En este apartado se explica las condiciones que se deben cumplir para conseguir una correcta protección tanto contra sobrecargas como contra cortocircuitos. Para ello se utilizarán interruptores automáticos MCB y MCCB según corresponda.

En el apartado de CALCULOS se justifican las especificaciones expuestas a continuación.

Protección de las líneas frente a sobrecargas

Para la elección de los interruptores se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Ilustración 2. Protección de los conductores.



Siendo:

I_B: Intensidad utilizada en el circuito (demandada).

I_N: Intensidad nominal del dispositivo de protección.

I_Z: Intensidad admisible en el conductor.

I_2: Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En el apartado de CÁLCULOS se especifican cada una de las intensidades para la correcta elección de los dispositivos.

Protección de las líneas frente a cortocircuitos

Todo circuito estará protegido frente a cortocircuitos por un dispositivo que interrumpa toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos que se produzcan en los conductores y en las conexiones.

El poder de corte "I_{cu}" debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado:

$$I_{k-max} = I_{k3} < I_{cn}(I_u)$$

$$I_m = I_3 > I_{k-min} = I_{k1}$$

Éstas condiciones se demostrarán en el apartado de CÁLCULOS, siendo necesarias para elegir correctamente los dispositivos en función de la línea que tengan asignada.

Para la elección de los dispositivos de protección contra cortocircuitos se deberá tener en cuenta que la intensidad de cortocircuito mínima prevista es, en general, la que corresponde a un defecto que se produce en el punto más alejado de la línea protegida.

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible.

El tiempo que soporta el conductor la I_k para que se eleve la temperatura del mismo desde la temperatura máxima admisible hasta su valor máximo es, para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0,1 segundos:

$$t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 \ (s)$$

Siendo:

t= tiempo que soporta el conductor la Ik, en segundos.

S= es la sección del conductor en mm^2.

I= es la mínima intensidad eficaz de cortocircuito en A.

K= coeficiente dependiente de la resistividad, coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material conductor:

Tabla 19. Coeficientes del material conductor. (Obtenido de los apuntes de BT)

Material	Aislante	k
Cu	PVC	115
	EPR, PPR	143
	SI	132
Al	PVC	76
	EPR, PPR	94
Conexiones soldadas con estaño en conductores de Cu, su temperatura máxima es de 160ºC		115

Siendo los valores de las temperaturas máximas admisibles en los conductores aislados con servicio continuo y en cortocircuito, basados en las hipótesis del comportamiento adiabático para un periodo menor de 5 segundos, los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 20. Valores de temperaturas máximas admisibles. (Obtenido de los apuntes de BT)

Aislamiento	T admisible ºC en condiciones normales	**T máxima ºC en * condiciones de cortocircuito**
Cloruro de polivinilo PVC	70	160
Polietileno reticulado PPR Butil eltilenpropileno EPR, XLPE	90	250
Caucho silicona SIR	180	350

Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante el corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Para la protección contra contactos indirectos de esta instalación se van a utilizar interruptores diferenciales (RCCB), con una tolerancia de 30 o 300 mA, según corresponda.

1.1.2.7 PUESTA A TIERRA

El edificio llevará una toma de tierra de protección, instalando en el fondo de las zanjas de cimentación, antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección según indica la Guía-BT-18 de 35 mm2, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio, a una profundidad mínima de 0,8m.

A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Al conductor en anillo o bien a los electrodos, se conectarán en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Mediante la siguiente tabla, puede determinarse el número orientativo de electrodos verticales en función de las características del terreno, la longitud del anillo y según la presencia o no de pararrayos en el edificio.

Para este caso, que se trata de un edificio sin pararrayos, la resistencia a tierra obtenida con la aplicación de los valores de esta tabla debería ser, en la práctica, inferior a 37 Ω.

Considerando que el terreno donde se encuentra el edificio está formado por arenas arcillosas y graveras, y después de rodear con el electrodo en anillo todo el perímetro del edificio y conectar todos los pilares del mismo, se teniendo una longitud total del electrodo de 607m.

Tabla 21. Número de electrodos en función de las características del terreno y la longitud del anillo. (Obtenido de la GUÍA-BT-26 del REBT)

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silícea		Nº de picas de longitud (2 metros)
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

Con lo cual, el electrodo en anillo de 607m es más que suficiente y no se requiere la instalación de picas adicionales.

Las secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra o líneas de enlace con el electrodo de puesta a tierra son:

Tabla 22. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. (Obtenido de la ITC-BT-18 del REBT)

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm^2 Cobre 16 mm^2 Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm^2 Cobre 50 mm^2 Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

Siguiendo lo indicado en la ITC-BT-26, el punto de puesta a tierra se ubicará donde empieza la línea de suministro del edificio, a efectos de ser utilizada como punto para mediciones, o durante la ejecución, mantenimiento o reparación de la red de distribución.

Este conductor se distribuirá en el interior del mismo tubo donde irá ubicada la DI que alimentará al cuadro general de la instalación.

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de los dispositivos de protección de intensidad diferencial residual.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella que, en cada caso, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

La siguiente tabla muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra:

Tabla 23. valores orientativos de la resistividad en función del terreno. (Obtenido de la ITC-BT-18 del REBT)

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

A partir de la tabla podemos obtener que la resistencia de tierra del electrodo formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección es, para el terreno considerado, con una resistividad de 500 Ωxm es:

$$R = \frac{2 \times \rho}{L} = \frac{2 \times 500}{607} = 1{,}65\Omega$$

Tomando diferenciales con sensibilidad de 30 mA, la máxima tensión de contacto (tensión entre mano y pie aplicada a una persona que toca una parte de la instalación accidentalmente bajo tensión) que puede aparecer en la instalación es:

$$V_C = R \times I = 1{,}65 \times 0{,}03 = 0{,}049\ V$$

Tomando diferenciales con sensibilidad de 300 mA:

$$V_C = R \times I = 1{,}65 \times 0{,}3 = 0{,}49\ V$$

Valores inferiores a los que exige el REBT.

1.1.3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1.3.1 DATOS DE PARTIDA

Se va a analizar la implementación de una instalación fotovoltaica de autoconsumo para la nave en la cual se realiza la instalación eléctrica de baja tensión descrita en los apartados anteriores, la cual contará con un contrato de suministro con discriminación horaria tipo 3P.

En la zona donde está situada se tiene una radiación solar óptima para recuperar la inversión de la instalación fotovoltaica en un tiempo aceptable. El criterio que se tendrá para la realización de la instalación se basará, tomando como referencia para cualquier decisión que pueda afectar a la misma, el Real Decreto-ley 15/2018. Dicho criterio se basará, también, en cubrir la mayor cantidad de energía consumida diaria de la nave con energía auto producida por la instalación fotovoltaica, optimizándola al máximo e invirtiendo el mínimo capital posible.

Acogiéndose a lo que se indica en el borrador del Real Decreto-ley 15/2018, la instalación cumplirá los requerimientos para instalaciones con excedentes de tipo a, acogiéndose al mecanismo de compensación simplificada de los excedentes.

Para el diseño de esta instalación, tal y como se hace referencia en el BOE de este Real Decreto, se dimensionará para cubrir la demanda de consumo de energía de la industria y aprovechando este mecanismo de compensación simplificada, se tendrán excedentes en una cantidad lo más ajustada posible como para que cada mes, a la hora de facturar esos excedentes, el precio por el cual se pagarán no sobrepase el precio que se facture la energía consumida que no se ha podido aprovechar de la propia instalación.

Se dispondrá de un equipo de medida de energía bidireccional, equipado con un sistema comunicación remota para la lectura de la generación y su correcta facturación.

De la misma forma, como se trata de una instalación de menos de 100 kW de potencia, pero si mayor de 15 kW, solo habrá que inscribirse en el registro de autoconsumo que se llevará a cabo de oficio por las Comunidades Autónomas. Ellas mismas deberán remitir a la Dirección General de Política Energética y Minas la información correspondiente a la inscripción en el Registro de autoconsumo de

energía eléctrica. Esto se considera una modificación del contrato de acceso, con lo cual, dicha modificación será realizada de oficio por la empresa distribuidora a partir de la documentación remitida por las Comunidades Autónomas a dicha empresa, siendo remitida al consumidor en el plazo de 15 días a contar desde la recepción de la documentación por la Comunidad Autónoma. En el BOE se dispone de un modelo a rellenar para según las características de la instalación y presentarlo en la administración competente.

1.1.3.2 CONSUMOS

Para dimensionar la instalación habrá que analizar la evolución del consumo diario que tiene la nave, así como la producción diaria que producirán las placas solares. Tanto el consumo como la producción habrá que analizarlos mes a mes durante un año, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de consumo de la nave a partir de la energía generada por las placas.

Para obtener las curvas de consumo diarias se analizarán tres días tipo, uno de jornada completa, otro de media jornada y un último de días festivos. Los consumos de la nave se analizarán de 15 minutos en 15 minutos a lo largo de cada día. Los datos obtenidos de consumo se obtienen de una estimación según los aparatos receptores instalados, teniendo en cuenta los receptores que se utilizan de forma bastante continua, descartando aquellos que se puedan utilizar puntualmente a lo largo del día.

1.1.3.3 PRODUCCIÓN

La producción de energía eléctrica de la instalación se determinará por el número de paneles solares a instalar.

Se elegirá de forma que además de cubrir la mayor cantidad de energía demandada por la nave, los excedentes que se tengan, sobre todo por los días en que se trabaja media jornada y los días festivos, no sobrepasen el valor de los mismos al precio de la energía que facturemos en los momentos del día en que la producción de fotovoltaica es nula o insuficiente como para satisfacer la demanda. Esto es, que el precio al que se pagan los excedentes que se tienen en un mes, no tiene que ser mayor a el precio que se pagará por la energía consumida de la red por la nave en un mes, de lo contrario, no se penaliza, pero solo se pagará hasta el precio que se pague de la energía consumida de la red, esto significa que a partir de ese punto la instalación empezaría a desaprovechar energía.

Para obtener las curvas de producción se multiplicará la radiación solar por la potencia instalada en placas, donde la radiación la obtenemos en intervalos de 15 en 15 minutos de la página web PVGIS.

$$Producción\ de\ la\ instalación = \frac{radiación\ solar \times Potencia_{pico-placa} \times Nº\ de\ placas}{1000} \times 0{,}82$$

El horario en que ofrece los valores de radiación el PVGIS está en UTC, por lo que para adaptarlo al horario en España habrá que sumarle 1 hora a los meses de invierno y 2 horas a los meses de verano. Estas curvas se obtendrán para cada mes durante un año.

Para el cálculo de la producción de la instalación, habrá que tener en cuenta las pérdidas que se producen en la misma (producidas por caídas de tensión, temperatura, suciedad, punto de máxima potencia, etc.), que harán que la potencia instalada en placas, a la salida del inversor, sea menor. Por eso, se consideran unas pérdidas del 18%.

Sabiendo la máxima potencia que entregarán las placas (incluyendo las pérdidas) se elegirá un inversor de cómo mínimo esa potencia.

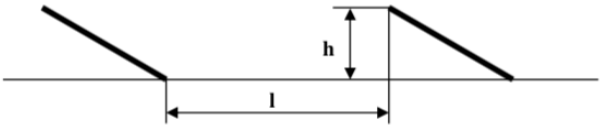
Una característica importante a tener en cuenta a la hora de elegir el inversor de la instalación, será que la potencia admisible de entrada en la parte de fotovoltaica del mismo, sea como mínimo de un 20% mayor que la potencia que pueda entregar a su salida, con lo que deja un margen de sobredimensionamiento, para ser utilizado, por ejemplo, para compensar esas pérdidas producidas en la instalación.

1.1.3.4 DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS

El techo de la nave donde se colocarán las placas, presenta un tejado de chapa metálica a dos aguas, sujetado con vigas de hormigón. En estas vigas es donde se fijarán las estructuras que sujetarán los paneles. Estas estructuras se dispondrán de forma para que las placas no se hagan sombra entre ellas.

El ángulo de inclinación de las placas será de 30°, puesto que de esta forma permite obtener una mejor radiación solar por la zona en la que se encuentra la nave, de la misma forma, estarán orientadas hacia el sur.

Por último, teniendo en cuenta las medidas de la placa a instalar, la distancia mínima entre una fila y otra para que no se den sombra entre ellas se realizara aplicando lo siguiente:



$$I = k \times h$$

1.1.3.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Cableado

Los cables que unirán las placas con el inversor, según el REBT ITC-BT-40, se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión de la red de distribución Pública o la instalación de interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

Protecciones

Partiendo de lo que se desarrolla en el Real Decreto-ley 15/2018, al ser una instalación generadora para suministro con autoconsumo con excedentes se conectarán a la instalación interior a través de un circuito independiente y dedicado, partiendo del cuadro general de mando y protección de la instalación interior, para poder cortar en algún momento determinado la línea que viene desde el inversor hacia el cuadro general.

Para proteger los cables que van desde las placas hasta el inversor, se colocarán fusibles, uno por cada string, con una In de al menos la intensidad nominal que circulará por los cables.

Puesta a tierra

El esquema de puesta a tierra será el TT, conectándose las masas de las estructuras y del inversor a la tierra que tiene la nave.

1.2 CÁLCULOS

1.2 CÁLCULOS

ÍNDICE GENERAL

1.2.1 DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS 38

1.2.1.1 Intensidad de diseño 38

1.2.1.2 Intensidad máxima admisible 38

1.2.1.3 Caída de tensión..... 40

1.2.1.4 Resumen de las líneas 40

1.2.2 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 43

1.2.2.1 Estimación de las impedancias..... 43

1.2.2.2 Intensidad de cortocircuito de las líneas 44

1.2.3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 47

1.2.3.1 Energía demandada..... 47

1.2.3.2 Energía producida 49

1.2.3.3 Placas a instalar..... 52

1.2.3.4 Disposición de las placas..... 53

1.2.3.5 Instalación eléctrica..... 58

1.2.3.6 Generación, facturación y ahorro 59

1.2.3.7 Emisiones de CO_2 62

1.2.1 DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS

Siguiendo lo indicado en el apartado 1.1.2.5 de la MEMORIA DESCRIPTIVA de este proyecto, se ha dimensionado la instalación de acuerdo con las diferentes normativas y reglamentaciones mencionadas en ésta. De esta forma se realiza a modo ejemplo los pasos requeridos para el cálculo de la línea que enlaza el suministro eléctrico con el cuadro general. Del mismo modo, se recogen en una tabla resumen los resultados obtenidos de todas las líneas.

1.2.1.1 INTENSIDAD DE DISEÑO

El primer paso será calcular la intensidad de diseño de la línea, para ello habrá que tener en cuenta la potencia prevista que circulara por la misma, que este caso es de 268,3 kW. Al ser un circuito trifásico se aplicará la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{270{,}3\ kW}{\sqrt{3} \times 0{,}4 \times 0{,}9} = 433{,}5\ A$$

A este primer valor de intensidad calculado, para según que receptor, el REBT exige unos determinados coeficientes de sobredimensionamiento, debiendo ser este último valor ya aumentado el que determine la intensidad que se considera que pasará por la línea (I_B). Para esta línea no ha sido necesario.

1.2.1.2 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Seguidamente, se elegirá el tipo de material del conductor (cobre o aluminio), el aislante que tendrá (XLPE, EPR, PVC) y su tensión asignada (450/750, 0,6/1kV…). Como ya se ha indicado en el apartado 1.1.2.5 de la MEMORIA DESCRIPTIVA de este proyecto, para esta línea se utilizarán conductores unipolares de cobre de tensión nominal 0,6/1 kV, no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida. Siendo el aislamiento elegido para los cables de polietileno reticulado (XLPE).

Una vez conocidos los datos anteriores, hay que ir a la tabla correspondiente según el tipo de línea que se trate (ITC-BT-07 o ITC-BT-19), para este caso la tabla 5 de la ITC-BT-07 para conductores de cobre en instalación enterrada:

SECCIÓN NOMINAL mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Según el método de instalación, para este caso enterrado bajo tubo, teniendo en cuenta la intensidad de diseño calculada anteriormente, se elegirá un conductor con una intensidad máxima admisible en servicio permanente superior a ésta.

A este valor de intensidad máxima en servicio permanente se le deberá aplicar un factor de corrección, si corresponde, indicado por el REBT, el cual reducirá la intensidad máxima que admite el conductor en servicio permanente. Siendo para este caso, como los conductores irán juntos en el interior del mismo tubo, se le aplica un factor de corrección de 0,8:

$$I_Z = 480A \times 0{,}8 = 384\ A$$

Con esto ya se puede decir que el por criterio térmico el cable elegido de 185 mm² es adecuado para la intensidad que pasará por la línea:

$$I_Z \geq I_B$$

1.2.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

En este paso se comprobará que la caída de tensión máxima del circuito no sobrepase a la establecida por el REBT.

Para ello se tendrá en cuenta potencia que circulará por el circuito, la longitud de la línea, la tensión nominal de la misma, la sección de los conductores elegida en el paso anterior y la conductividad del cobre:

$$e(\%) = \frac{P \times L}{\gamma \times S \times U^2} \times 100 = \frac{270{,}3 \times 10^3 \ \times 24}{45{,}49 \times 185 \times 400^2} \times 100 = 0{,}48\%$$

El valor de conductividad del cobre se obtiene del apartado 1.1.2.5 de la MEMORIA DESCRIPTIVA, eligiendo el dado para una temperatura del conductor de 90°C, siendo éste el más desfavorable.

El REBT exige para instalaciones de un único usuario, una caída de tensión máxima del 3% para alumbrado y del 5% para demás usos, con lo que el resultado obtenido es definitivo para considerar el conductor elegido apto para utilizarse en esta instalación.

1.2.1.4 RESUMEN DE LAS LÍNEAS

Siguiendo lo establecido en la ITC-BT-25, se ha seleccionado la sección mínima permitida según el circuito.

DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS DEL CUADRO SECUNDARIO DE OFICINAS											
Circuito	**Potencia demandada**	**Tensión**	**Longitud (m)**	**Material**	**Sección (mm^2)**	**Aislante**	**Factor de corrección**	**In (A)**	**Ib (A)**	**Iz (A)**	**c.d.t. (%)**
AL1	2 kW	Mono	19	Cobre	1,5	XLPE	0,6	8,7	8,7	12,6	2,11
TC1	2,1 kW	Mono	20	Cobre	2,5	XLPE	0,6	9,1	9,1	17,4	1,40
TC2	2,1 kW	Mono	20	Cobre	2,5	XLPE	0,6	9,1	9,1	17,4	1,40
A/C1	1,5 kW	Mono	15	Cobre	2,5	XLPE	1,1/0,6	6,5	7,2	17,4	0,75
ALD	1,6 kW	Mono	21	Cobre	1,5	XLPE	0,6	7,0	7,0	12,6	1,86
TCD	3,1 kW	Mono	24	Cobre	2,5	XLPE	0,6	13,5	13,5	17,4	2,47
A/CD	5 kW	Mono	21	Cobre	6	XLPE	1,1/0,6	21,7	23,9	29,4	1,45
ALB	0,1 kW	Mono	10	Cobre	1,5	XLPE	0,6	0,4	0,4	12,6	0,06
TCB	0,4 kW	Mono	15	Cobre	2,5	XLPE	0,6	1,7	1,7	17,4	0,20
TCK	0,5 kW	Mono	15	Cobre	2,5	XLPE	0,6	2,2	2,2	17,4	0,25

Siendo la descripción de los circuitos la siguiente:

- AL1: Alumbrado sala grande.
- TC: Toma de enchufes puestos de trabajo.
- A/C1: Aire acondicionado sala grande.

- ALD: Alumbrado despachos.
- TCD: Toma de enchufes despachos.
- A/CD: Aire acondicionado despacho.
- ALB: Alumbrado baños, y rack.
- TCB: Tomas de enchufe baños.
- TCK: Toma de enchufes rack.

DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS DEL CUADRO GENERAL											
Circuito	**Potencia demandada**	**Tensión**	**Longitud (m)**	**Material**	**Sección (mm2)**	**Aislante**	**Factor de corrección**	**In (A)**	**Ib (A)**	**Iz (A)**	**c.d.t. (%)**
CSO	18,4 kW	Mono	5	Cobre	16	XLPE	0,8	80	80	91,0	0,48
CSL1	15,6 kW	Tri	20	Cobre	6	XLPE	0,8	25	25	39,2	0,71
CSL2	15,6 kW	Tri	20	Cobre	6	XLPE	0,8	25	25	39,2	0,71
CSL3	15,6 kW	Tri	20	Cobre	6	XLPE	0,8	25	25	39,2	0,71
CSL4	15,6 kW	Tri	20	Cobre	6	XLPE	0,8	25	25	39,2	0,71
ALL	1,5 kW	Mono	18	Cobre	1,5	XLPE	0,8	6,5	6,5	16,8	1,50
TCL	1 kW	Mono	21	Cobre	2,5	XLPE	0,8	4,1	4,1	23,2	0,70
A/CL	1,5 kW	Mono	15	Cobre	2,5	XLPE	1,1/0,8	6,5	7,2	23,2	0,75
ALC	0,4 kW	Mono	20	Cobre	1,5	XLPE	0,8	1,5	1,5	16,8	0,44
TCC	0,9 kW	Mono	30	Cobre	2,5	XLPE	0,8	3,9	3,9	23,2	0,90
ALS	1 kW	Mono	20	Cobre	1,5	XLPE	0,8	4,3	4,3	16,8	1,11
TCS	1,4 kW	Mono	30	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,1	6,1	23,2	1,40
ALN1	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN2	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN3	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN4	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN5	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN6	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN7	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
ALN8	1 kW	Mono	75	Cobre	2,5	XLPE	0,8	6,3	6,3	26,4	2,74
CSPT	9,2 kW	Mono	54	Cobre	10	XLPE	0,8	40	40	45,6	4,13
CSIN	28 kW	Tri	80	Cobre	10	XLPE	0,8	44,9	44,9	45,6	3,08
CSB	12 kW	Tri	60	Cobre	2,5	XLPE	0,8	19,2	19,2	54,4	3,96
CSL	30 kW	Tri	90	Cobre	10	XLPE	0,8	48,1	48,1	23,2	3,71
PME1	2 kW	Mono	90	Cobre	4	XLPE	0,8	8,7	8,7	54,4	3,74
PME2	2 kW	Mono	40	Cobre	2,5	XLPE	0,8	8,7	8,7	36,0	2,66
CLM1	19,7 kW	Tri	69	Cobre	10	XLPE	1,1/0,8	31,6	34,8	26,4	1,87
CLM2	19,7 kW	Tri	69	Cobre	10	XLPE	1,1/0,8	31,6	34,8	54,4	1,87
COM	50 kW	Tri	40	Cobre	25	XLPE	1,25/0,9	80,2	100	54,4	1,10
SCM	0,5 kW	Mono	20	Cobre	1,5	XLPE	0,8	2,3	2,3	104,	0,55
EME	0,02 kW	Mono	90	Cobre	1,5	XLPE	0,8	0,1	0,1	16,8	0,08

Siendo la descripción de los circuitos la siguiente:

- CSO: Cuadro secundario oficinas.
- CSL: Cuadro secundario laboratorio.
- ALL: Alumbrado laboratorio.
- TCL: Tomas de enchufe laboratorio.
- A/CL: Aire acondicionado laboratorio.
- ALC: Alumbrado cocina, baños, vestíbulo.
- TCC: Toma de enchufe cocina, baños, vestíbulo.
- ALS: Alumbrado almacén SAT y Hall.
- TCS: Tomas de enchufe almacén SAT y Hall.
- ALN: Alumbrado nave.
- CSPT: Cuadro secundario puestos de trabajo.
- CSIN: Cuadro secundario testeo.
- CSB: Cuadro secundario carga de baterías.
- CSL: Cuadro secundario línea baterías.
- PME: Puertas metálicas.
- CLM: Climatización evaporativa.
- COM: Compresor.
- SCM: Portero, teléfonos…
- EME: Emergencias.

1.2.2 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

1.2.2.1 ESTIMACIÓN DE LAS IMPEDANCIAS

Para empezar, se debe a hacer un estudio previo para conocer las impedancias equivalentes y de esta manera poder hallar las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas de la instalación.

Como datos de la red se tomarán:

_Potencia de cortocircuito de la red:

- S_{Kq}= 350 MVA

_Datos del transformador:

- S_N= 400 KVA
- U_N= 400 V
- ε_{cc} (%)= 4 %
- P_{Cu}= 4600 W

Cálculo de la impedancia equivalente de la Red (Z_L, X_L, R_L):

$$Z_q = 1{,}1 \times \frac{{U_N}^2}{1000 \times S_{kq}} = 1{,}1 \times \frac{400^2}{1000 \times 350} = 0{,}503\ m\Omega$$

$$X_q = 0{,}0995 \times Z_L = 0{,}53\ m\Omega$$

$$R_q = 0{,}1 \times X_L = 0{,}053\ m\Omega$$

Cálculo de la impedancia equivalente del Transformador, referida a 400V (secundario):

$$\mathcal{E}_{cc} = \sqrt{{\mathcal{E}_{X_{cc}}}^2 + {\mathcal{E}_{R_{cc}}}^2} \rightarrow \mathcal{E}_{X_{cc}} = \sqrt{{\mathcal{E}_{cc}}^2 - {\mathcal{E}_{R_{cc}}}^2} = \sqrt{4^2 - 1{,}15^2 =}\ 3{,}83\ \%$$

$$X_{cc} = \frac{\mathcal{E}_{X_{cc}}(\%) \times {U_N}^2}{100 \times S_N} = \frac{3{,}83 \times 400^2}{100 \times 400} = 15{,}3\ m\Omega$$

$$R_{cc} = \frac{\mathcal{E}_{R_{cc}}(\%) \times {U_N}^2}{100 \times S_N} = \frac{1{,}15 \times 400^2}{100 \times 400} = 4{,}6\ m\Omega$$

Cálculo de la impedancia en bornes del secundario del transformador:

$$\mathrm{Z}_{cc} = \sqrt{(\mathrm{R}_{cc} + \mathrm{R}_q)^2 + (\mathrm{X}_{cc} + \mathrm{X}_q)^2} = \sqrt{(4{,}6 + 0{,}053)^2 + (15{,}3 + 0{,}53)^2} = 16{,}5\ m\Omega$$

Cálculo de la impedancia de la línea que alimenta el cuadro general :

$$R_{f20°\mathrm{C}} = \frac{\rho_{20°\mathrm{C}} \times L}{n \times S} = \frac{0{,}0172 \times 24}{1 \times 185} = 2{,}23\ m\Omega$$

$$R_{n20°\mathrm{C}} = R_{f20°\mathrm{C}} = 2{,}23\ m\Omega$$

$$X_f = \frac{\lambda \times L}{n \times 1000} = \frac{0{,}08 \times 24}{1 \times 1000} = 1{,}92\ m\Omega$$

$$X_n = X_{fL} = 1{,}92\ m\Omega$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_f + \mathrm{R}_{cc} + \mathrm{R}_q)^2 + (X_f + \mathrm{X}_{cc} + \mathrm{X}_q)^2} = 19{,}04\ m\Omega$$

$$Z_{cc+N} = \sqrt{(R_f + R_n + \mathrm{R}_{cc} + \mathrm{R}_q)^2 + (X_f + X_n + \mathrm{X}_{cc} + \mathrm{X}_q)^2} = 21{,}7\ m\Omega$$

1.2.2.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE LAS LÍNEAS

Una vez calculadas las impedancias que habrá desde el transformador hasta el cuadro general de la instalación, las intensidades de cortocircuito calculadas son:

$$I_{k3} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_{cc}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 19{,}04} = 12.1\ kA$$

Siendo I_{k3} la máxima intensidad que habrá en el este punto cuando se tenga un cortocircuito trifásico.

$$I_{k1} = \frac{U}{Z_{cc+N}} = \frac{230}{21{,}7} = 10{,}6\ kA$$

Siendo I_{k1} la máxima intensidad que habrá en el este punto cuando se tenga un cortocircuito monofásico.

Los valores anteriores servirán para determinar los dispositivos de protección de los circuitos que se alojen en el cuadro general de la instalación, debiendo de tener un poder de corte superior a los valores de I_{k3} y de I_{k1} según corresponda a un circuito trifásico o monofásico.

Así mismo, se deberá de tener en cuenta la temperatura que alcanzará el conductor cuando se produce un cortocircuito, a fin de comprobar que el dispositivo de protección sea capaz de cortar el circuito en un tiempo no superior al máximo admitido por el cable en régimen de cortocircuito antes de llegar a su valor de temperatura máximo:

$$t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 = \left(143 \times \frac{185}{10600}\right)^2 = 6{,}23\ segundos$$

Con lo cual, para este conductor tardará 6,23 segundos en alcanzar la temperatura máxima de cortocircuito admisible. El tiempo nunca será inferior a 0,1 segundos.

Los valores de K y de temperatura admisible en cortocircuito según el tipo de cable están indicadas en el apartado 1.1.2.6 de la MEMORIA DESCRIPTIVA.

De la misma manera, los siguientes cálculos corresponderán a las corrientes de cortocircuito mínimas que tendrán que detectar los dispositivos de protección alojados en el cuadro general:

Circuito	Z (mΩ)	I_{k1} (kA)	Tiempo admisible de cortocircuito
CSO	28,5	0,5	0,1
CSL1,2,3,4	125,9	1,8	0,2
ALL	422,5	1,1	0,2
TCL	299,0	0,5	0,2
A/CL	216,6	0,5	0,1
ALC	468,3	0,5	0,2
TCC	422,6	0,5	0,4
ALS	468,3	0,2	0,2
TCS	422,6	0,2	0,4
ALN1	1041,6	0,2	2,6
ALN2	1041,6	0,2	2,6

ALN3	1041,6	0,2	2,6
ALN4	1041,6	0,2	2,6
ALN5	1041,6	0,2	2,6
ALN6	1041,6	0,2	2,6
ALN7	1041,6	0,7	2,6
ALN8	1041,6	0,7	2,6
CSPT	320,0	0,8	1,4
CSIN	320,0	0,3	1,4
CSB	286,2	0,7	3,2
CSL	835,2	0,3	1,7
PME1	320,5	0,4	4,0
PME2	783,9	0,9	3,8
CLM1	560,1	0,9	0,8
CLM2	248,4	3,3	2,4
COM	248,4	0,5	2,4
SCM	69,2	0,5	1,2
EME	468,3	0,8	0,2
AL1	422,5	0,5	0,2
TC1	299,0	0,8	0,2
TC2	216,6	0,8	0,2
A/C1	468,3	1,1	0,1
ALD	422,6	0,5	0,2
TCD	468,3	0,7	0,3
A/CD	422,6	1,9	0,2
ALB	1041,6	1,0	0,1
TCB	1041,6	1,1	0,1
TCK	1041,6	1,1	0,1

Para estos circuitos solo se ha especificado el valor de la intensidad de cortocircuito monofásico (I_{k1}) ya que es la más pequeña que se podrá dar, en cualquier caso, no siendo necesario especificar la intensidad de cortocircuito entre dos fases (I_{k2}).

1.2.3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.2.3.1 ENERGÍA DEMANDADA

Se ha realizado un análisis de los consumos de la nave a lo largo de cada día de cada mes en intervalos de 15 minutos. Para ello se han tomado para todos los meses del año tres días tipo que son, día con jornada completa, de media jornada y día festivo. Todos los meses se demanda la misma energía para cada día tipo, ya que lo que puede llegar a ser significante de un mes a otro son el uso de los aires acondicionados y en este caso están todo el año encendidos. Los aparatos que se han tenido en cuenta son los que están en uso de forma habitual, no considerando los puntuales como puede ser alguna radial, motores de puertas, etc. puesto que al tener de respaldo la red eléctrica no es crítico, ya que si de otra forma se hubiera considerado en los cálculos serían picos de potencia que de todas formas no interesaría cubrir porque se dimensionaría mucho la instalación y por consecuente, se desaprovecharía la energía generada por la instalación.

A continuación, se muestra una tabla con los consumos según el día de cada mes:

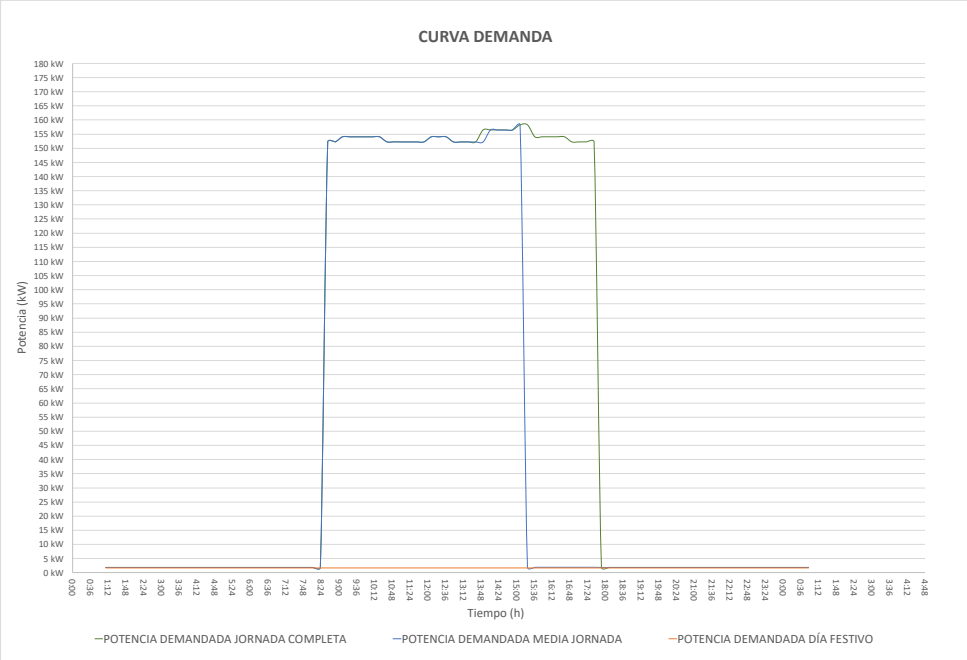
Tabla 24. Consumos de los días tipo de todos los meses del año.

Hora	Jornada completa	Media jornada	Día festivo
8:37:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
8:52:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
9:07:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
9:22:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
9:37:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
9:52:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
10:07:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
10:22:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
10:37:00	152,246 kW	152,246 kW	1,8744 kW
10:52:00	152,246 kW	152,246 kW	1,8744 kW
11:07:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
11:22:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
11:37:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
11:52:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW

12:07:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
12:22:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
12:37:00	154,016 kW	154,016 kW	1,8744 kW
12:52:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
13:07:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
13:22:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
13:37:00	152,216 kW	152,216 kW	1,8744 kW
13:52:00	156,441 kW	152,216 kW	1,8744 kW
14:07:00	156,441 kW	156,441 kW	1,8744 kW
14:22:00	156,441 kW	156,441 kW	1,8744 kW
14:37:00	156,441 kW	156,441 kW	1,8744 kW
14:52:00	156,441 kW	156,441 kW	1,8744 kW
15:07:00	158,241 kW	158,241 kW	1,8744 kW
15:22:00	158,241 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
15:37:00	154,016 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
15:52:00	154,016 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
16:07:00	154,016 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
16:22:00	154,016 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
16:37:00	154,016 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
16:52:00	152,216 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
17:07:00	152,216 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
17:22:00	152,216 kW	1,9244 kW	1,8744 kW
17:37:00	152,216 kW	1,9244 kW	1,8744 kW

Con estos datos se obtiene la curva de demanda diaria para todos los meses del año:

Gráfica 1. Curva de demanda diaria para todos los meses del año.



1.2.3.2 ENERGÍA PRODUCIDA

Con la ayuda de la página web PVGIS del IDAE se obtendrán los valores de radiación de la zona, eligiendo una inclinación y orientación para que proporcione la máxima radiación solar posible.

Primero de todo, el PVGIS nos proporciona el ángulo óptimo para obtener los valores de radiación más altos, que para la zona donde se encuentra la instalación, indica que dicho ángulo es de 36º. Aunque la página web indica ese ángulo, se obtendrán los valores de radiación para un ángulo de 30º ya que las estructuras donde irán fijadas las placas solares tienen unos ángulos de inclinación estándar de 30º. Así mismo, la orientación de las placas se pondrá mirando al Sur. Los valores que se obtendrán del PVGIS serán los de irradiancia media diaria en W/m2, para cada mes del año, en intervalos de 15 minutos, siendo estos los siguientes:

Tabla 25. Radiación diaria de cada mes.

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4:52						19						
5:07						32	24					
5:22					36	45	36					
5:37					50	57	48	29				
5:52				36	64	72	62	42				
6:07				62	97	106	95	70	27			
6:22			79	97	135	144	134	106	56			
6:37			133	138	177	187	177	148	92			
6:52			185	184	222	233	225	195	136	70		
7:07		79	238	233	270	282	276	244	183	121		
7:22		133	291	283	318	332	328	296	234	172	75	
7:37	97	185	343	334	367	382	382	350	287	224	130	63
7:52	154	238	393	385	416	433	436	404	341	277	181	109
8:07	205	291	442	436	464	483	489	457	394	329	232	164
8:22	256	343	487	485	511	533	542	510	447	381	282	213
8:37	305	393	530	533	556	580	593	561	499	430	331	262
8:52	352	442	570	578	600	626	643	610	548	478	378	308
9:07	396	487	606	621	641	670	690	657	595	522	421	352
9:22	437	530	638	662	679	711	734	702	639	564	463	393
9:37	475	570	667	699	715	749	775	743	680	603	500	432
9:52	510	606	692	733	748	784	813	780	718	639	535	467
10:07	541	638	713	764	777	815	848	814	752	670	566	498
10:22	569	667	730	791	803	843	878	845	782	699	594	526
10:37	593	692	743	815	825	868	904	871	808	723	618	550

10:52	613	713	751	835	844	888	927	893	830	743	638	570
11:07	629	730	755	851	860	905	945	911	848	760	654	586
11:22	641	743	755	863	871	917	958	924	862	772	666	599
11:37	650	751	751	871	879	925	967	933	870	780	674	607
11:52	654	755	743	875	883	930	972	938	875	785	678	611
12:07	654	755	730	875	883	930	972	938	875	785	678	611
12:22	650	751	713	871	879	925	967	933	870	780	674	607
12:37	641	743	692	863	871	917	958	924	862	772	666	599
12:52	629	730	667	851	860	905	945	911	848	760	654	586
13:07	613	713	638	835	844	888	927	893	830	743	638	570
13:22	593	692	606	815	825	868	904	871	808	723	618	550
13:37	569	667	570	791	803	843	878	845	782	699	594	526
13:52	541	638	530	764	777	815	848	814	752	670	566	498
14:07	510	606	487	733	748	784	813	780	718	639	535	467
14:22	475	570	442	699	715	749	775	743	680	603	500	432
14:37	437	530	393	662	679	711	734	702	639	564	463	393
14:52	396	487	343	621	641	670	690	657	595	522	421	352
15:07	352	442	291	578	600	626	643	610	548	478	378	308
15:22	305	393	238	533	556	580	593	561	499	430	331	262
15:37	256	343	185	485	511	533	542	510	447	381	282	213
15:52	205	291	133	436	464	483	489	457	394	329	232	164
16:07	154	238	79	385	416	433	436	404	341	277	181	109
16:22	97	185	40	334	367	382	382	350	287	224	130	63
16:37	52	133	230	283	318	332	328	296	234	172	75	12
16:52		79	177	233	270	282	276	244	183	121	16	
17:07		40	127	184	222	233	225	195	136	70		
17:22			82	138	177	187	177	148	92	34		
17:37			42	97	135	144	134	106	56			
17:52			14	62	97	106	95	70	27			
18:07				36	64	72	62	42	9			
18:22				21	50	57	48	29				
18:37					36	45	36	14				
18:52					22	32	24					
19:07						19	11					
19:22						5						

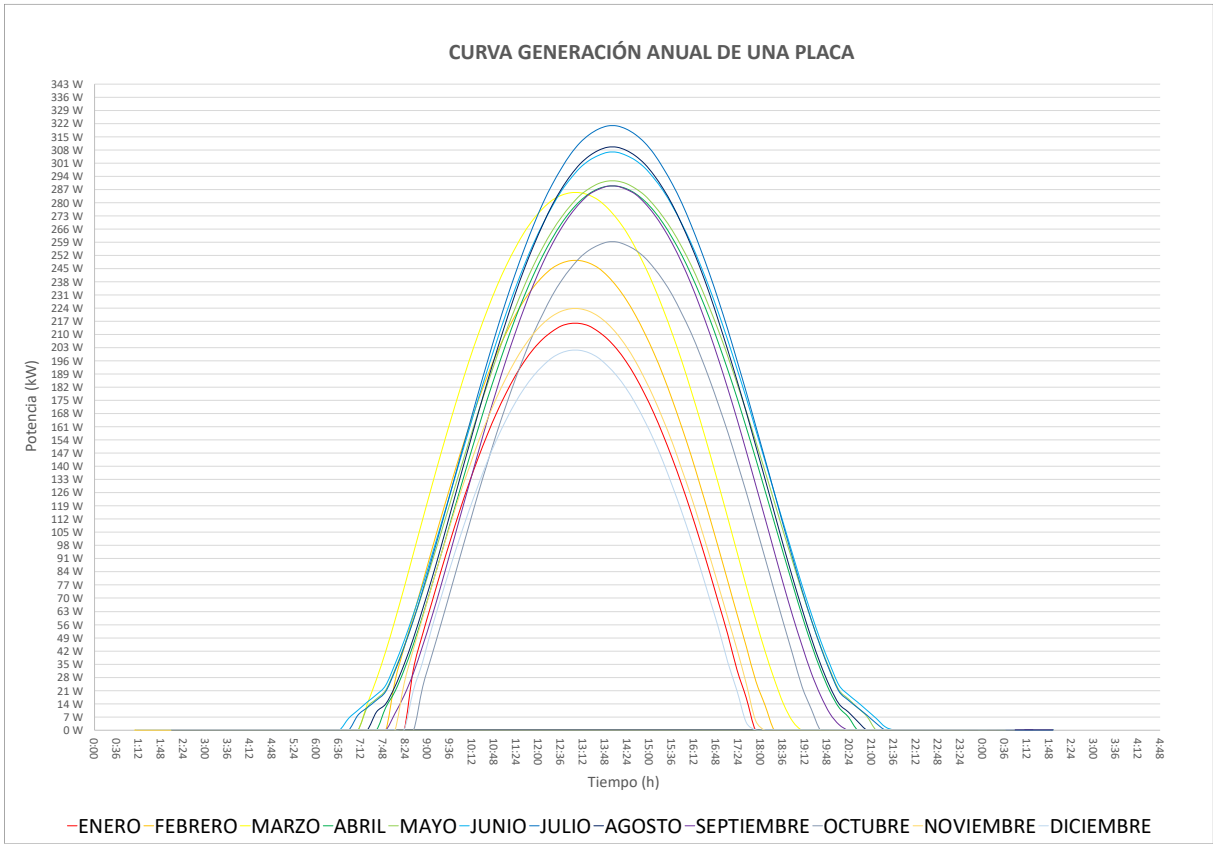
Estos valores, el PVGIS los ofrece respecto al horario internacional UTC que, para adaptarlos al horario de España, se tendrán que sumar una hora a los meses de invierno (enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre) y dos horas a los meses de verano (abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre).

Ahora, con la potencia pico de la placa que se va a instalar, se multiplicará por la radiación que hay cada cuarto de hora durante todo el día, luego, como la potencia que indica el fabricante que entrega la placa es considerando una irradiancia de 1000 W/m2, hay que ver que potencia entrega esa misma placa para la irradiancia que dice el PVGIS que se va a tener, por eso, se dividirá entre 1000, obteniendo así la potencia que producirá una placa en un determinado momento del día y para una determinada radiación.

$$Potencia\ de\ la\ placa = \frac{radiación\ solar \times Potencia_{pico-placa}}{1000}$$

Finalmente, aplicando lo dicho, se obtienen las curvas de producción de todos los meses del año para una placa de 330 W pico:

Gráfica 2. Producción diaria de una placa en todos los meses del año.



1.2.3.3 PLACAS A INSTALAR

Para determinar el número de placas a instalar, la idea principal era el seleccionar un número de paneles que además de cubrir la mayor cantidad de energía demandada por la nave, los excedentes que haya, sobre todo por los días en que se trabaja media jornada y los días festivos, no sobrepasen su precio al precio de la energía que facturemos en los momentos del día en que la producción de fotovoltaica es nula o insuficiente como para satisfacer la demanda. Esto es, que el precio al que se pagan los excedentes que se tienen en un mes, no tiene que ser mayor a el precio que se pagará por la energía consumida de la red por la nave en un mes, de lo contrario, no se penaliza, pero solo se pagará hasta el precio que se pague de la energía consumida de la red, esto significa que a partir de ese punto la instalación empezaría a desaprovechar energía.

Este era el punto de partida para seleccionar el número de placas, pero por el espacio disponible de la nave, solo es posible ocupar dos de las superficies de los dos tejados a dos aguas de que se dispone, no pudiendo utilizar dos caras de los tejados porque la inclinación del mismo produciría sombras en las placas que se colocaran sobre él.

Dicho esto, la elección del número de placas en función del espacio disponible es de 234. Al igual que anteriormente se ha calculado la producción de una placa para cada mes del año, en este caso solo hay que tener en cuenta que hay que multiplicar esa misma producción por el número de placas total de la instalación, de ese modo, se obtiene la producción mensual de la instalación para cada mes del año.

En este caso, también se tendrán en cuenta las pérdidas que se producen en la instalación a causa de suciedad en las placas, temperatura, punto de máxima potencia, etc., las cuales se les pueden dar un valor de un 18 %, teniendo así la garantía de que la instalación producirá lo que se ha calculado.

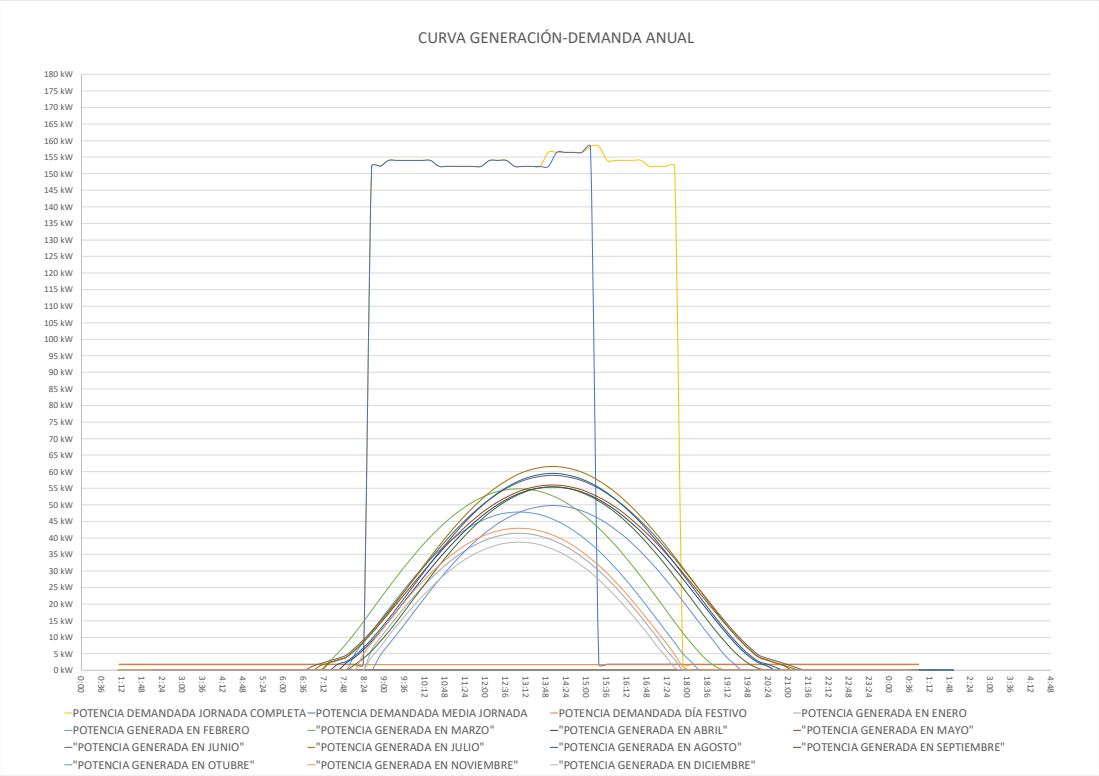
La fórmula a utilizar para calcular la producción de toda la instalación fotovoltaica es:

$$Producción\ de\ la\ instalación = \frac{radiación\ solar \times Potencia_{pico-placa} \times Nº\ de\ placas}{1000} \times 0{,}82$$

Esta fórmula se aplica para cada mes del año, porque cada uno tiene una radiación diferente, con lo que para la misma cantidad de placas instaladas no producirá lo mismo en un mes donde se tiene más radiación que cuando se tiene menos.

A continuación, se presenta una gráfica con todas las curvas de producción de cada mes y la de demanda superpuestas en una sola, para tener a simple vista la producción anual de la instalación:

Gráfica 3. Curva de generación-demanda de toda la instalación.



1.2.3.4 DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS

El techo de la nave donde se colocarán las placas, presenta un tejado de chapa metálica a dos aguas, sujetado con vigas de hormigón. En estas vigas es donde se fijarán las estructuras que sujetarán los paneles. Estas estructuras se dispondrán de forma para que las placas no se hagan sombra entre ellas.

El ángulo de inclinación de las placas será de 30º, puesto que los cálculos de producción realizados anteriormente están para esa inclinación, y con orientación hacia el Sur.

Configuración serie-paralelo

Para hacer una configuración adecuada de la instalación, habrá que tener en cuenta diferentes valores recogidos de la hoja de características de las placas y del inversor a instalar.

- Las características de las placas solares son:
  - Potencia pico: 330 W
  - Tensión pico: 38,3 V
  - Intensidad pico: 8,61 A
  - Tensión en circuito abierto: 46 V

- Intensidad de cortocircuito: 9,11 A

- Y las características el inversor:
  - Potencia nominal: 33 kW
  - Rango pot. campo FV: 34-45 kW
  - Rango de tensión por MPPT: 560-820 V
  - Corriente máxima de entrada por MPPT: 61 A
  - Tensión máxima de entrada: 1000 V

Tomando el valor de potencia pico de la placa se puede calcular el número máximo de placas que se puede instalar en el inversor:

$$Nº\ máximo\ de\ placas = \frac{45000}{330} = 136.4 \rightarrow 136\ paneles$$

Como la instalación consta de 234 placas en total, poniendo dos inversores en paralelo serviría, no completando con más placas hasta llegar al máximo de potencia admitida puesto que como se ha indicado anteriormente, no hay más espacio disponible.

Para decidir la configuración serie-paralelo se utiliza la tensión de entrada del inversor, que tiene un rango de trabajo que puede situarse entre 560 V y 820 V por MPPT, que en este caso es uno. Se sabe además que la tensión máxima de entrada es de 1000V.

El número de placas para trabajar en óptimas condiciones dentro del rango de la tensión de trabajo en c.c. es:

$$Número\ máximo\ de\ placas\ en\ serie\ por\ cada\ inversor = \frac{820}{38{,}3} = 21.4 \rightarrow 21\ placas$$

Este es el primer límite superior de número de placas serie. El segundo valor límite de placas viene definido por el cociente entre la tensión máxima que admite la entrada del inversor y la tensión de vacío de la placa:

$$Número\ límite\ de\ placas\ en\ serie\ por\ cada\ inversor = \frac{1000}{46} = 21.7 \rightarrow 21\ placas$$

Se elegirá el número de placa más restrictivo, es decir, el menor número de placas de los dos resultados anteriores, siendo en este caso el mismo de 21 placas en serie por MPPT.

El número de líneas máximo que se puede poner en paralelo será el cociente entre el total de placas que admite cada inversor y el número de placas serie por MPPT:

$$Número\ de\ líneas\ en\ paralelo\ por\ MPPT = \frac{136}{21} = 6.47 \rightarrow 6\ líneas$$

La configuración final de la instalación es de 6 líneas en paralelo con 21 placas serie para un inversor y de 6 líneas en paralelo con 18 líneas en serie para el otro, lo que hace un total de:

$$Nº\ total\ de\ placas = (21 \times 6) + (18 \times 6) = 234\ placas$$

Se ha de comprobar que no se superan los 61 amperios máximos a la entrada de los inversores que dice el fabricante:

$$I_{máxima} = I_{pico} \times Nº\ líneas\ en\ paralelo = 9{,}11 \times 6 = 54.66\ A$$

La tensión pico de trabajo será:

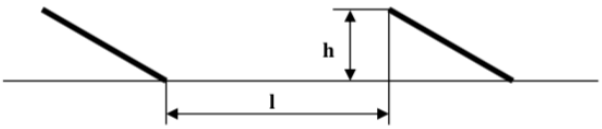
$$V_{pico-inversor\ 1} = V_{pico\ de\ la\ placa} \times Nº\ placas\ en\ serie = 38{,}3 \times 21 = 804{,}3\ V$$

$$V_{pico-inversor\ 2} = V_{pico\ de\ la\ placa} \times Nº\ placas\ en\ serie = 38{,}3 \times 18 = 689.4\ V$$

La corriente máxima para los dos inversores es correcta, siendo inferior a la máxima admitida. Y la tensión de trabajo es correcta ya que está entre los valores del inversor que son 560-820 V.

Espacio ocupado por las placas

Teniendo en cuenta que las medidas de la placa a instalar son 1996 x 992 x 40 mm, la distancia mínima entre una fila y otra para que no se den sombra entre ellas es función de la altura relativa entre una fila y la siguiente y de la latitud del lugar donde está ubicada la instalación:



$$l = k \times h$$

Donde k tiene un valor de 2,475 para la latitud correspondiente a España.

Para determinar la distancia l (distancia entre placas), sabiendo que el ángulo de inclinación de las placas es de 30º y considerando que la altura de la placa es de 2 metros:

$$h = 2 \times \sin 30 = 1\ metro$$

$$l = 2{,}475 \times 1 = 2{,}5\ metros$$

Luego el ancho ocupado por cada fila de placas será:

$$Ancho\ de\ cada\ fila = 1 + Plano\ horizontal\ de\ la\ placa = 2{,}5 + (2 \times \cos 30) = 4{,}23\ metros$$

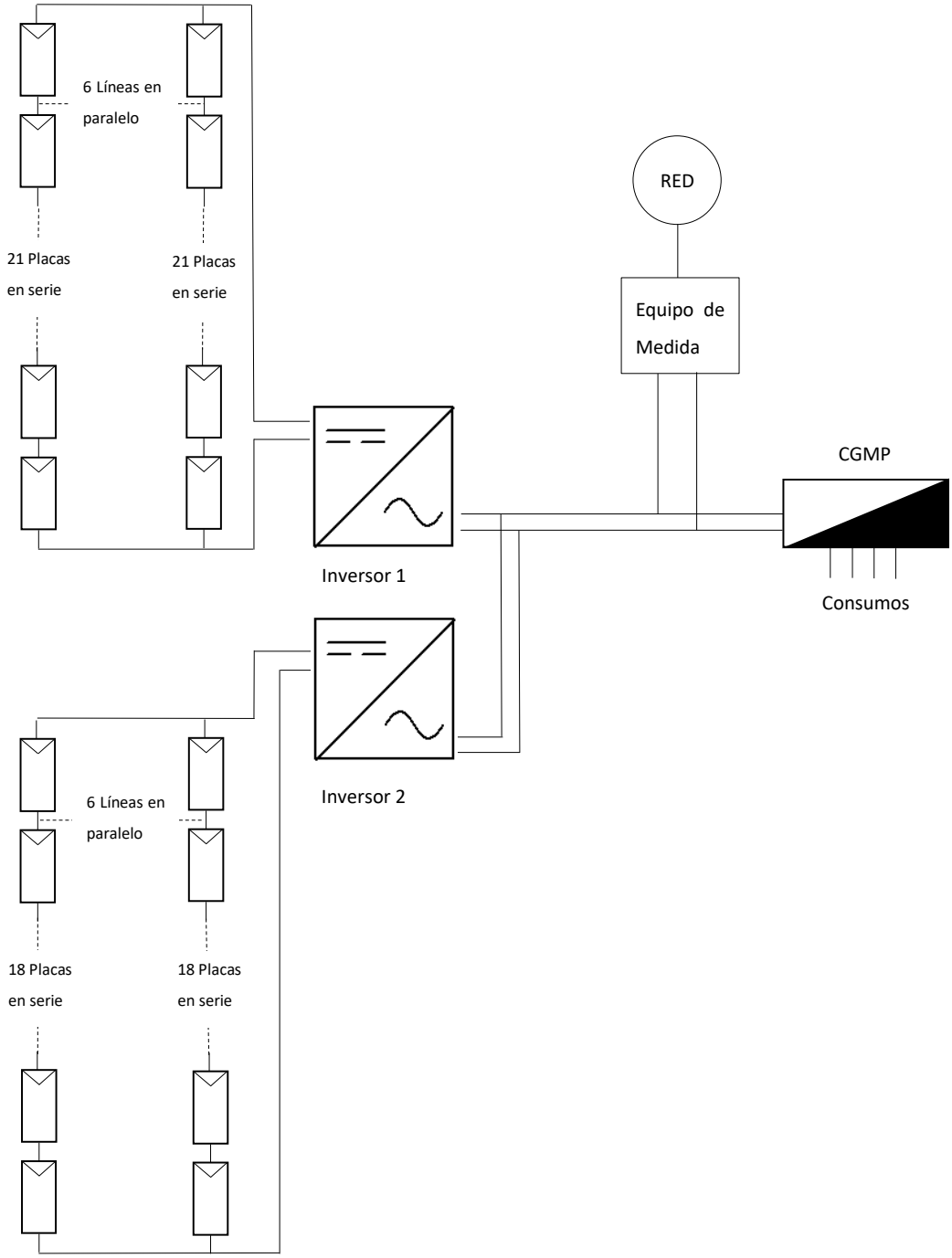
Como son 234 placas, se utilizarán 14 estructuras en una de las caras de los dos tejados y 12 otra cara del otro tejado, con capacidad para 9 paneles cada una, de modo que el espacio utilizado por las placas en cada tejado será de:

$$Espacio\ utilizado\ por\ las\ placas_{Tejado\ 1} = 14 \times 4{,}23 = 59\ metros\ de\ largo$$

$$Espacio\ utilizado\ por\ las\ placas_{Tejado\ 2} = 12 \times 4{,}23 = 50.8\ metros\ de\ largo$$

$$Espacio\ utilizado\ por\ las\ placas = 9 \times 1 = 9\ metros\ de\ ancho$$

Esquema general



1.2.3.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Protecciones

Partiendo de lo que se desarrolla en el Real Decreto, "todos los generadores para suministro con autoconsumo con excedentes y los generadores para suministro con autoconsumo sin excedentes de más de 2,3 kVA, se conectarán a la instalación interior a través de un circuito independiente y dedicado, partiendo del cuadro general de mando y protección de la instalación interior", se pondrá en el cuadro general de protecciones de la nave un MCB trifásico de 100 Amperios, teniendo en cuenta que la máxima potencia que generará la instalación fotovoltaica al año en un instante es de 61,55 kW, para poder cortar en algún momento determinado la línea que viene desde el inversor hacia el cuadro general. Dicha línea según el REBT ITC-BT-19 será de cable multipolar de 25 mm2.

Para proteger los cables que van desde las placas hasta el inversor, se colocarán 12 fusibles, uno por cada conductor positivo que viene de las placas hacia cada inversor, con una I_N de al menos 1,13 veces la intensidad nominal que circulará por los cables. Además, su intensidad de fusión será 1,45 veces la intensidad nominal que circula por el conductor y su tensión nominal 1,2 veces la tensión de trabajo de la instalación.

Con lo cual se elegirán unos fusibles de tipo gPV con una I_N de al menos 9,73 A, con una tensión nominal de al menos 965,16 V y una intensidad de fusión de 12,5 A.

Cableado

Los cables que unirán las placas con el inversor, según el REBT ITC-BT-40, "los cables de conexión se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión de la red de distribución Pública o la instalación de interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal".

Con lo que la máxima intensidad que circulará por los cables será la intensidad de cortocircuito, que aplicando el factor de corrección:

$$I = 9{,}11 \times 1{,}25 = 11{,}4\ A$$

Con este valor de intensidad, según la Tabla 1 de la ITC-BT-19, como el cableado irá sobre bandeja perforada, valdría con un cable de 1,5 mm^2.

Y para cumplir con la caída de tensión que indica el reglamento habrá que poner como mínimo, para la longitud más desfavorable, la siguiente sección de cable:

$$S = \frac{2 \times I \times L}{\gamma \times e} = \frac{2 \times 11{,}4 \times 55}{45{,}49 \times 0{,}015 \times 804{,}3} = 2{,}25\ mm^2$$

La elección final será un cable de 4 mm^2 0,6/1kV, sobredimensionando la instalación para una mayor seguridad de un funcionamiento correcto.

Puesta a tierra

El esquema de puesta a tierra será el TT, conectándose las masas de las estructuras y del inversor a la tierra que tiene la nave.

La sección de los conductores de tierra será de 16 mm^2.

1.2.3.6 GENERACIÓN, FACTURACIÓN Y AHORRO

Para determinar la facturación de la nave sin la instalación fotovoltaica se han tenido en cuenta el tipo de discriminación horaria que tenían contratada, siendo esta una 3P, así como la previsión de consumos en periodos de 15 minutos indicados en puntos anteriores. En la tabla siguiente se exponen los kWh facturados en la nave por cada mes sin instalación fotovoltaica:

Tabla 26. Facturación sin PV.

MES	Periodos de Facturación		
	P	LL	V
ENE	290,5 kWh	29974,8 kWh	522,9 kWh
FEB	209,9 kWh	25601,6 kWh	524,8 kWh
MAR	232,4 kWh	25759,1 kWh	581,1 kWh
ABR	9341,7 kWh	5847,2 kWh	6098,1 kWh
MAY	12387,1 kWh	7745,7 kWh	7464,4 kWh
JUN	11164,6 kWh	6982,9 kWh	6974,6 kWh
JUL	13569,1 kWh	8502,8 kWh	1471,1 kWh
AGO	12977,1 kWh	8124,2 kWh	1431,8 kWh
SEP	12988,6 kWh	8118,6 kWh	8230,7 kWh
OCT	14212,1 kWh	8881,4 kWh	9100,1 kWh
NOV	224,9 kWh	26765,1 kWh	562,3 kWh
DIC	232,4 kWh	23329,1 kWh	581,1 kWh

Una vez la instalación fotovoltaica instalada, la energía que generan las placas en cada periodo de facturación de cada mes:

Tabla 27. Generación de PV.

MES	Periodos de Facturación		
	P	LL	V
ENE	0 kWh	5646,4 kWh	0 kWh
FEB	13,1 kWh	5741 kWh	0 kWh
MAR	50,4 kWh	7083,7 kWh	43,6 kWh
ABR	3161,3 kWh	950,6 kWh	1723,8 kWh
MAY	4204 kWh	1315,7 kWh	2204,4 kWh
JUN	3988,5 kWh	1244,3 kWh	2184,6 kWh
JUL	5016,3 kWh	1496 kWh	609,2 kWh
AGO	4634,9 kWh	1330,8 kWh	537,1 kWh
SEP	4294 kWh	1119,9 kWh	2211,7 kWh
OCT	4195 kWh	937,4 kWh	2149,8 kWh
NOV	0 kWh	5414,1 kWh	0 kWh
DIC	0 kWh	4080,4 kWh	0 kWh

Como en ocasiones la energía producida por las placas es mayor que la que se está demandando, sobre todo los días que no se trabaja, la instalación va generando unos excedentes, que al mes son:

Tabla 28. Excedentes de la instalación.

ENE	2306,4 kWh
FEB	2951,6 kWh
MAR	4958,1 kWh
ABR	6677,5 kWh
MAY	5838,8 kWh
JUN	6405,6 kWh
JUL	7493,7 kWh
AGO	7276,9 kWh
SEP	4254,1 kWh
OCT	3277,4 kWh
NOV	2777 kWh
DIC	3100 kWh

Obteniendo una producción el primer año de 134.899 kWh.

Con los precios de los tres periodos de facturación, es posible determinar el ahorro que se obtiene al consumir de la energía que genera la instalación fotovoltaica.

Tabla 29. Coste de la energía eléctrica en cada periodo.

PERIODOS DE FACTURACIÓN €/kWh		
P	LL	V
0,136214	0,113109	0,049894

Teniendo en cuenta estos precios, considerando que el precio de los excedentes será de 6 céntimos y con la producción anual de la instalación fotovoltaica, se puede determinar el ahorro del primer año:

Tabla 30. Ahorro en el primer año.

Periodo de facturación	P	LL	V
Energía generada anual	29.557,7 kWh	36.360,4 kWh	11.664,2kWh
Excedentes generados al año	57.317 kWh		
Generación total anual	134.899kWh		
Ahorro el primer año	12.159,8 €		

Por otro lado, habrá que tener en cuenta la disminución del rendimiento de las placas con el tiempo, que según los datos que da el fabricante, se puede considerar una disminución lineal de 0,8% por año. De esta forma, una vez obtenida la energía producida por la instalación el primer año, se puede obtener el ahorro por año:

Tabla 31. Ahorro en años posteriores.

Año	Coeficiente	Energía anual generada total	Dinero ahorrado	Dinero acumulado
1	1	134899,2kWh	12159,8 €	12159,8 €
2	0,994	134089,8 kWh	12086,8 €	24246,7 €
3	0,988	133280,5 kWh	12013,9 €	36260,6 €
4	0,982	132471,1 kWh	11940,9 €	48201,6 €
5	0,976	131661,7 kWh	11868,1 €	60069,6 €
6	0,970	130852,3 kWh	11795,1 €	71864,7 €
7	0,964	130042,9 kWh	11722,1 €	83586,8 €

1.2.3.7 EMISIONES DE CO_2

Desde el punto de vista ambiental, la generación de energía eléctrica fotovoltaica genera muchas menos emisiones de CO2 que otras tecnologías empleadas en la actualidad, como el carbón, ciclo combinado, etc.

Las emisiones de CO2 producidas al generar energía solar fotovoltaica son nulas, pero se considera que genera debido a el transcurso que hay para instalarla y ponerla en marcha. Este valor se sitúa en torno a los 35 g de CO2/kWh.

Para la producción de CO2 anual de la instalación fotovoltaica de esta nave será de:

$$Emisiones\ de\ CO_2 = 134.899 \times 35g\ de\ \frac{CO_2}{kWh} = 4721465\ g/año$$

1.3 ANEXOS

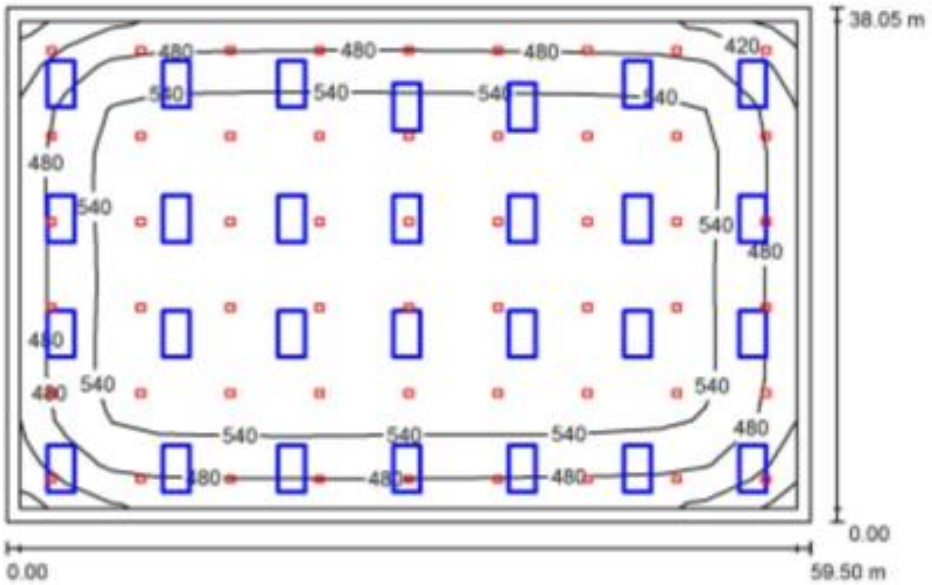
1.3 ANEXOS

ÍNDICE GENERAL

1.3.1 RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS DIALUX 65

1.3.1 RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS DIALUX

Nave / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:489

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	532	327	585	0.613
Suelo	29	512	298	586	0.581
Techos (15)	70	142	12	186	/
Paredes (4)	73	214	78	324	/

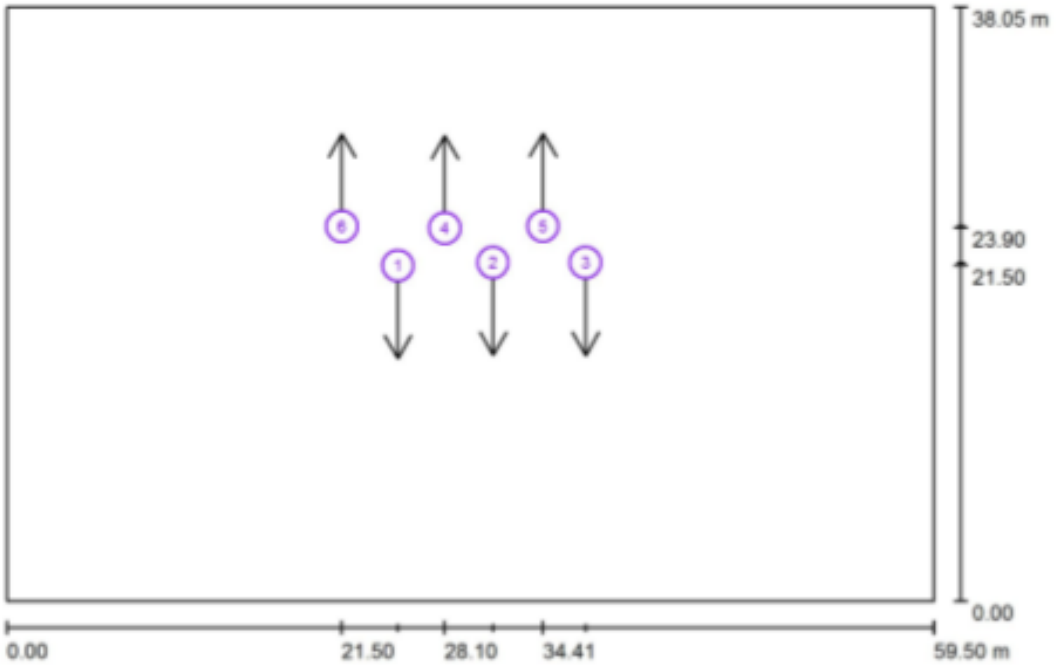
Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	17 x 11 Puntos
Zona marginal:	1.000 m

Nave / Lista de luminarias

54 Pieza PHILIPS BY481X ACW 1 xLED250S/840 WB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm
Potencia de las luminarias: 182.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100
Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).

Nave / Observador UGR (sumario de resultados)

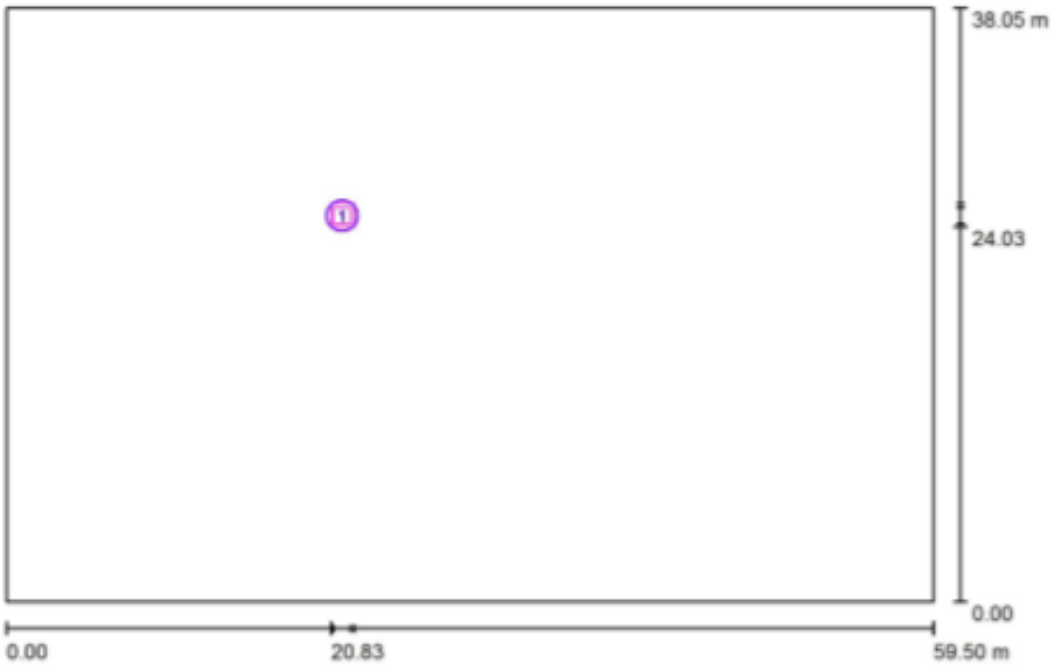


Escala 1 : 426

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	25.100	21.500	1.200	-90.0	22
2	Punto de cálculo UGR 2	31.200	21.700	1.200	-90.0	22
3	Punto de cálculo UGR 3	37.142	21.691	1.200	-90.0	22
4	Punto de cálculo UGR 4	28.100	23.900	1.200	90.0	21
5	Punto de cálculo UGR 5	34.408	24.026	1.200	90.0	21
6	Punto de cálculo UGR 6	21.500	24.000	1.200	90.0	19

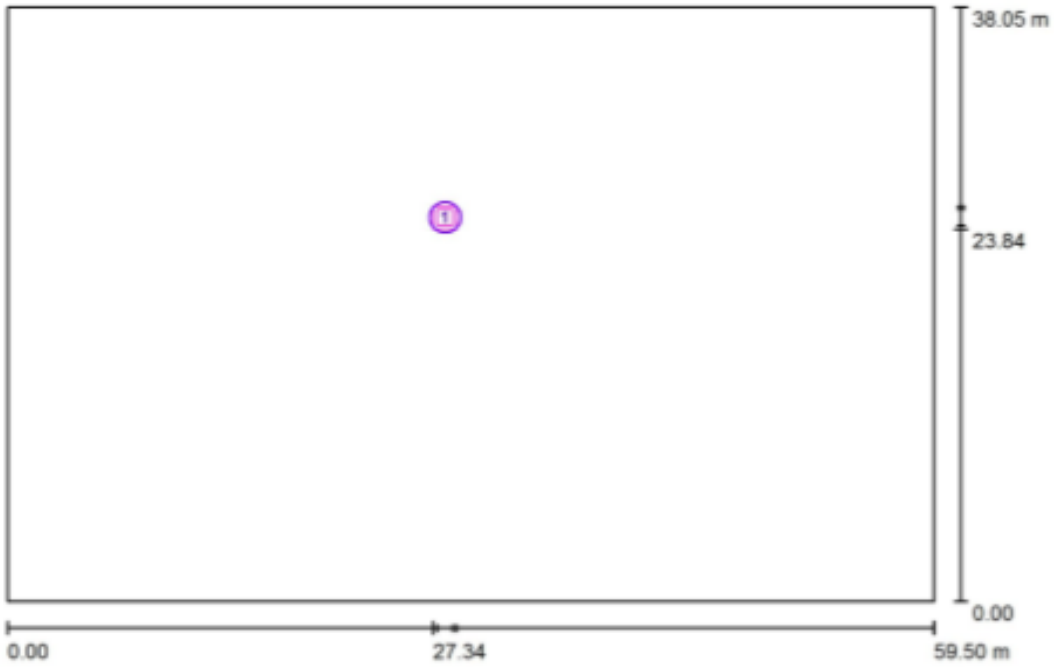
Nave / superficie de trabajo 1 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	573	572	573	0.999	0.998
	Área circundante	4 x 4	573	571	574	0.996	0.994

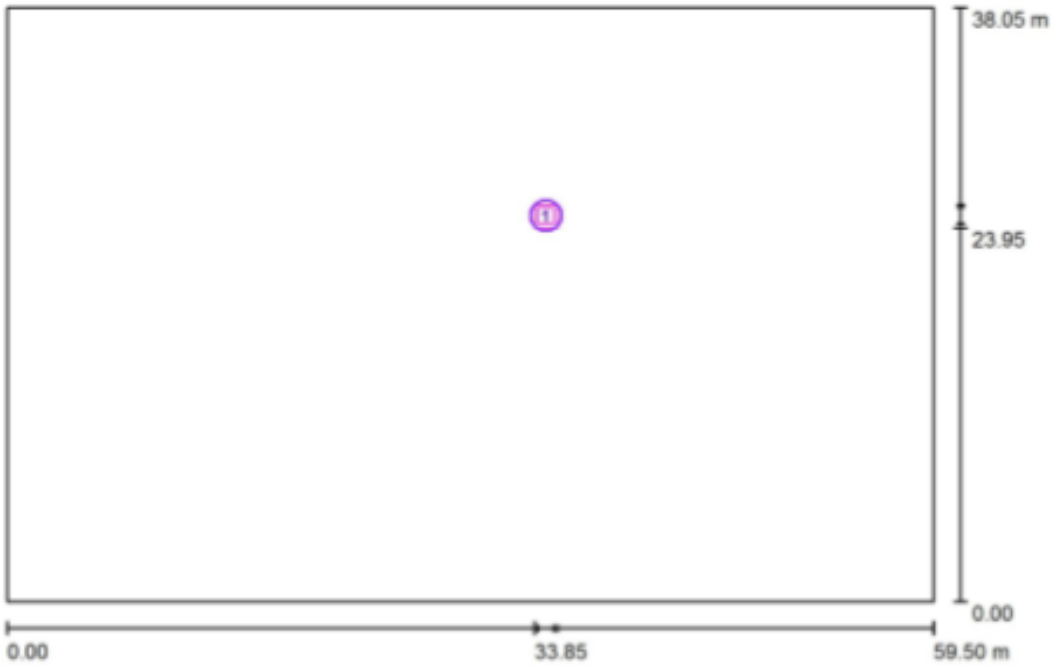
Nave / superficie de trabajo 2 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	572	572	573	0.999	0.998
	Área circundante	4 x 4	572	570	574	0.997	0.994

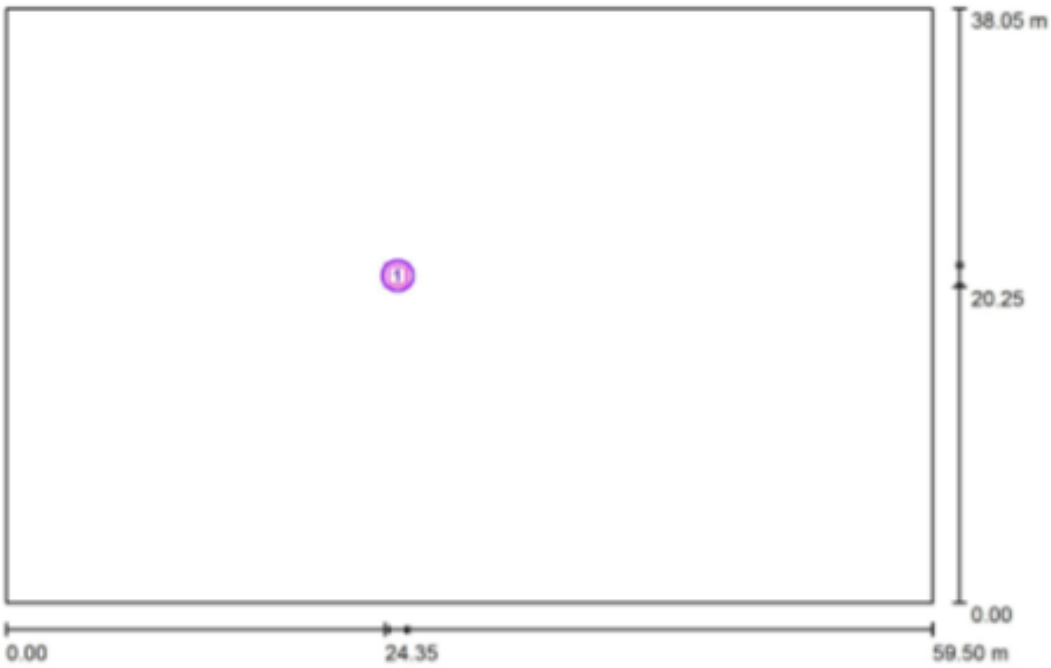
Nave / superficie de trabajo 3 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	571	570	572	0.998	0.998
	Área circundante	4 x 4	571	569	573	0.996	0.993

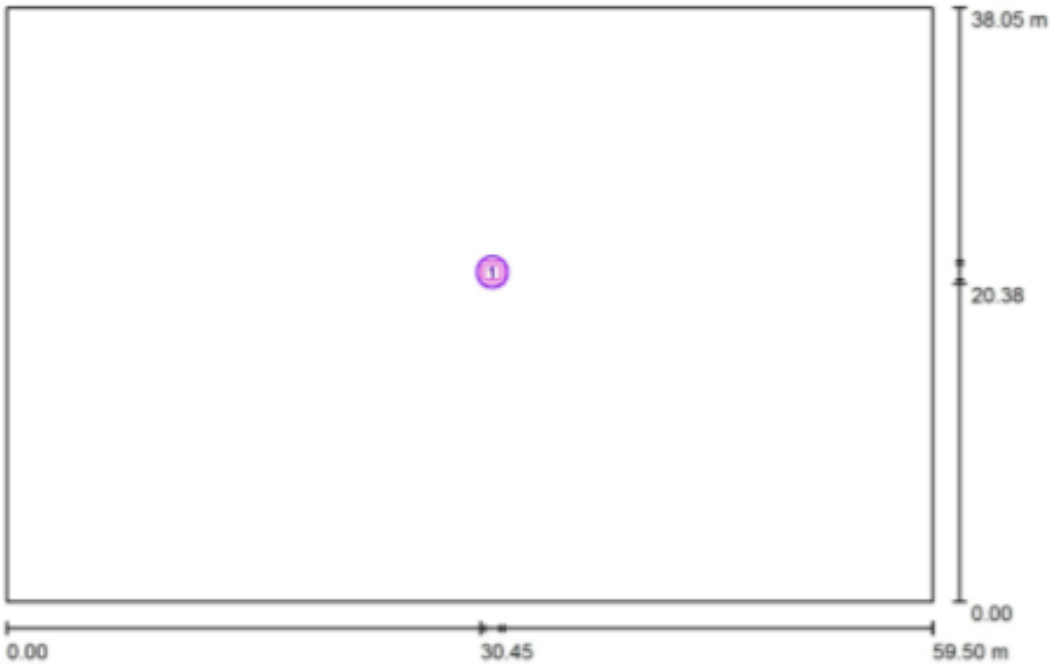
Nave / superficie de trabajo 4 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	569	568	570	0.999	0.997
	Área circundante	4 x 4	568	566	570	0.996	0.993

Nave / superficie de trabajo 5 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

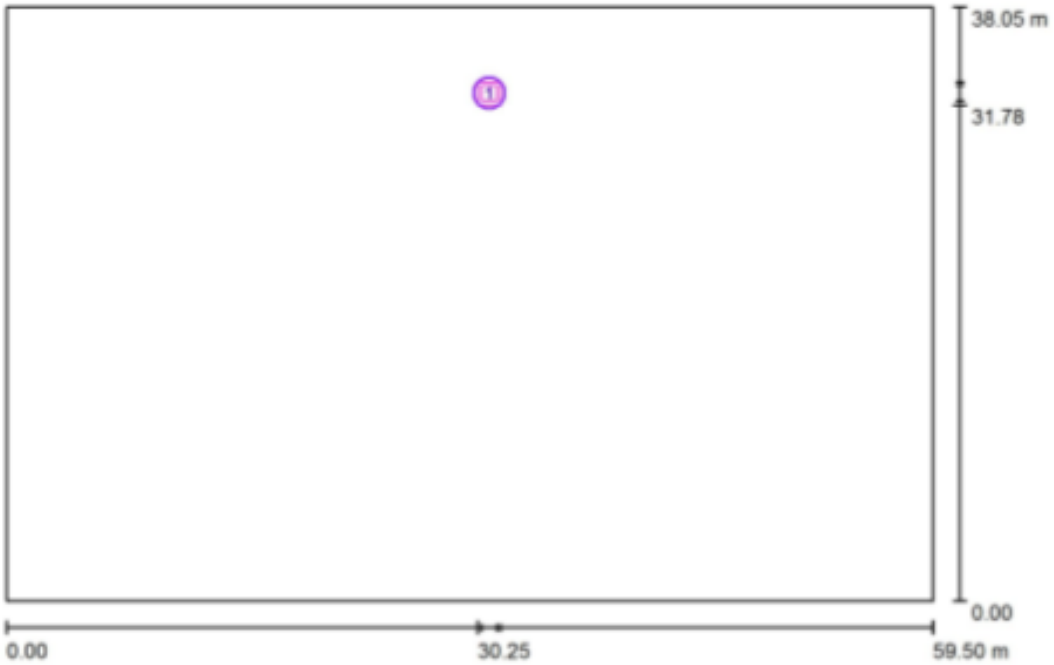
N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	568	567	569	0.998	0.996
	Área circundante	4 x 4	568	567	571	0.997	0.992

Nave / superficie de trabajo 6 / **Sumario de los resultados**

Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	567	566	568	0.999	0.997
	Área circundante	4 x 4	567	566	569	0.998	0.995

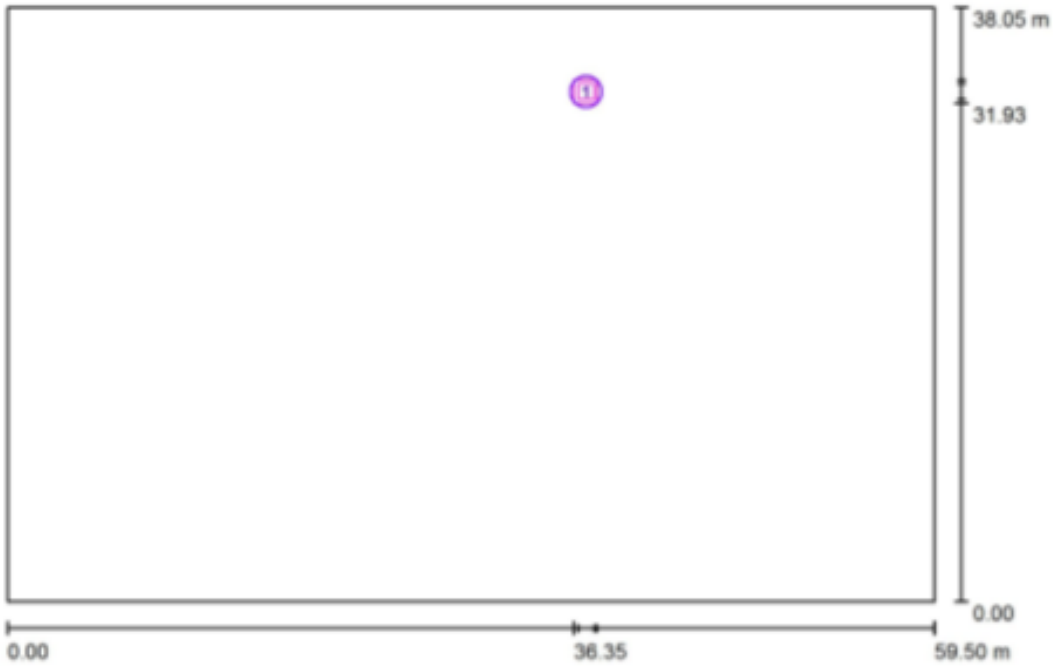
Nave / superficie de trabajo 8 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	525	519	531	0.988	0.977
	Área circundante	4 x 4	525	513	537	0.977	0.956

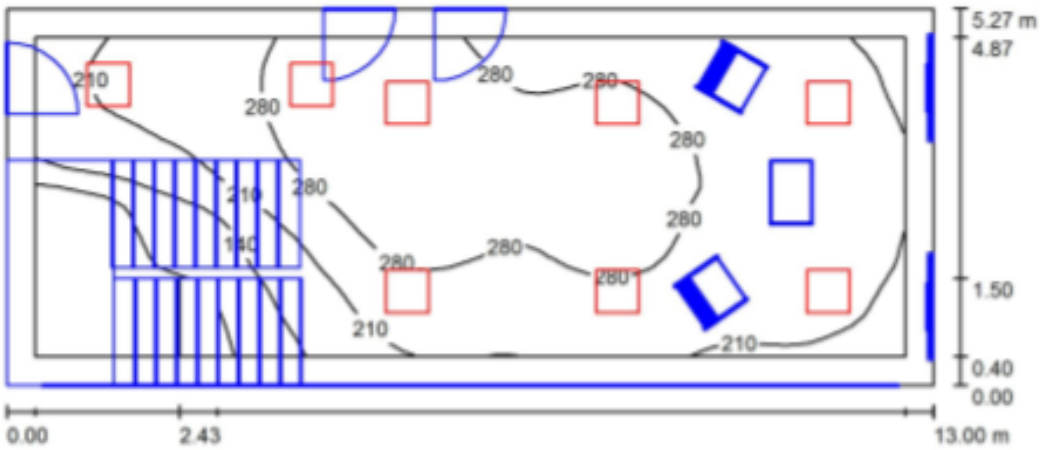
Nave / superficie de trabajo 9 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 426

Nº	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	2 x 2	521	514	527	0.988	0.976
	Área circundante	4 x 4	520	506	533	0.972	0.948

Hall / Resumen



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.543 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:93

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	231	11	353	0.046
Suelo	31	180	12	277	0.068
Techo	70	57	25	92	0.439
Paredes (4)	50	111	16	394	/

Plano útil:

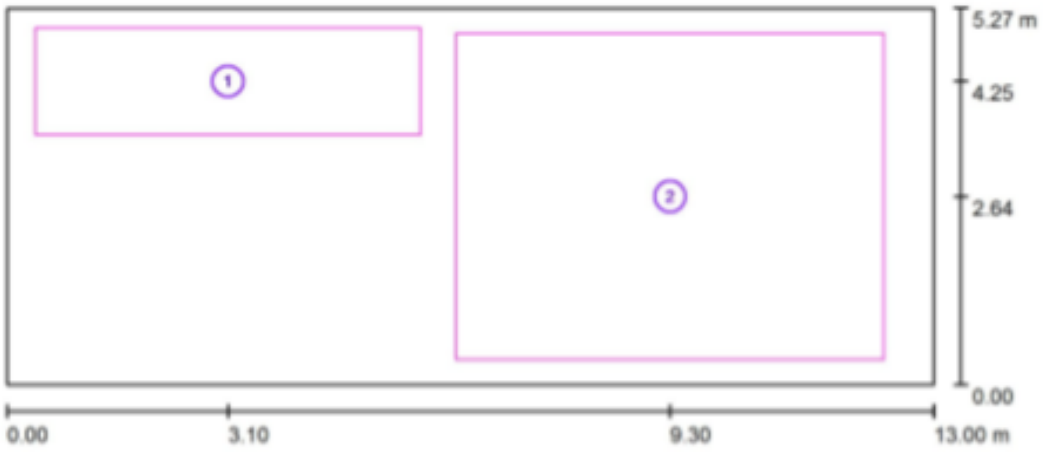
Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.400 m

Hall / Lista de luminarias

8 Pieza

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

Hall / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 93

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	32 x 8	267	168	356	0.630	0.472
2	Superficie de cálculo 2	perpendicular	32 x 32	265	176	319	0.665	0.552

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	2	265	168	356	0.63	0.47

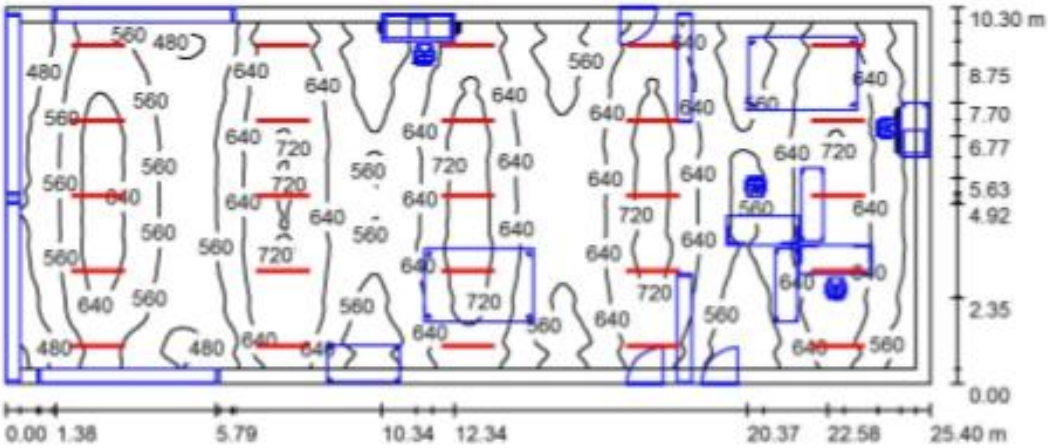
Hall / Observador UGR (sumario de resultados)

Escala 1 : 93

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	10.080	4.313	1.200	-25.0	15
2	Punto de cálculo UGR 2	0.000	4.365	1.200	0.0	18

Laboratorio / **Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

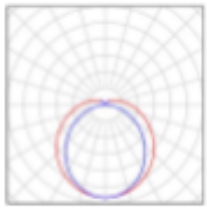
Valores en Lux, Escala 1:182

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	613	384	756	0.626
Suelo	61	504	90	670	0.179
Techo	70	404	248	877	0.615
Paredes (4)	85	415	36	872	/

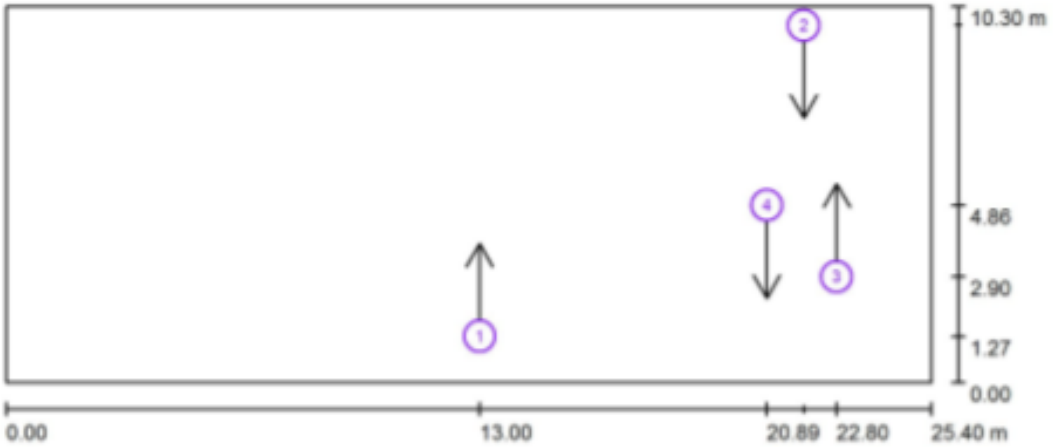
Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.400 m

25 Pieza PHILIPS BN124C L1500 1 xLED60S/830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 6000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6000 lm
Potencia de las luminarias: 60.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 42 71 89 91 100
Lámpara: 1 x LED60S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Laboratorio / **Observador UGR (sumario de resultados)**

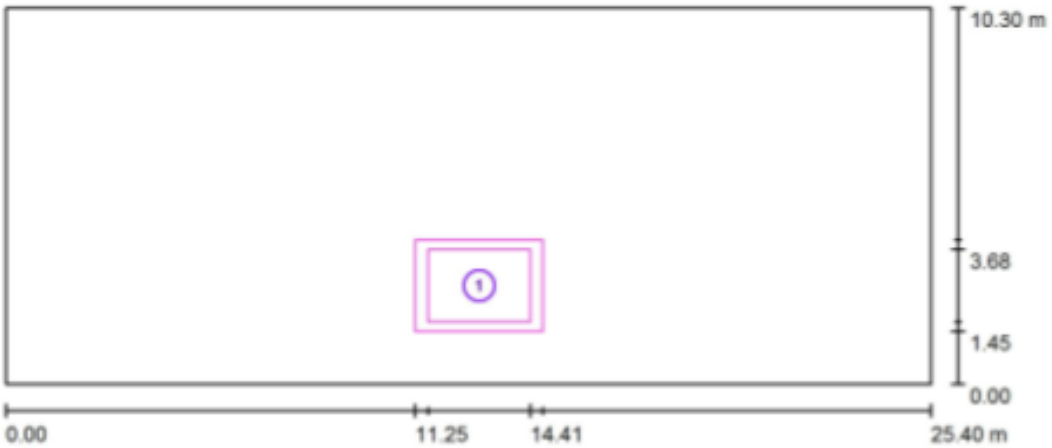


Escala 1 : 182

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	13.000	1.267	1.200	90.0	20
2	Punto de cálculo UGR 2	21.900	9.791	1.200	-90.0	20
3	Punto de cálculo UGR 3	22.800	2.900	1.200	90.0	19
4	Punto de cálculo UGR 4	20.885	4.856	1.200	-90.0	16

Laboratorio / superficie de trabajo 1 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 182

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 16	688	608	735	0.883	0.827
	Área circundante	16 x 16	650	575	731	0.885	0.786

Laboratorio / superficie de trabajo 2 / **Sumario de los resultados**

Escala 1 : 182

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 16	631	537	701	0.852	0.767
	Área circundante	16 x 16	616	532	709	0.864	0.750

Laboratorio / superficie de trabajo 3 / **Sumario de los resultados**

Escala 1 : 182

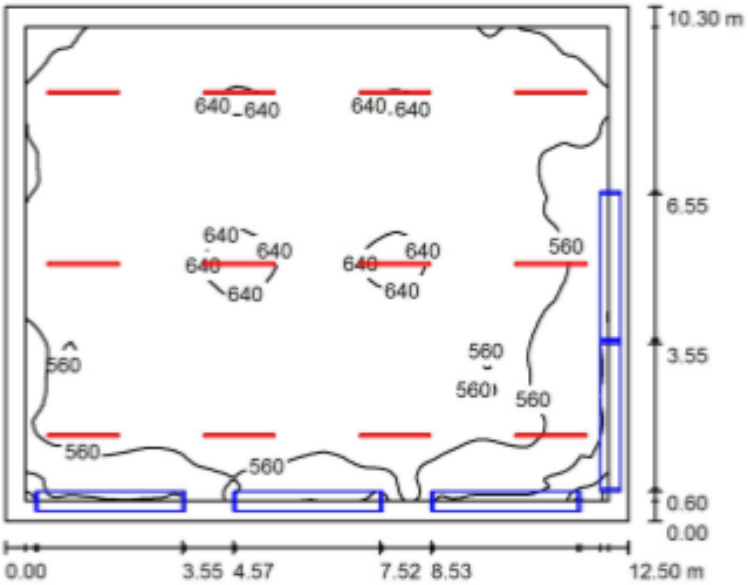
N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	4 x 4	696	686	707	0.985	0.970
	Área circundante	8 x 8	685	670	709	0.978	0.944

Laboratorio / superficie de trabajo 4 / **Sumario de los resultados**

Escala 1 : 182

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	4 x 4	571	557	594	0.976	0.937
	Área circundante	8 x 8	584	558	621	0.956	0.899

Almacén SAT / **Resumen**



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

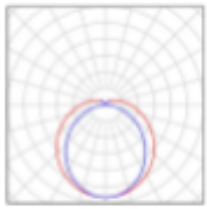
Valores en Lux, Escala 1:133

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	584	290	656	0.497
Suelo	61	514	84	649	0.163
Techo	70	395	304	821	0.769
Paredes (4)	85	444	246	593	/

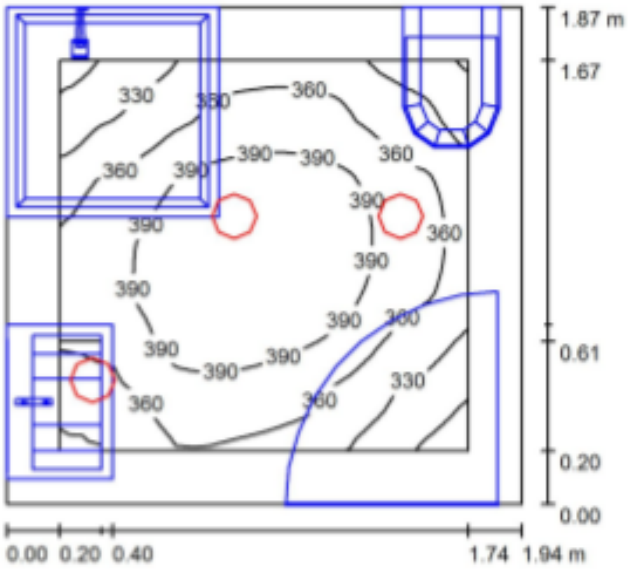
Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.400 m

12 Pieza PHILIPS BN124C L1500 1 xLED60S/830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 6000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6000 lm
Potencia de las luminarias: 60.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 42 71 89 91 100
Lámpara: 1 x LED60S/830/- (Factor de corrección 1.000).



W.C / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.577 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:25

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	368	280	420	0.761
Suelo	63	179	4.97	259	0.028
Techo	70	114	78	161	0.682
Paredes (4)	50	198	24	762	/

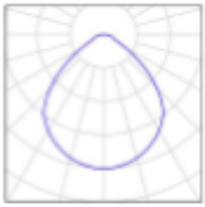
Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

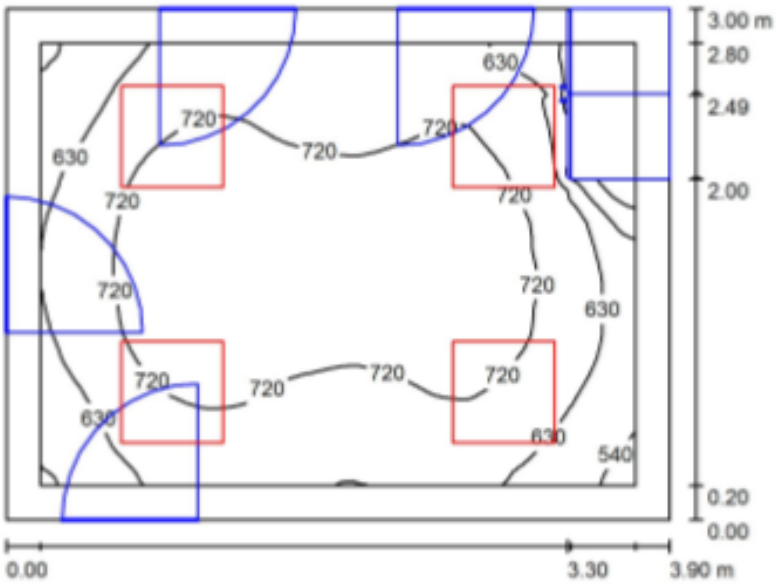
3 Pieza

PHILIPS DN460B 1xLED11S/830 WR
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 966 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 10.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 62 91 98 100 84
Lámpara: 1 x LED11S/830/- (Factor de corrección 1.000).

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



Vestibulo / **Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.543 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	692	374	791	0.541
Suelo	63	492	23	600	0.047
Techo	70	262	141	302	0.539
Paredes (4)	50	400	9.63	861	/

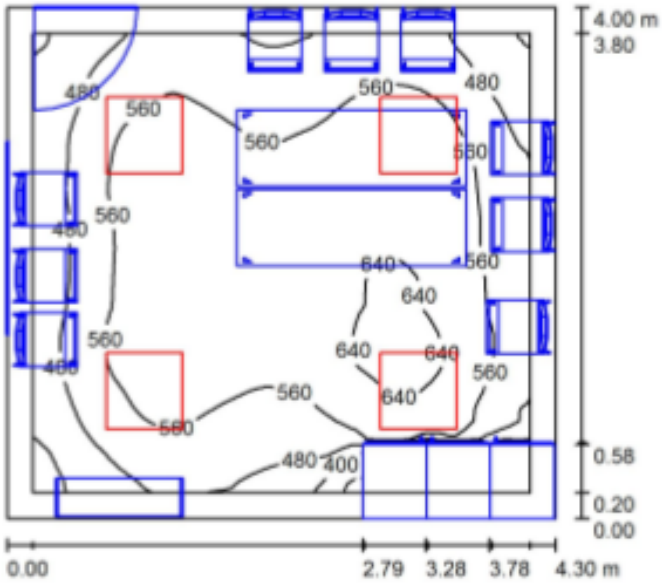
Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

4 Pieza

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

Cocina / **Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.543 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

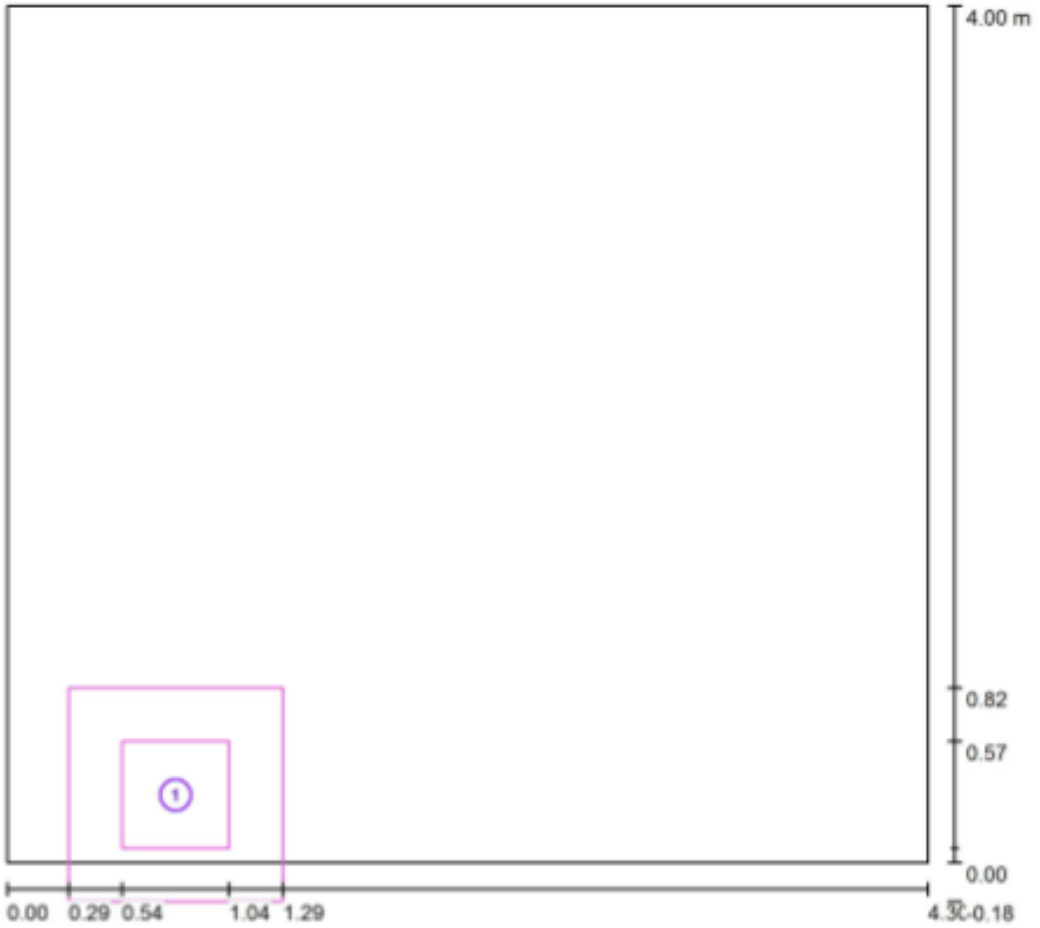
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	551	290	667	0.527
Suelo	63	312	12	495	0.038
Techo	70	236	149	430	0.631
Paredes (4)	50	288	6.37	658	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

4 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

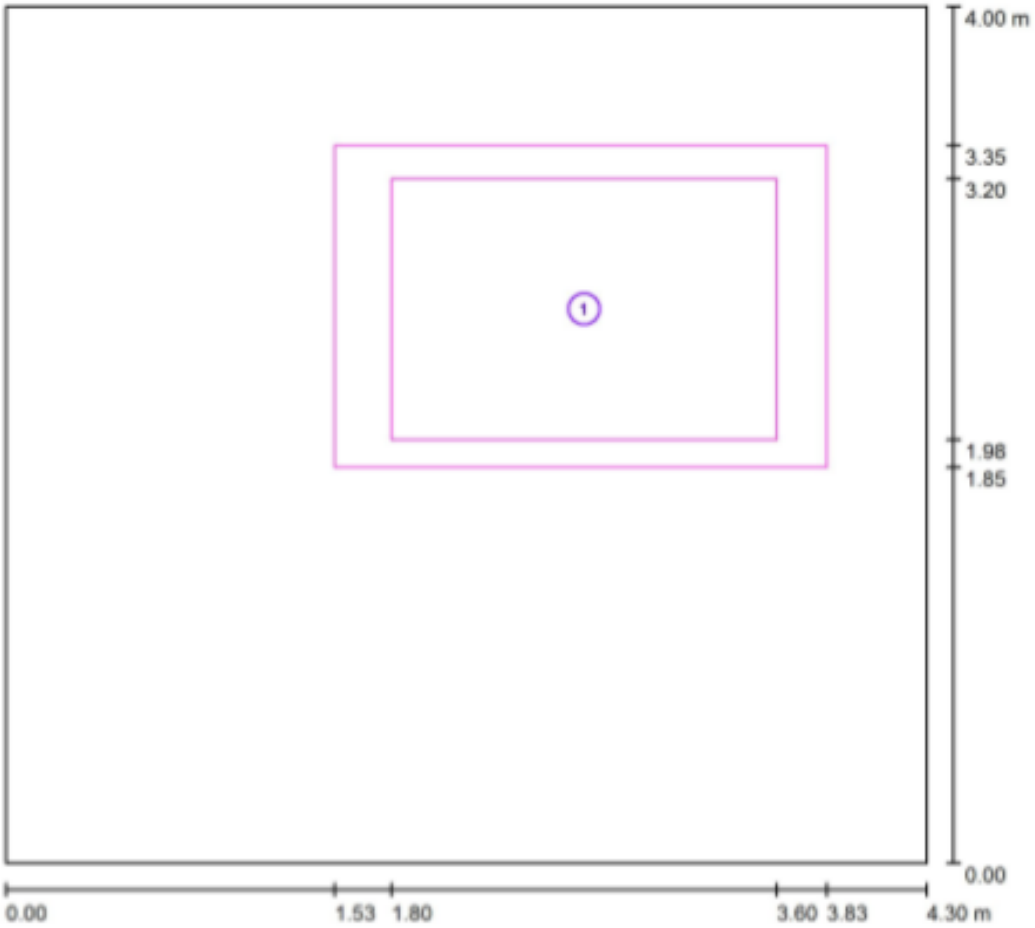
Cocina / superficie de trabajo 1 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 31

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	4 x 4	413	340	467	0.822	0.728
	Área circundante	8 x 8	316	54	532	0.171	0.102

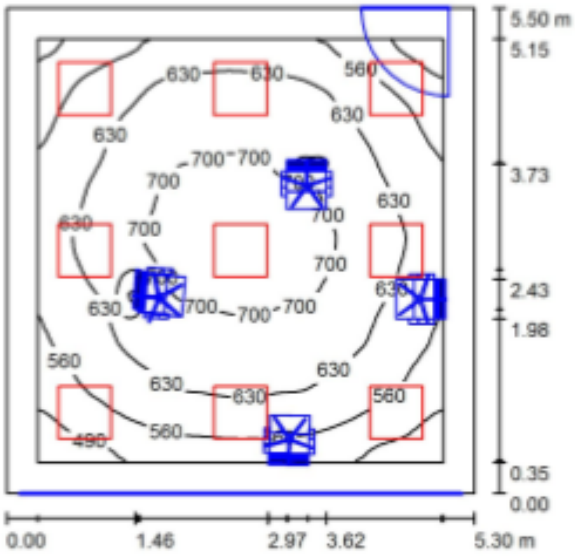
Cocina / superficie de trabajo 2 / **Sumario de los resultados**



Escala 1 : 31

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 16	594	547	631	0.920	0.866
	Área circundante	16 x 16	569	499	628	0.876	0.794

Despacho 1 Izquierda / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

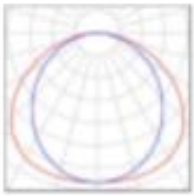
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	621	423	735	0.681
Suelo	31	462	166	597	0.360
Techo	70	161	125	195	0.777
Paredes (4)	50	346	155	636	/

Plano útil:

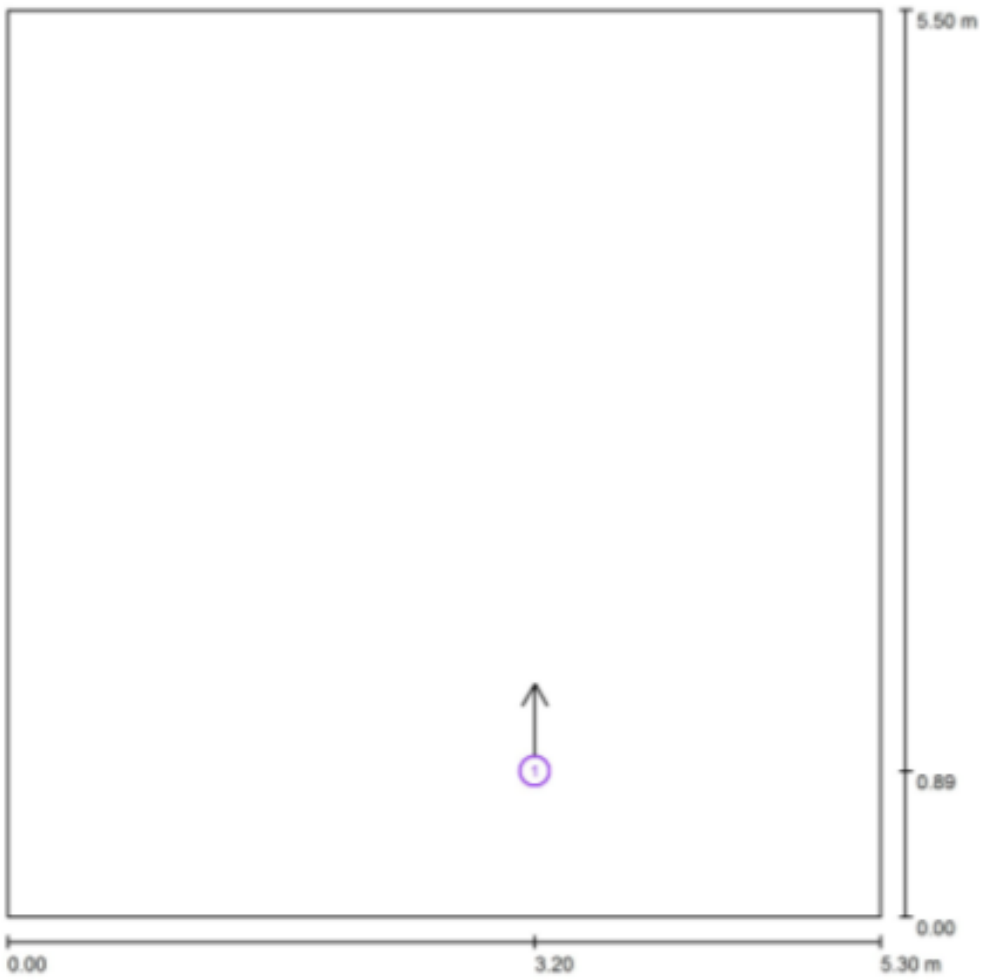
Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.350 m

9 Pieza

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Despacho 1 Izquierda / Observador UGR (sumario de resultados)

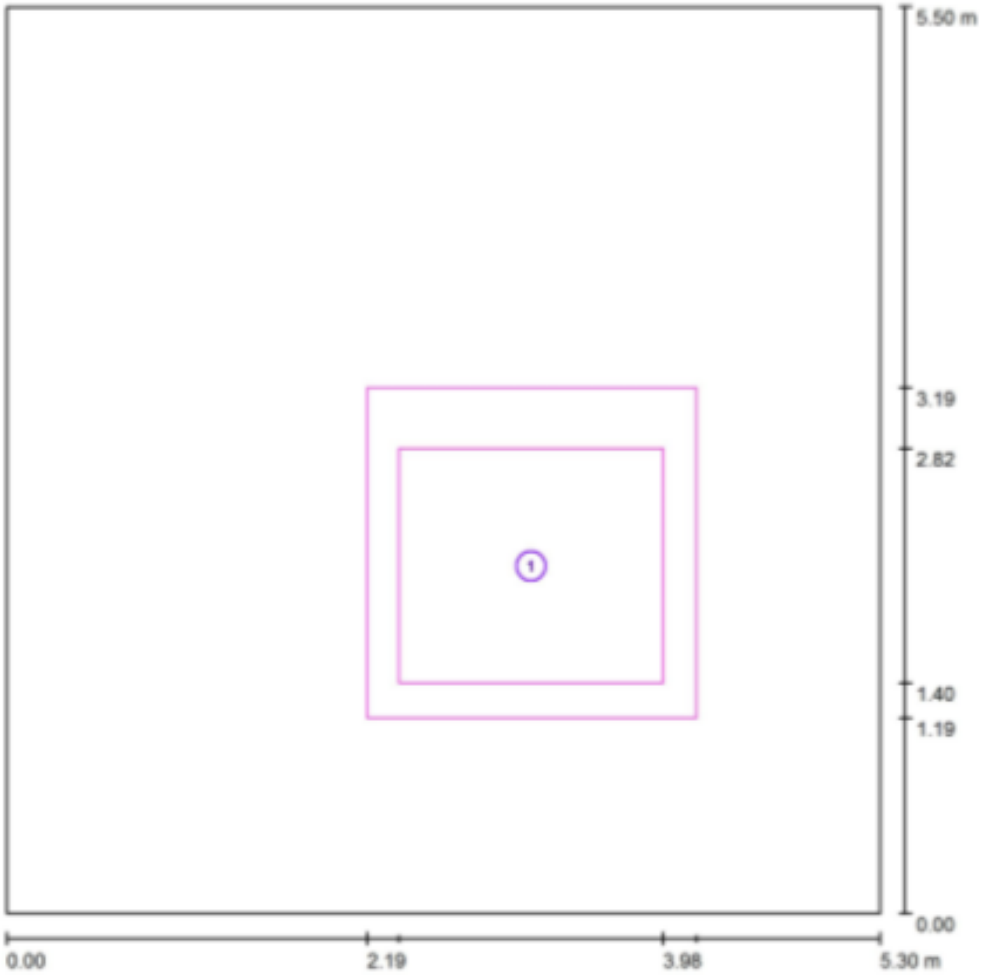


Escala 1 : 38

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	3.200	0.885	1.200	90.0	18

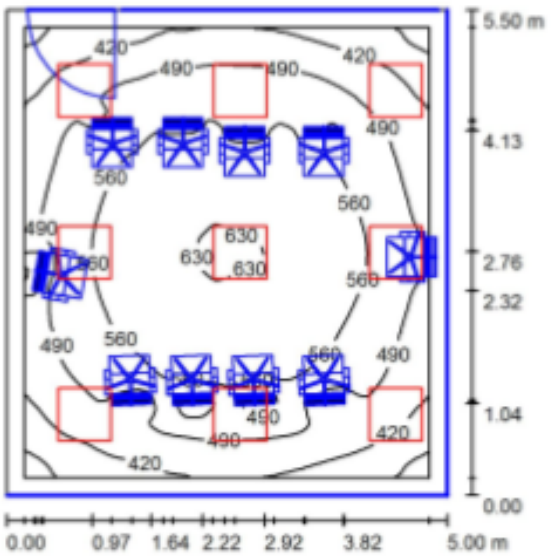
Despacho 1 Izquierda / superficie de trabajo 2 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 38

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	8 x 8	678	617	714	0.911	0.864
	Área circundante	8 x 8	664	595	713	0.897	0.834

Despacho 2 Izquierda / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	514	321	637	0.624
Suelo	31	355	104	513	0.293
Techo	0	116	79	239	0.682
Paredes (4)	50	274	71	1058	/

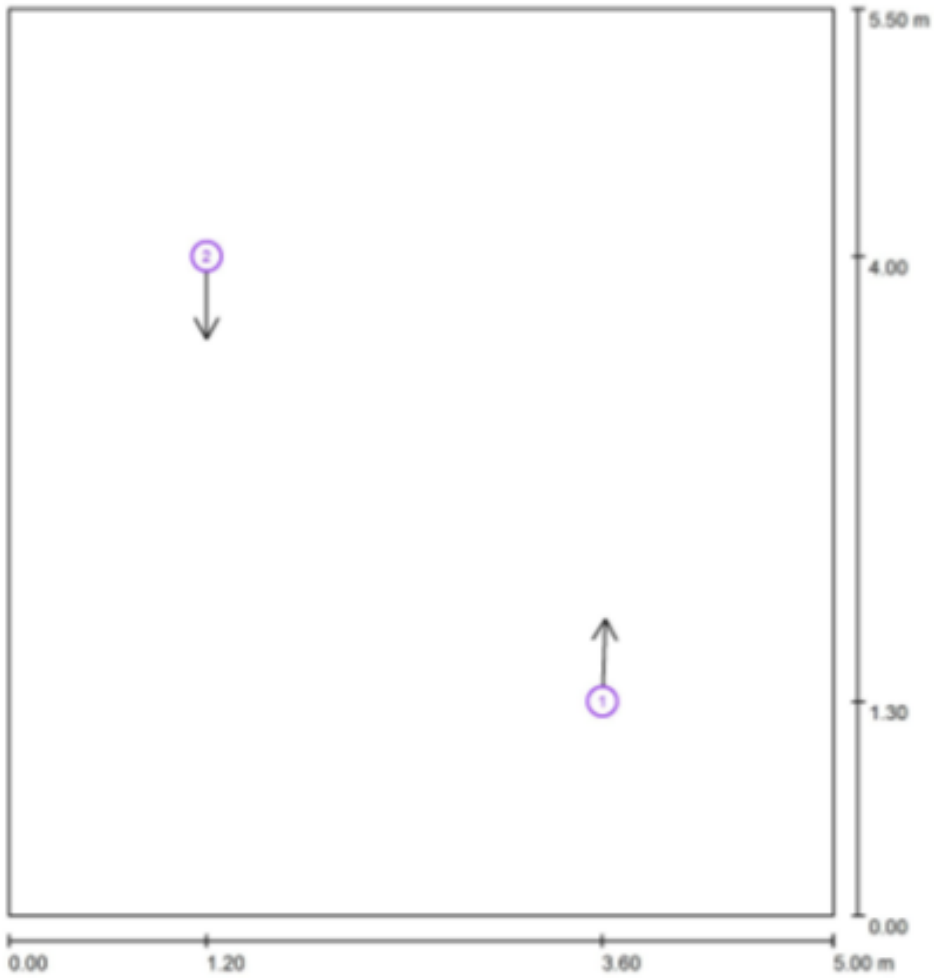
Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

9 Pieza

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

Despacho 2 Izquierda / Observador UGR (sumario de resultados)

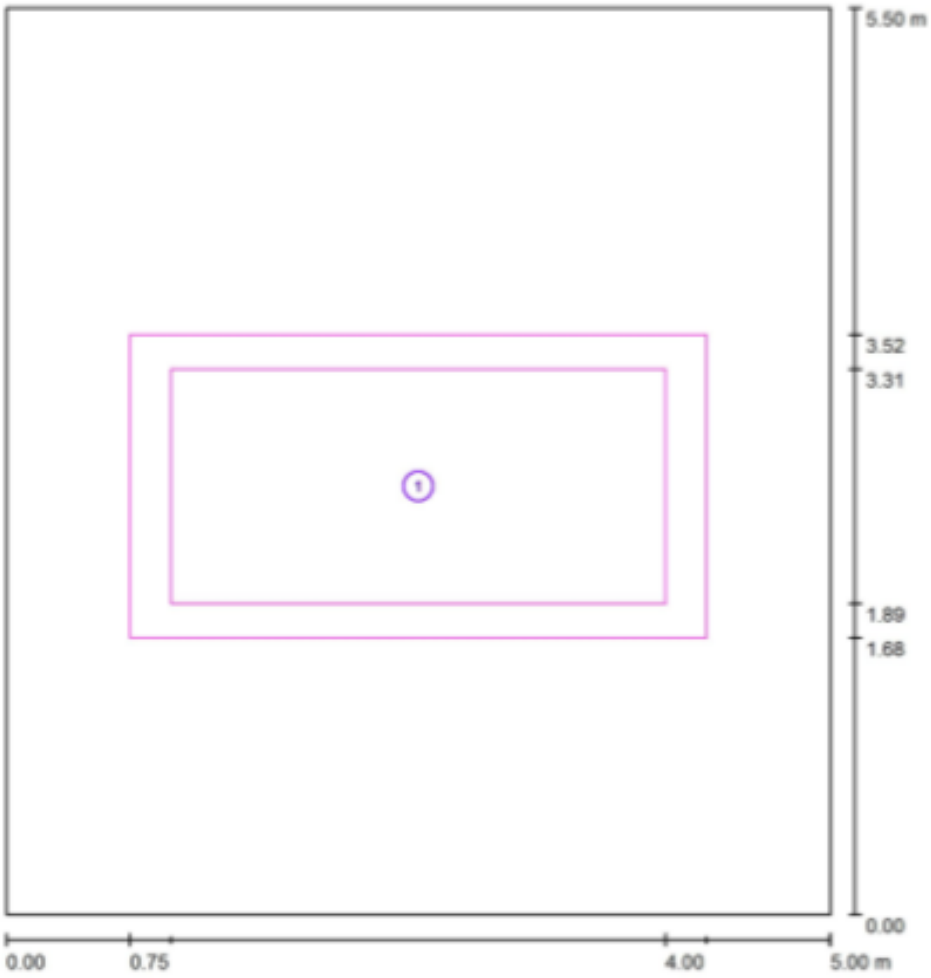


Escala 1 : 38

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	3.600	1.300	1.200	88.0	19
2	Punto de cálculo UGR 2	1.200	4.000	1.200	-90.0	18

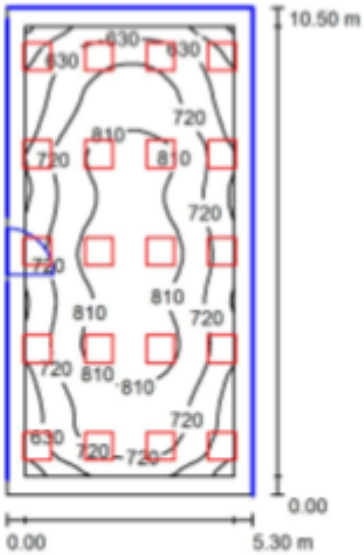
Despacho 2 Izquierda / superficie de trabajo 2 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 38

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 8	591	535	623	0.905	0.859
	Área circundante	16 x 8	558	509	604	0.913	0.843

Despacho grande / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:135

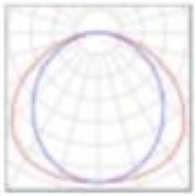
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	728	440	871	0.604
Suelo	31	581	346	724	0.597
Techo	70	139	95	210	0.680
Paredes (4)	50	347	121	924	/

Plano útil:

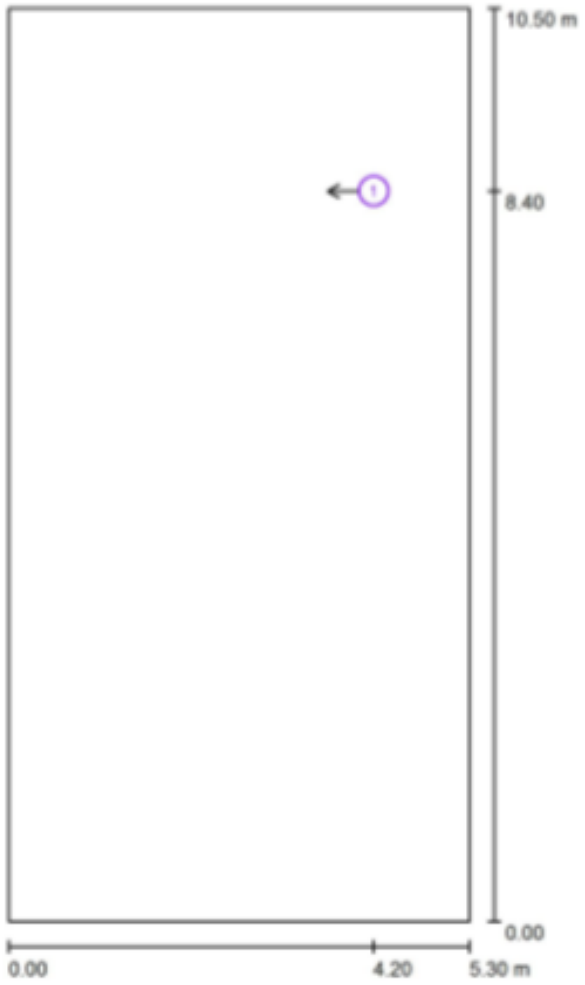
Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.400 m

UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Pared izq	20	19	
Pared inferior	21	19	
(CIE, SHR = 0.25.)			

20 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Despacho grande / Observador UGR (sumario de resultados)

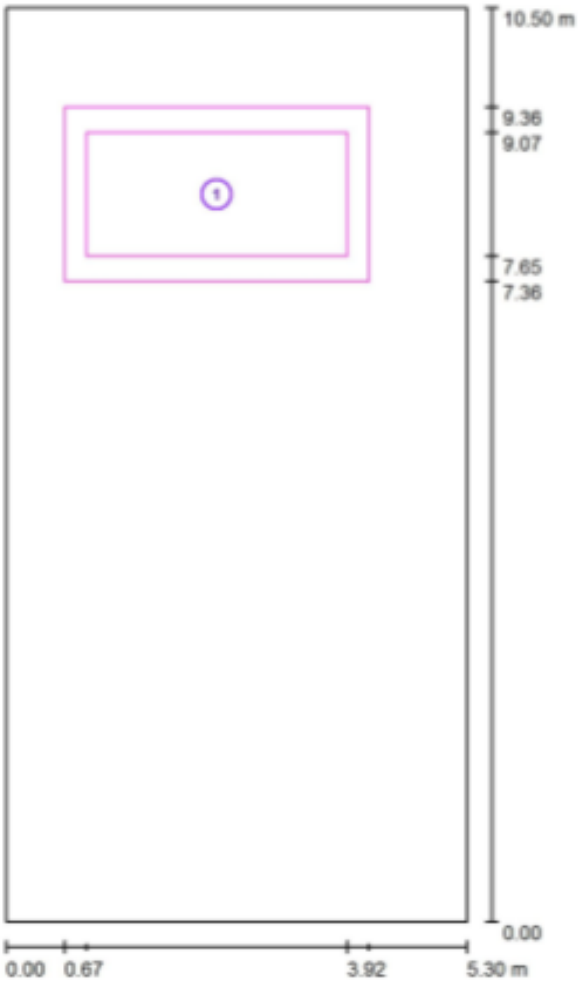


Escala 1 : 72

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	4.200	8.400	0.900	180.0	19

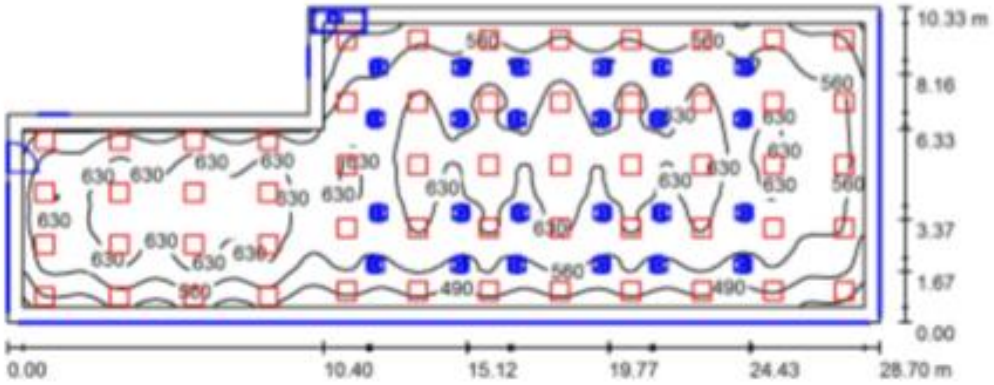
Despacho grande / superficie de trabajo 2 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 72

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 8	731	628	803	0.858	0.781
	Área circundante	16 x 16	701	572	819	0.816	0.698

Sala Oficinas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 3.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

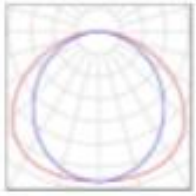
Valores en Lux, Escala 1:206

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	587	368	702	0.628
Suelo	31	501	145	618	0.289
Techo	70	162	110	224	0.681
Paredes (6)	50	340	112	646	/

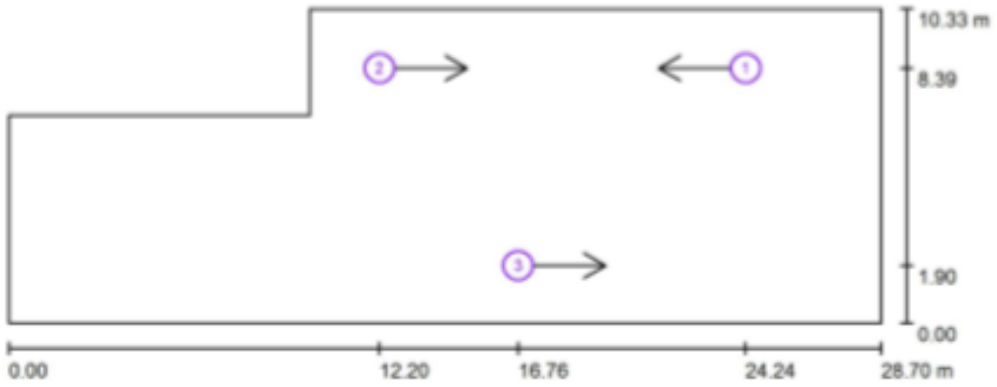
Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.500 m

56 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Sala Oficinas / Observador UGR (sumario de resultados)

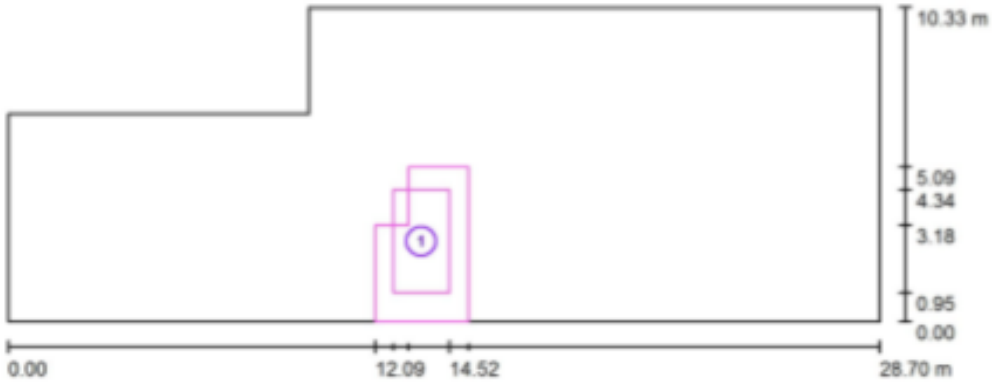


Escala 1 : 206

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	24.239	8.387	1.200	180.0	19
2	Punto de cálculo UGR 2	12.200	8.387	1.200	0.0	19
3	Punto de cálculo UGR 3	16.757	1.900	1.200	0.0	19

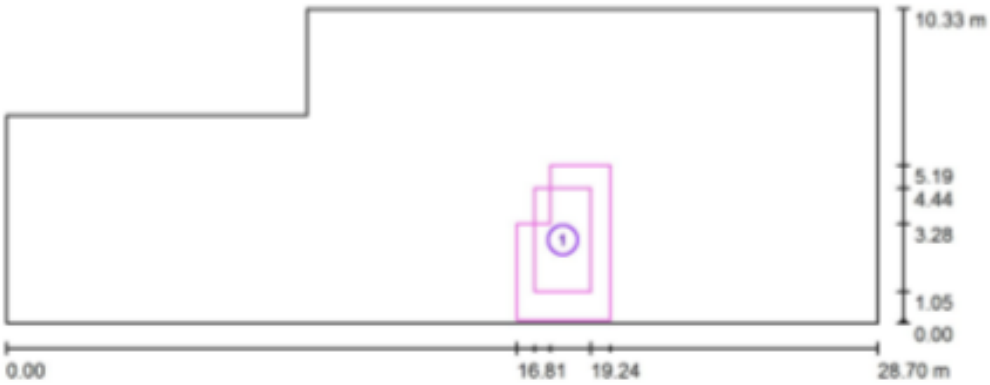
Sala Oficinas / superficie de trabajo 1 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	16 x 8	586	492	640	0.840	0.770
	Área circundante	128 x 128	518	375	644	0.725	0.583

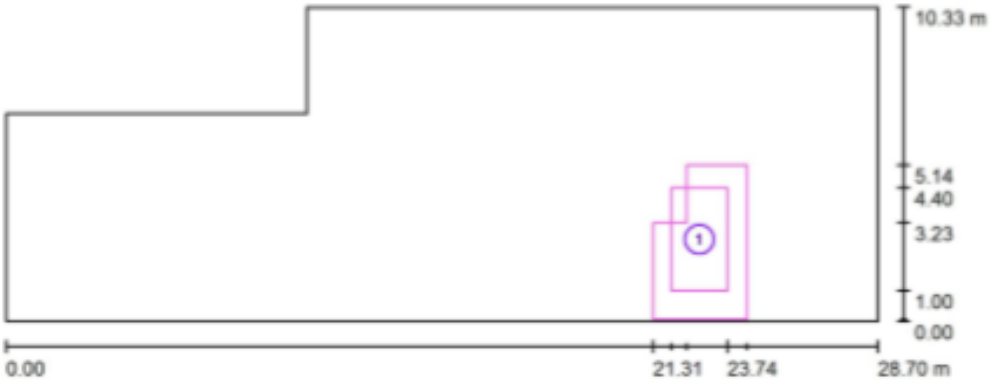
Sala Oficinas / superficie de trabajo 2 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	16 x 8	593	504	643	0.850	0.784
	Área circundante	128 x 128	528	392	648	0.742	0.605

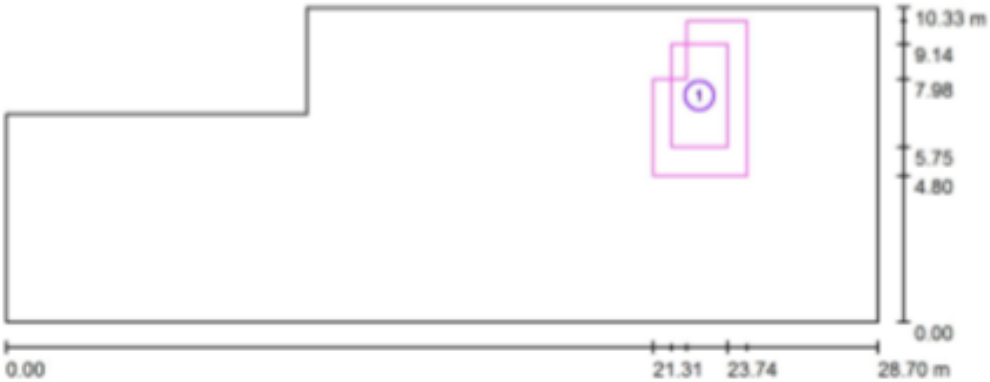
Sala Oficinas / superficie de trabajo 3 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	8 x 16	586	496	638	0.847	0.777
	Área circundante	16 x 16	516	379	645	0.735	0.588

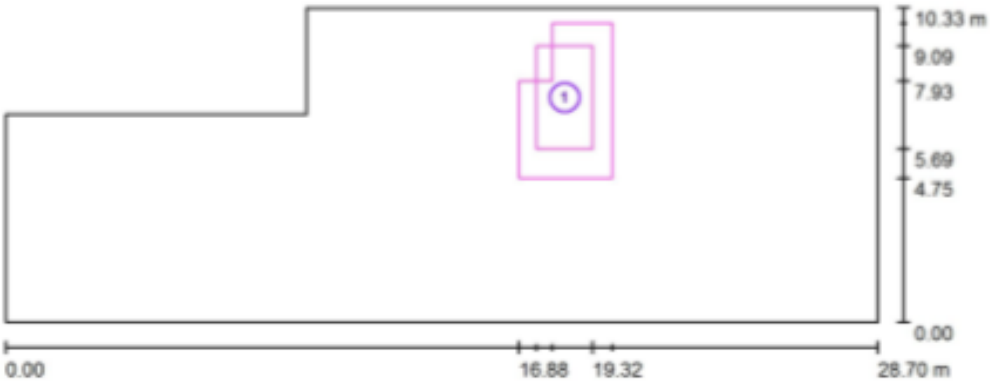
Sala Oficinas / superficie de trabajo 4 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	8 x 16	615	552	651	0.897	0.848
	Área circundante	16 x 16	598	482	655	0.806	0.736

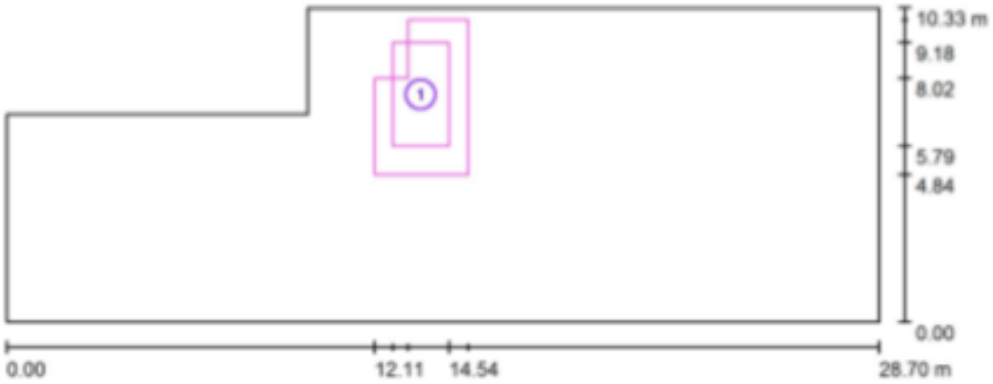
Sala Oficinas / superficie de trabajo 5 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	8 x 16	621	556	655	0.896	0.849
	Área circundante	128 x 128	601	466	659	0.774	0.707

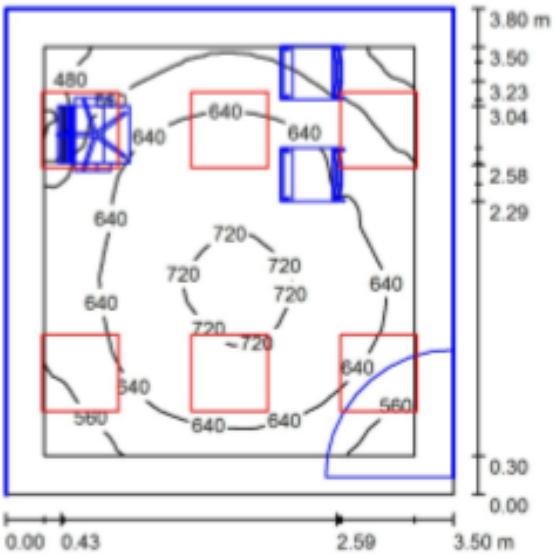
Sala Oficinas / superficie de trabajo 6 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 206

Nº	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Area de tarea 1	16 x 8	609	539	648	0.886	0.832
	Área circundante	64 x 64	591	480	653	0.811	0.735

Despachos derecha / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

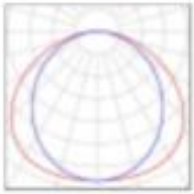
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	629	383	738	0.610
Suelo	31	418	107	530	0.256
Techo	70	125	86	244	0.686
Paredes (4)	50	333	117	1136	/

Plano útil:

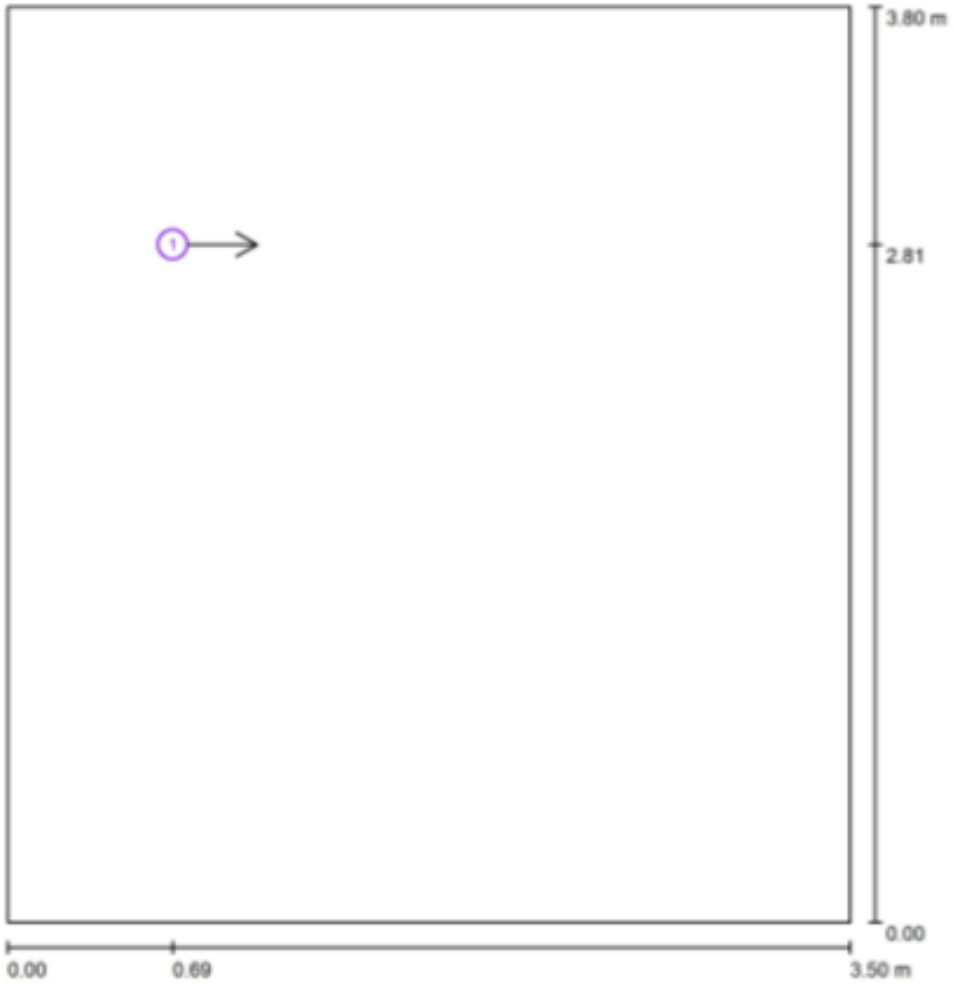
Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.300 m

6 Pieza

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Despachos derecha / Observador UGR (sumario de resultados)

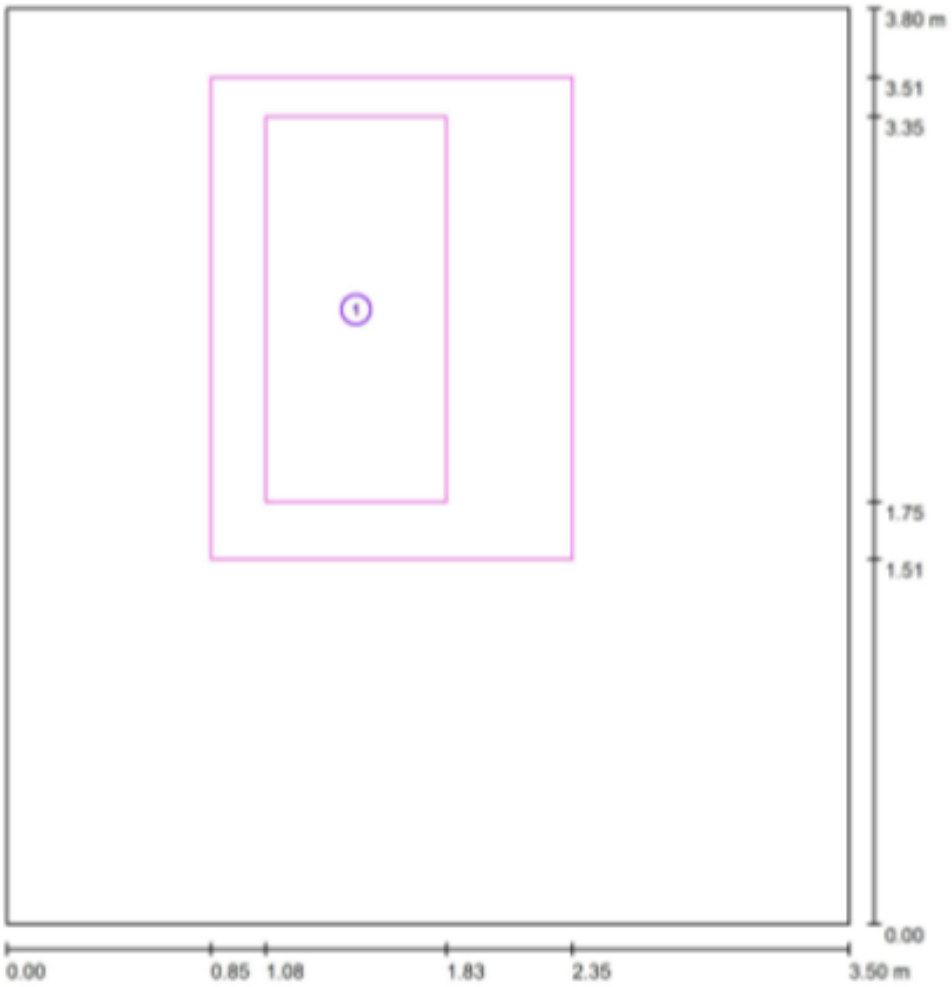


Escala 1 : 26

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	0.685	2.815	1.200	0.0	18

Despachos derecha / superficie de trabajo 1 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 26

Nº	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	8 x 4	646	554	692	0.857	0.800
	Área circundante	16 x 16	634	502	701	0.792	0.716

DOCUMENTO Nº2, PLANOS

DOCUMENTO Nº2, PLANOS

ÍNDICE GENERAL

2.1 LISTA DE PLANOS 107

2.1 LISTA DE PLANOS

Plano 01: Esquema unifilar cuadro general.

Plano 02: Esquema unifilar cuadros secundario oficinas.

Plano 03: Esquema canalizaciones oficinas.

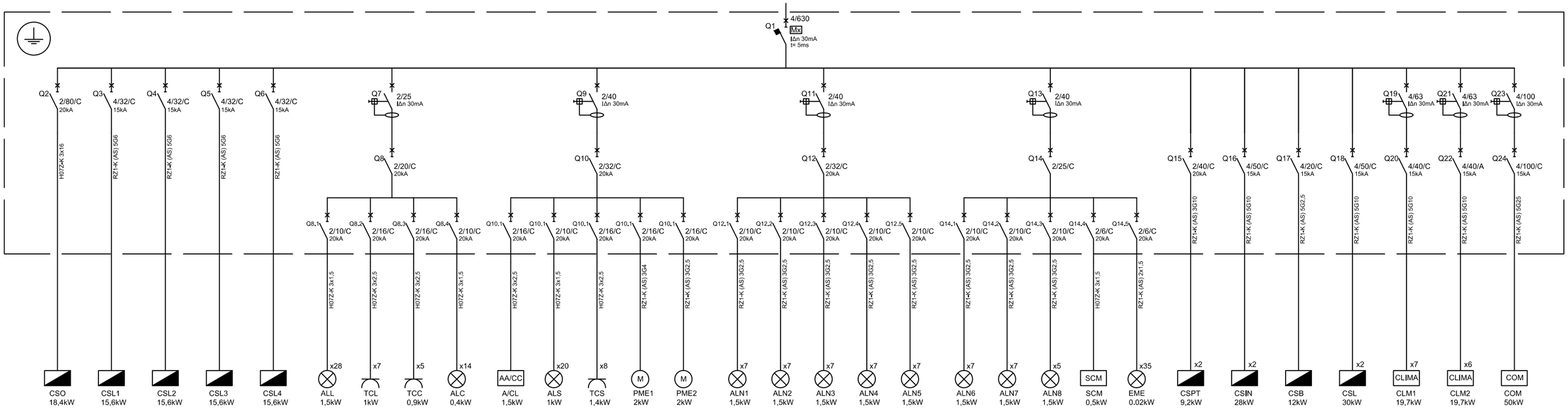
Plano 04: Esquema canalizaciones nave 1.

Plano 05: Esquema canalizaciones nave 2.

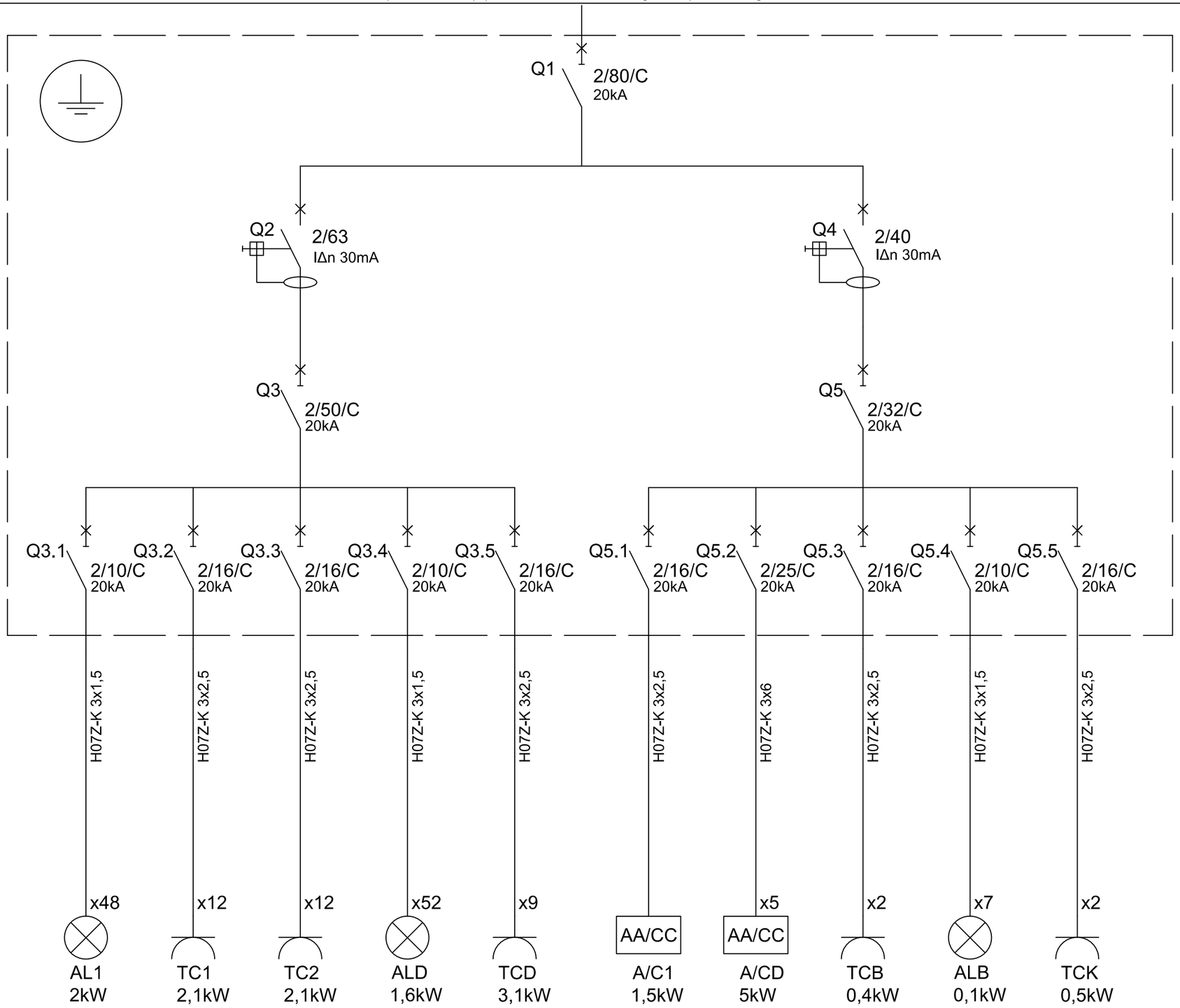
Plano 06: Esquema unifilar cuadros secundarios varios.

Plano 07: Esquema unifilar fotovoltaica.

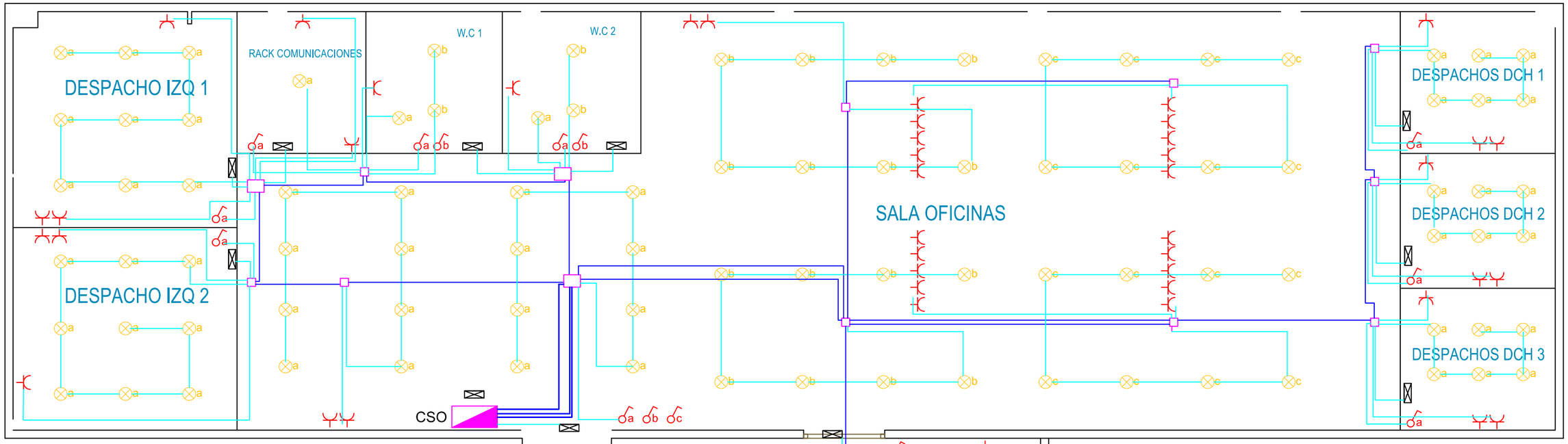
Plano 08: Esquema en planta disposición de las placas solares.

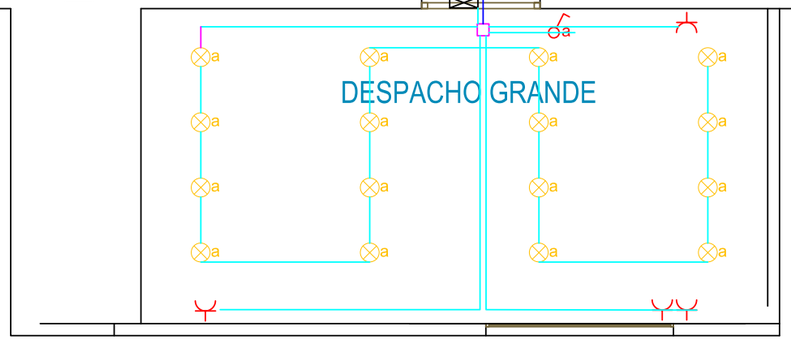


Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	06/05/2019	
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema Unifilar Cuadro General			01



Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	06/05/2019	
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema Unifilar Cuadro Secundario Oficinas (CSO)			02

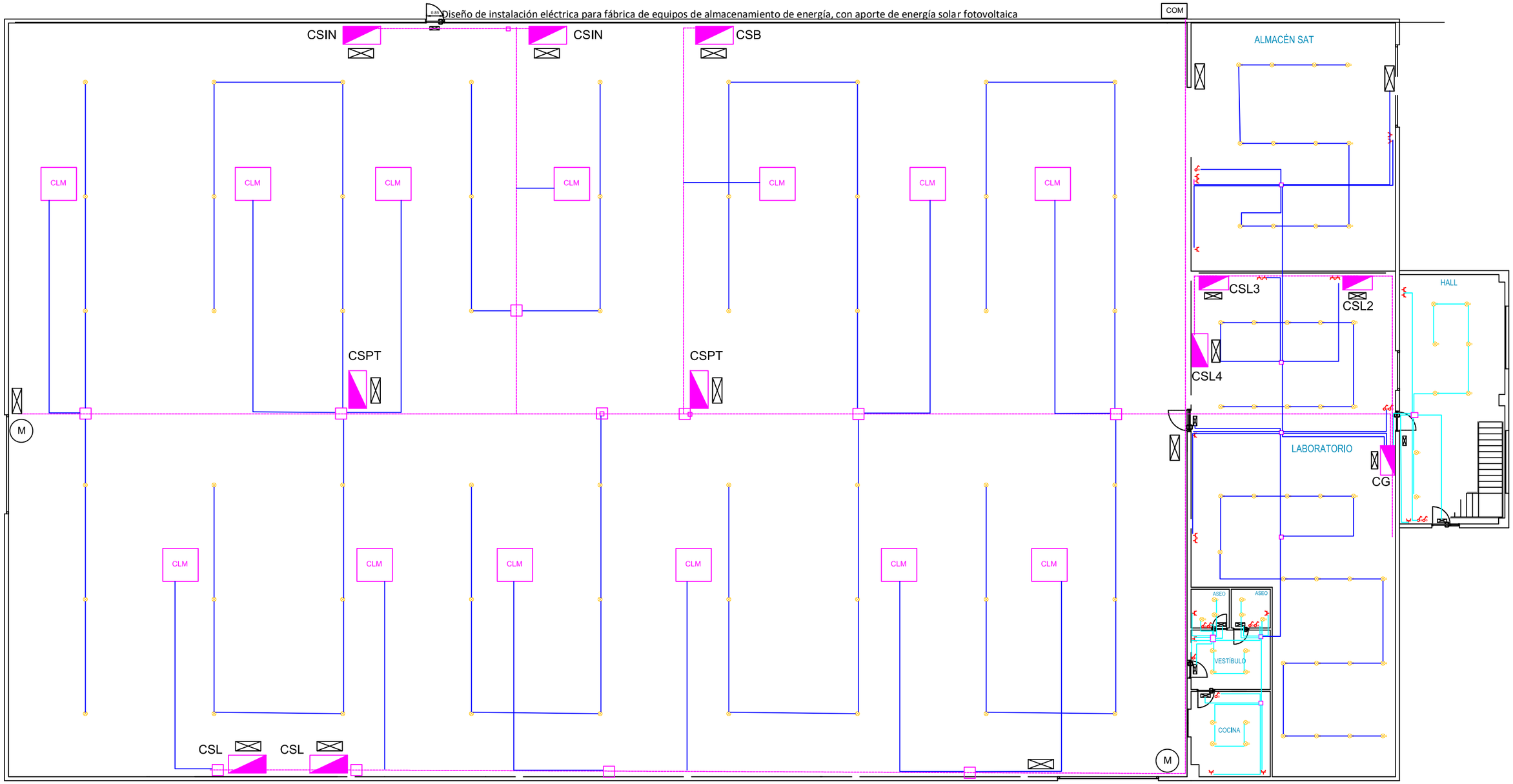




LEYENDA

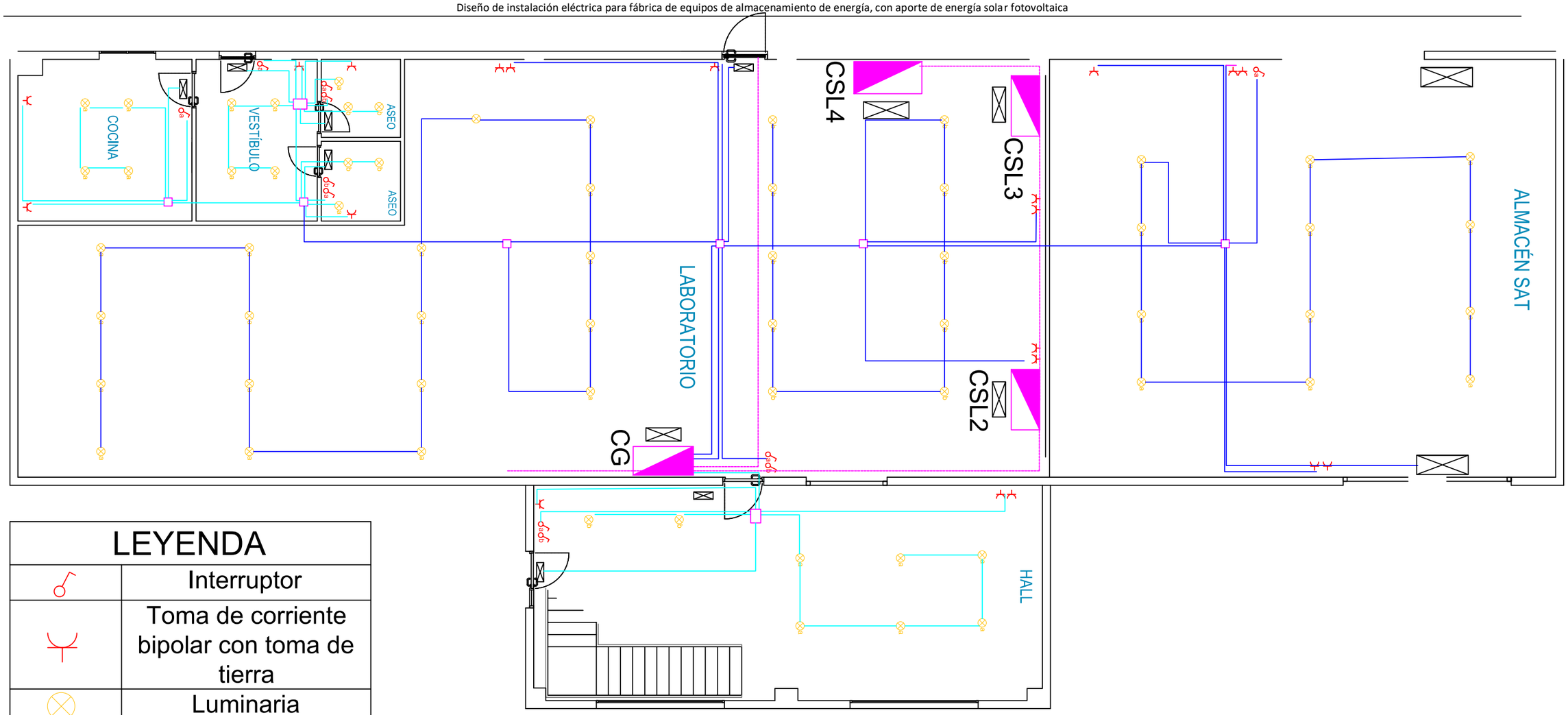
	Interruptor
	Toma de corriente bipolar con toma de tierra
	Luminaria
	Cuadro electrico
	Emergencias
	Corrugado 20mm
	Corrugado 25mm
	Caja 100x100
	Caja 153x110

Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	07/05/2019	
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema canalizaciones Oficinas			03



LEYENDA	
	Interruptor
	Toma de corriente bipolar con toma de tierra
	Luminaria
	Cuadro electrico
COM	Compresor
M	Motor persianas
	Emergencias
	Tubo PVC rígido
	Bandeja perforada
	Punto climatización
	Caja 100x100
	caja 153x110
	Corrugado 20mm

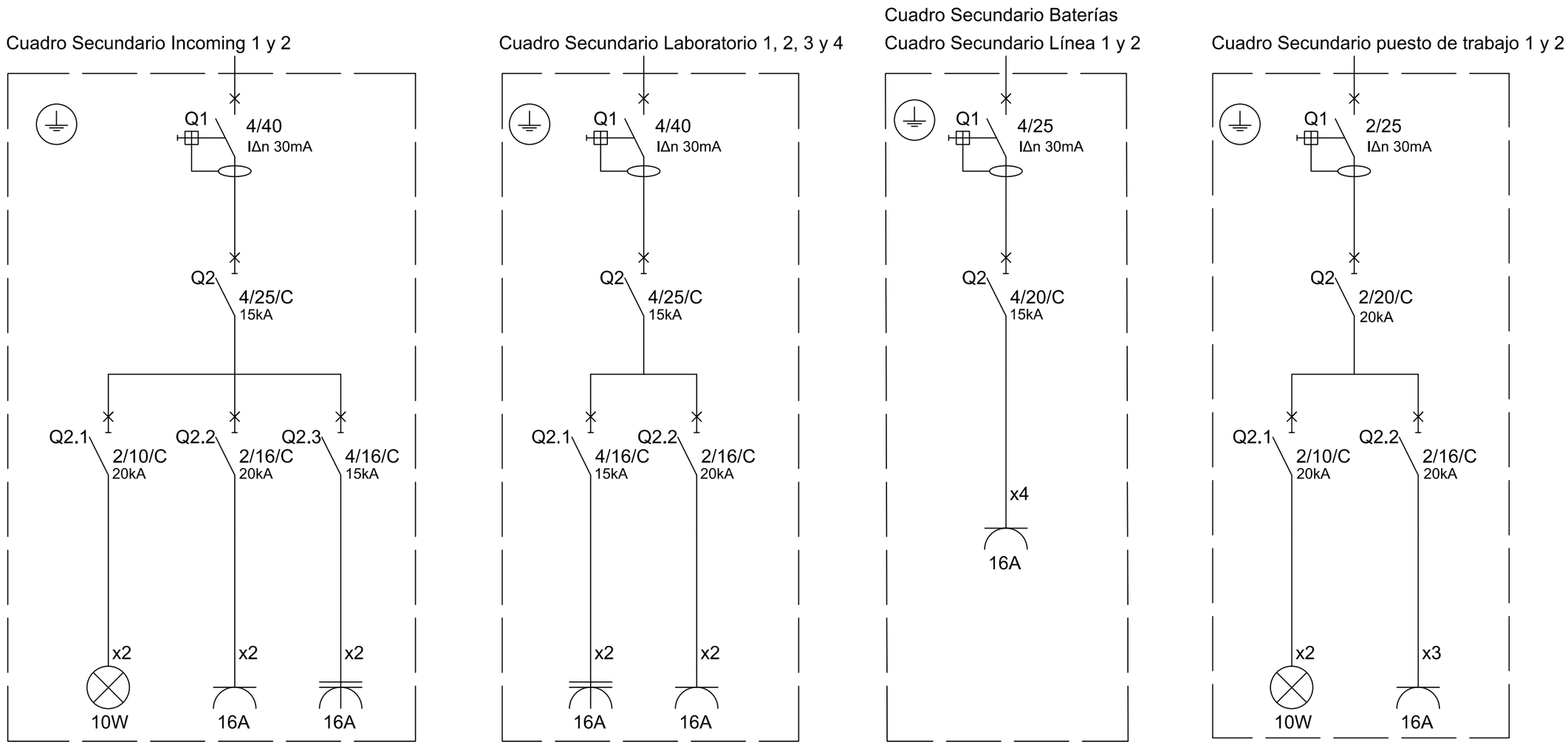
Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	07/05/2019	Grado 11
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema canalizaciones Nave 1			04



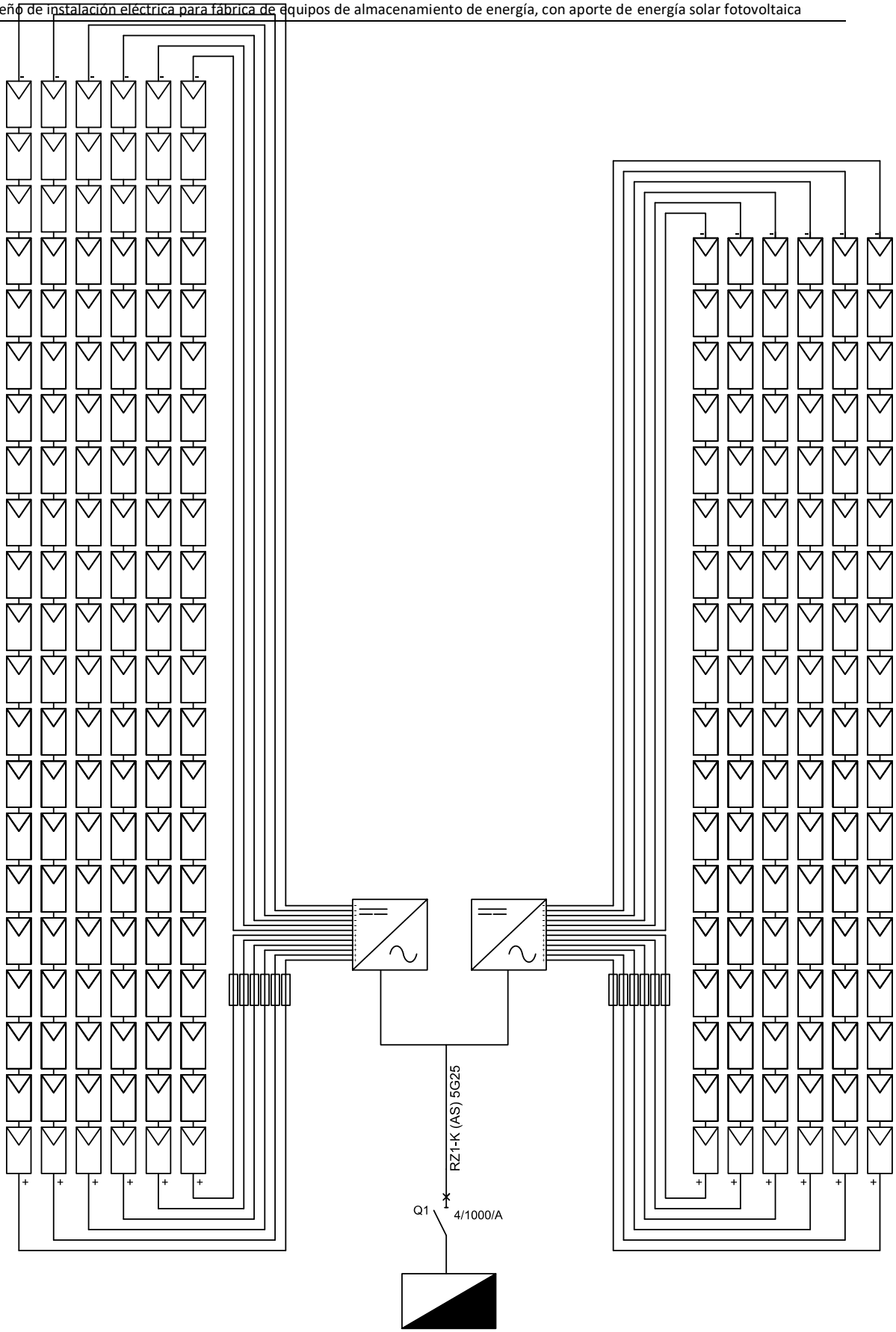
LEYENDA

	Interruptor
	Toma de corriente bipolar con toma de tierra
	Luminaria
	Cuadro electrico
COM	Compresor
M	Motor persianas
	Emergencias
	Tubo PVC rígido
	Bandeja perforada
CLM	Punto climatización
	Caja 100x100
	caja 153x110
	Corrugado 20mm

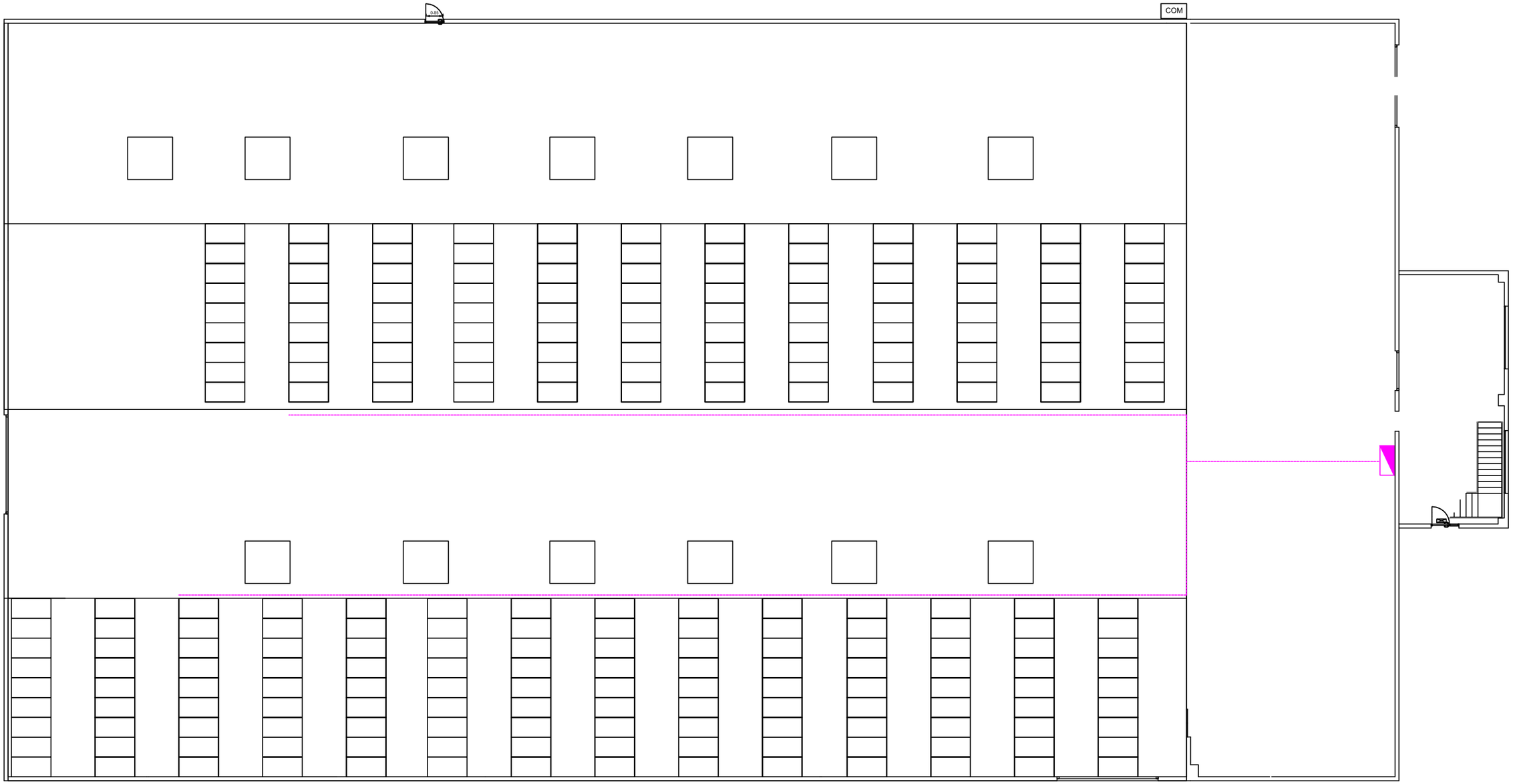
Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado	Hoja 1/2
mm	Dibujado	Rafael Núñez	07/05/2019		
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Escala	Título				Nº de plano
1:1	Esquema canalizaciones Nave 2				05



Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	06/05/2019	
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema Unifilar Cuadros Secundarios Varios			06



Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado	
mm	Dibujado	Rafael Núñez	11/05/2019		
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Escala	Título				Nº de plano
1:1	Esquema Unifilar Fotovoltaica				07



LEYENDA	
	Bandeja perforada
	Panel solar
	Cuadro general

Unidad		Nombre	Fecha	Trabajo Fin de Grado
mm	Dibujado	Rafael Núñez	07/05/2019	
	Revisado			INGENIERÍA ELÉCTRICA
Escala	Título			Nº de plano
1:1	Esquema en planta disposición de las placas solares			08

DOCUMENTO Nº3, PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº3, PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE GENERAL

3.1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 118

3.1.1 Condiciones generales..... 118

3.1.2 Canalizaciones eléctricas 118

3.1.3 Conductores..... 123

3.1.4 Cajas de empalmes..... 125

3.1.5 Mecanismos y tomas de corriente 125

3.1.6 Aparamenta de mando y protección..... 126

3.1.7 Receptores de alumbrado 130

3.1.8 Puesta a tierra..... 130

3.1.9 Inspecciones y pruebas 132

3.1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

3.1.1 CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Técnica.

3.1.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, directamente empotrados en estructuras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos,

de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores serán no metálicos, clasificándose según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423.

Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles. En ambos casos, para determinar las características mínimas de los mismos, se seguirá las tablas indicadas en el punto 1.1.2.4 de la memoria descriptiva del proyecto.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos,

cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja. Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Para determinar sus características mínimas, se seguirá las tablas indicadas en el punto 1.1.2.4 de la memoria descriptiva del proyecto.

Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

3.1.3 CONDUCTORES

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en la Memoria y los Planos.

Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

De 0,6/1 kV de tensión nominal:

- Conductor: de cobre
- Formación: uni-tetrapolares.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
- Instalación: en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible:

Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITCBT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente.

Identificación de los conductores

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tabla 32. Resistencia de aislamiento.

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	≥0,25
≤ 500 V	500	≥0,50
> 500 V	1000	≥1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.1.4 CAJAS DE EMPALMES

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión. Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.1.5 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las

piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 ºC en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.1.6 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Cada circuito que tenga su salida desde el cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos

una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier

caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte

electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor general de entrada al cuadro, así como los interruptores que corten el suministro a los cuadros secundarios, serán selectivos con los interruptores situados aguas debajo de los mismos.

Fusibles

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente.

Interruptores diferenciales

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de

protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

Embarrados

El cuadro general dispondrá de un embarrado, el cual constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de un embarrado independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos.

Fijación de circuitos y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida. Se proveerán prensaestopas y racor para fijar todas las entradas y salidas de los cables en los cuadros.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

3.1.7 RECEPTORES DE ALUMBRADO

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

3.1.8 PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Toma de tierra

Para la toma de tierra se utilizará un electrodo formado por un conductor desnudo de 35 mm de diámetro, dispuesto en anillo, enterrado a una profundidad del terreno no inferior a 0,8 m, siguiendo las indicaciones del apartado 1.1.2.7 de la Memoria de este proyecto.

A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Al conductor en anillo o bien a los electrodos, se conectarán en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Conductor de tierra

La sección de los conductores de tierra, estará de acuerdo con los valores indicados en la ITC-BT-18:

Tabla 33. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. (Obtenido de la ITC-BT-18 tabla 1.)

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm^2 Cobre 16 mm^2 Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm^2 Cobre 50 mm^2 Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Borne de puesta a tierra

En el borne principal de puesta a tierra se unirán los siguientes conductores:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductor de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla 34. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase. (Obtenido de la ITC-BT.18 tabla 2)

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

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

3.1.9 INSPECCIONES Y PRUEBAS

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohms.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro de baja tensión en funcionamiento y se comprobará que todos los elementos funcionan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Control

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

DOCUMENTO Nº4, PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4, PRESUPUESTO

ÍNDICE GENERAL

4.1 PRECIOS UNITARIOS 137

4.1.1 Aparamenta 137

4.1.2 Cableado 143

4.1.3 Canalizaciones 147

4.1.4 Fotovoltaica 149

4.1.5 Mecanismos y tomas de corriente 150

4.1.6 luminarias 152

4.2 MEDICIÓN 153

4.3 RESUMEN 157

4.1 PRECIOS UNITARIOS

4.1.1 APARAMENTA

Cuadro para alojar los fusibles de protección de las placas solares y el dispositivo de corte de la salida del inversor hacía el cuadro general.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE (€)**
AME	18419	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	38,1	38,1
AME	138976	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	1 und	20	20
Autosolar		IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	1 und	6,5	6,5
AME	217849	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 16A; Nro.polares: 4	1 und	24,7	24,7
		Oficial 1º Electricista	2 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	250,7	7,51
Precio total por unidad……					**367,79**

Cuadro secundario para alimentar los puestos de trabajo en montaje.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
TME	A9Z01225	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	38,1	38,1
TME	A9F04220	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	1 und	20	20

TME	A9F04210	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	1 und	6,5	6,5
TME	A9F04216	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 16A; Nro.polares: 4	1 und	24,7	24,7
AME	96739	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP44 2P+T, 16A, 250V~, - SOLERA	2 und	4,2	8,4
AME	215690	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP67 3P+N+T, 16A, 400 - SOLERA	2 und	10,43	20,86
AME	188244	CAJA INDUSTRIAL 16 ELEMENTOS.DE 362X500X160. LATER - SOLERA	1 und	82,1047	82,10
		Oficial 1º Electricista	2 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	250,7	7,51
Precio total por unidad…….					**143,87**

Cuadro para alimentar la estación de carga de baterías de producción y de la línea de trabajos externos.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
TME	A9Z21425	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	38,1	38,1
TME	A9F07420	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	1 und	20	20
AME	150893	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	1 und	6,5	6,5
AME	188244	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 16A; Nro.polares: 4	1 und	24,7	24,7
		Oficial 1º Electricista	2 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	250,7	7,51
Precio total por unidad…….					**183,78**

Cuadro para alimentar los equipos de pruebas del laboratorio.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
TME	A9Z01440	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	38,1	38,1
TME	A9F07425	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	1 und	20	20
TME	A9F04216	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	1 und	6,5	6,5
TME	A9F07416	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 16A; Nro.polares: 4	1 und	24,7	24,7
AME	96739	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP44 2P+T, 16A, 250V~, - SOLERA	2 und	4,2	8,4
AME	150893	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP67 3P+N+T, 16A, 400 - SOLERA	2 und	10,43	20,86
AME	96721	CAJA INDUSTRIAL 16 ELEMENTOS.DE 362X500X160. LATER - SOLERA	1 und	82,1047	82,10
		Oficial 1º Electricista	2 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	250,7	7,51
Precio total por unidad…….					**258,7**

Cuadro para alimentar zona de test de equipos de producción.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
TME	A9Z01440	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	38,1	38,1
TME	A9F07425	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	1 und	20	20
TME	A9F04210	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 10A - Curva C	1 und	6,56	6,56

TME	A9F04216	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	1 und	6,5	6,5
TME	A9F07416	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 16A; Nro.polares: 4	1 und	24,7	24,7
AME	96739	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP44 2P+T, 16A, 250V~, - SOLERA	2 und	4,2	8,4
AME	150893	BASES TRASCUADRO INCLINADAS.IP67 3P+N+T, 16A, 400 - SOLERA	2 und	10,43	20,86
AME	96721	CAJA INDUSTRIAL 16 ELEMENTOS.DE 362X500X160. LATER - SOLERA	1 und	82,1047	82,1047
		Oficial 1º Electricista	2 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	257,2247	7,716741
Precio total por unidad…….					**264,94**

Cuadro para alimentar los circuitos de las oficinas.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
AME	241950	INT.AUT Schneider C120H 2P 80A C 15000A Acc - Schneider Electric	1 und	214,8	214,8
TME	A9Z21263	Interruptor diferencial; Itrab: 63A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 2	1 und	34,7	34,7
TME	A9F04240	iC60N - interruptor automático en miniatura - 2P - 40A - curva C	1 und	9,39	9,39
TME	A9F04250	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 50A; Nro.polares: 2	1 und	13,83	13,83
TME	A9F04232	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 32A - Curva C	1 und	8,52	8,52
TME	A9F04210	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 10A - Curva C	3 und	6,56	19,68

TME	A9F04216	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	6 und	6,5	39
TME	A9F04225	iC60N - interruptor de circuito en miniatura - 2P - 25A - curva C	1 und	7,46	7,46
AME	155080	CAJA DISTR.EMP.36 ELEM.PTA.FUME - SOLERA	1 und	29,96	29,96
		Oficial 1º Electricista	6 h	25	150
		Costes indirectos	3 %	527,34	15,82
Precio total por unidad…….					**543,16**

Cuadro general para alimentar los diferentes cuadros secundarios y circuitos varios.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
Schneider	33421	Interruptor-seccionador Compact NS630b NA - 630 A - 4 polos	1 und	2452,8	2452,8
Schneider	28073	Bobina de disparo Compact MX - 380..415 V CA 50Hz	1 und	122,1	122,1
Schneider	18629	NG125 - Interruptor automático magnetotérmico - NG125N - 2P - 80A - curva C	1 und	226	226
TME	A9F07425	IC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 25A - curva C	4 und	20	80
TME	A9F04216	IC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 16A - Curva C	7 und	6,5	45,5
TME	A9F04210	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 10A - Curva C	11 und	6,56	72,16
TME	A9F04232	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 32A - Curva C	2 und	8,52	17,04
TME	A9F04206	iC60N - Interruptor de circuito en miniatura - 2P - 6A - Curva C	2 und	7,43	14,86

TME	A9F04225	iC60N - interruptor de circuito en miniatura - 2P - 25A - curva C	1 und	7,46	7,46
TME	A9F04240	iC60N - interruptor automático en miniatura - 2P - 40A - curva C	1 und	9,39	9,39
TME	A9F07440	iC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 40A - curva C	2 und	25	50
TME	A9F07420	iC60H - interruptor de circuito en miniatura - 4P - 20A - curva C	1 und	20,29	20,29
TME	A9F03450	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 50A; Nro.polares: 4	2 und	10,8	21,6
TME	PLHT-B100/4	Interruptor magnetotérmico; 400VCA; Itrab: 100A; Nro.polares: 4	1 und	159,78	159,78
TME	A9Z01225	Interruptor diferencial; Itrab: 25A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 2	2 und	19,65	39,3
TME	A9Z01240	Interruptor diferencial; Itrab: 40A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 2	2 und	23,77	47,54
TME	A9Z01463	Interruptor diferencial; Itrab: 63A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	2 und	36	72
TME	A9Z11491	Interruptor diferencial; Itrab: 100A; Idifer: 30mA; Nro.polares: 4	1 und	69,22	69,22
LEGRAND	337573	Armario electrico 36 modulos	1 und	169,73	169,73
LEGRAND	339906	Soporte aislante embarrado	1 und	67,29	67,29
LEGRAND	37440	Embarrado de cobre	1 und	301,2	301,2
		Oficial 1º Electricista	13 h	25	325
		Costes indirectos	3 %	4390	131,70
Precio total por unidad……..					**4522**

4.1.2 CABLEADO

Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de 1,5 mm^2 de sección, con aislamiento de mezcla reticulada de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 450/750 V.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE
TME	4726011	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 1,5mm2; negro; FRNC; 450/750V; Clase:	1 m	0,27	0,27
TME	4726021	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 1,5mm2; azul; FRNC; 450/750V; Clase: 5	1 m	0,27	0,27
TME	4726001	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 1,5mm2; amarillo-verde; FRNC; 450/750V	1 m	0,26	0,26
		Oficial 1º Electricista	0,004 h	25	50
		Costes indirectos	3 %	0,9	0,027
				Precio total por metro…….	**0,927**

Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de 2,5 mm^2 de sección, con aislamiento de mezcla reticulada de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 450/750 V.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE
TME	4726012	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 2,5mm2; negro; FRNC; 450/750V; Clase: 5	1 m	0,43	0,43
TME	4726022	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 2,5mm2; azul; FRNC; 450/750V; Clase: 5	1 m	0,43	0,43
AME	252661	H07Z-K 90°C 1X2,5 GNYE	1 m	0,42	0,42
		Oficial 1º Electricista	0,004 h	25	0,1
		Costes indirectos	3 %	1,38	0,0414
				Precio total por metro…….	**1,421**

Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de 6 mm^2 de sección, con aislamiento de mezcla reticulada de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 450/750 V.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE
TME	4726014	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 6mm2; negro; FRNC; 450/750V; Clase: 5	1 m	0,94	0,94
TME	4726024	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 6mm2; azul; FRNC; 450/750V; Clase: 5	1 m	0,92	0,92
AME	252666	H07Z-K 90°C 1X6 GNYE	1 m	0,92	0,92
		Oficial 1º Electricista	0,004 h	25	0,1
		Costes indirectos	3 %	2,88	0,0864
		Precio total por metro…….			**2,966**

Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de 16 mm² de sección, con aislamiento de mezcla reticulada de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 450/750 V.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE
TME	4726016	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 16mm2; negro; FRNC; 450/750V	1 m	2,96	2,96
TME	4726026	Cable; H07Z-K; cuerda; Cu; 16mm2; azul; FRNC; 450/750V	1 m	2,96	2,96
AME	252667	H07Z-K 90°C 1X16 GNYE	1 m	2,35	2,35
		Oficial 1º Electricista	0,004 h	25	0,1
		Costes indirectos	3 %	8,37	0,2511
		Precio total por metro…….			**8,621**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 2x1,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10085629	ALSECURE RZ1-K (AS), 2X1,5 MM, R100 - NEXANS	1 m	0,714	0,714
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05

		Costes indirectos	3 %	0,764	0,02292
				Precio total por metro…….	**0,782**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G2,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10082379	ALSECURE RZ1-K (AS), 3G2,5 MM - NEXANS	1 m	1,18	1,18
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	1,23	0,0369
				Precio total por metro…….	**1,266**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10085984	ALSECURE RZ1-K (AS), 3G4 MM - NEXANS	1 m	1,51	1,51
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	1,56	0,0468
				Precio total por metro…….	**1,606**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10082474	ALSECURE RZ1-K (AS), 3G10 MM - NEXANS	1 m	3,383	3,383
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	3,433	0,10299

Precio total por metro…….	**3,535**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G2,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10086473	ALSECURE RZ1-K (AS), 5G2,5 MM - NEXANS	1 m	1,74	1,74
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	1,79	0,0537
		Precio total por metro…….			**1,843**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10086493	ALSECURE RZ1-K (AS), 5G6 MM - NEXANS	1 m	3,388	3,388
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	3,438	0,10314
		Precio total por metro…….			**3,541**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AME	NEXA10082484	ALSECURE RZ1-K (AS), 5G10 MM - NEXANS	1 m	5,8515	5,8515
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	5,9015	0,177045
		Precio total por metro…….			**6,078**

Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
AME	NEXA10082486	ALSECURE RZ1-K (AS), 5G25 MM - NEXANS	1 m	13,759	13,759
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	13,809	0,41427
				Precio total por metro…….	**14,22**

Línea para la instalación fotovoltaica compuesta por dos conductores unipolares, de cobre flexible clase 5 de 4 mm² de sección cada uno, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto mezcla termoplástica de Poliolefina libre de halógenos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	114055	CABLE CERO HALOGENO SOLAR 1X4 MM NEGRO- GENERAL CABLE	2 und	0,44	0,88
		Oficial 1º Electricista	0,002 h	25	0,05
		Costes indirectos	3 %	0,93	0,0279
				Precio total por metro…….	**0,9579**

4.1.3 CANALIZACIONES

Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x60.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	13239	BANDEJA REJILLA REJIBAND BICROMATADA 60X 60 3MTS - PEMSA	1 m	2,56	2,56
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	8,355	0,09705
				Precio total por metro…….	**3,332**

Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x100.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	13240	BANDEJA REJILLA REJIBAND BICROMATADA 60X100 3MTS - PEMSA	1 m	3,093	30,93
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	31,605	0,11304
				Precio total por metro…….	**3,881**

Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x200.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	13242	BANDEJA REJILLA REJIBAND BICROMATADA 60X200 3MTS - PEMSA	1 m	4,691	4,691
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	5,366	0,16098
				Precio total por metro…….	**5,526**

Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x400.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	13244	BANDEJA REJILLA REJIBAND BICROMATADA 60X400 3MTS - PEMSA	1 m	8,81	8,81
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	9,485	0,28455
				Precio total por metro…….	**9,769**

Canalización fija en superficie de tubo PVC rígido de diámetro 16 mm.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	855	TUBO PVC RIGIDO D16 GR ENCHUFABLE - AISCAN	1 m	0,892	0,892

		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	1,567	0,04701
				Precio total por metro…….	**1,614**

Canalización empotrada de tubo corrugado de diámetro 20 mm.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	872	TUBO PVC CORRUGADO D20 NG - AISCAN	1 m	0,2765	0,2765
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	0,9515	0,028545
				Precio total por metro…….	**0,980**

Canalización empotrada de tubo corrugado de diámetro 25 mm.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	873	TUBO PVC CORRUGADO D25 NG - AISCAN	1 m	0,3634	0,3634
		Oficial 1º Electricista	0,027 h	25	0,675
		Costes indirectos	3 %	1,0384	0,031152
				Precio total por metro…….	**1,069**

4.1.4 FOTOVOLTAICA

Coste de la instalación de las placas solares.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Technosun		Panel solar 330W policristalino-RED330-144P(1996x992x40mm) NOVA SPLIT CELL Series-RED SOLAR	1 und	122,57	122,57
Autosolar		Estructura	1 und	32	32

Autosolar		soportes placas en estructura	3,5 und	1	3,5
		Oficial 1º Electricista	0,25	25	6,25
		Costes indirectos	3 %	164,32	4,9296
				Precio total por unidad…….	**169,25**

Coste de la instalación del Inversor					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Technosun		Inversor Ingecon Sun 3 play 33kW TL-STD INGETEAM	1 und	1913,45	1913,45
		Oficial 1º Electricista	0,25	25	6,25
		Costes indirectos	3 %	1919,7	57,591
				Precio total por unidad…….	**1977,291**

4.1.5 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Coste de la instalación de un interruptor interior.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	16452	INTERRUPTOR UNIP.ANCHO S.27 BL-NIEVE 27101-65 - SIMON	1 und	2,96	2,86
AME	76842	MARCO 1 ELEMENTO S.27 PLAY BL 2700610-030 - SIMON	1 und	1,88	1,88
AME	18369	CAJA UNIV. CUADRADA ENLAZABLE - SOLERA	1 und	0,3239	0,3239
		Oficial 1º Electricista	0,16 h	25	4,16
		Costes indirectos	3 %	9,2239	0,2767
				Precio total por unidad…….	**9,5**

Coste de la instalación de una base de enchufe interior.

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
AME	76842	MARCO 1 ELEMENTO S.27 PLAY BL 2700610-030 - SIMON	1 und	1,88	1,88
AME	78680	BASE 2P TT LAT.SCHUKO+SEG.S.27 BL-NIEVE 27432-65 - SIMON	1 und	3,7367	3,7367
AME	18369	CAJA UNIV. CUADRADA ENLAZABLE - SOLERA	1 und	0,3239	0,3239
		Oficial 1º Electricista	0,16 h	25	4,16
		Costes indirectos	3 %	10,1	0,303
				Precio total por unidad…….	**10,403**

Coste de la instalación de una base de enchufe estanca.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	82216	BASE SCHUKO PLEXO SUP IP55 MONOBLOCK - LEGRAND	1 und	10,5386	10,5386
		Oficial 1º Electricista	0,16 h	25	4,16
		Costes indirectos	3 %	14,6986	0,4409
				Precio total por unidad…….	**15,139**

Coste de la instalación de un interruptor estanco.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
AME	89196	INT/CONM SUP PLEXO IP55 MONOBLOCK GR - LEGRAND	1 und	8,1765	8,1765
		Oficial 1º Electricista	0,16 h	25	4,16
		Costes indirectos	3 %	12,3365	0,37
				Precio total por unidad…….	**12,706**

4.1.6 LUMINARIAS

Coste de las luminarias de la instalación.					
DISTRIBUIDOR	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
PHILIPS		PHILIPS BY481X GRN250S/840 WB PC ACW WH	54 und	600	32400
PHILIPS		PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC	128 und	40	5120
PHILIPS		PHILIPS BN124C L1500 1 xLED60S/830	37 und	50	1850
PHILIPS		PHILIPS DN460B 1xLED11S/830 W	13 und	200	2600
AME	61039	CONJUNTO DE BANDEROLA PARA EMERGENCIAS - LEGRAND	35 und	47,2736	1654,576
		Oficial 1º Electricista	44,5 h	25	1112,5
		Costes indirectos	3 %	43737,1	1312,112
				Precio total…….	**46049,19**

4.2 MEDICIÓN

APARAMENTA			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE (€)**
Cuadro para alojar los fusibles de protección de las placas solares y el dispositivo de corte de la salida del inversor hacía el cuadro	1	367,79	367,79
Cuadro secundario para alimentar los puestos de trabajo en montaje.	2	143,87	287,74
Cuadro para alimentar la estación de carga de baterías de producción y de la línea de trabajos	3	183,78	551,34
Cuadro para alimentar los equipos de pruebas del laboratorio.	4	258,7	1034,8
Cuadro para alimentar zona de test de equipos de producción.	2	264,94	529,88
Cuadro para alimentar los circuitos de las oficinas.	1	543,16	543,16
Cuadro general para alimentar los diferentes cuadros secundarios y circuitos varios.	1	4522	4522
Precio total…….			**7836,71**

CABLEADO			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE (€)**
Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de	400	0,927	370,8
Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de	300	1,421	426,3
Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de	100	2,966	296,6
Línea compuesta por tres conductores unipolares H07Z-K, de cobre flexible clase 5 de	10	8,621	86,21
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 2x1,5 mm2 de	240	0,782	187,68
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G2,5 mm2	690	1,266	873,54
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G4 mm2 de	78	1,606	125,268
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 3G10 mm2 de	80	3,535	282,8
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G2,5 mm2	73	1,843	134,539
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G6 mm2 de	47	3,541	166,427
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G10 mm2 de	400	6,078	2431,2
Línea compuesta por un cable multipolar RZ1-K (AS), de cobre flexible clase 5 de 5G25 mm2 de	33	14,22	469,26
Línea para la instalación fotovoltaica compuesta por dos conductores unipolares, de	630,5	0,9579	603,956
Precio total…….			**6454,57**

CANALIZACIONES			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x60.	33	3,332	109,956
Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x100.	30	3,881	116,43
Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x200.	87	5,526	480,762
Canalización fija en superficie de bandeja metálica perforada de 60x400.	78	9,769	761,982
Canalización fija en superficie de tubo PVC rígido de diámetro 16 mm.	60	1,614	96,84
Canalización empotrada de tubo corrugado de diámetro 20 mm.	300	0,98	294
Canalización empotrada de tubo corrugado de diámetro 25 mm.	150	1,069	160,35
Precio total…….			**2020,32**

FOTOVOLTAICA			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Coste de la instalación de las placas solares.	234	169,25	39604,5
Coste de la instalación del Inversor	2	1977,3	3954,582
Precio total…….			**43559.08**

MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Coste de la instalación de un interruptor interior.	22	9,5	209
Coste de la instalación de una base de enchufe interior.	55	10,403	572,165
Coste de la instalación de una base de enchufe estanca.	12	15,139	181,668
Coste de la instalación de un interruptor estanco.	3	12,706	38,118
Precio total…….			**1000,95**

LUMINARIAS			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**PRECIO (€)**	**IMPORTE (€)**
Coste de las luminarias de la instalación.	1	46049	46049,19
Precio total…….			**46049,19**

4.3 RESUMEN

DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
Aparamenta	7836,71
Cableado	6454,58
Canalizaciones	2020,32
Fotovoltaica	43559,08
Mecanismos y tomas de corriente	1000,95
Luminarias	46049,19
Total…….	**106921**
21 % IVA……..	**22453,4**
Precio total + IVA…….	**129374,37**
El presupuesto asciende a la cantidad de ciento veintinueve mil trescientos setenta y cuatro euros con treinta y siete céntimos.	