

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática  
Trabajo de Fin de Grado**

---

**Instalación eléctrica para el  
desarrollo de un entorno de  
computación de alto  
rendimiento**

---

**Autor: Javier Rubio Rodríguez**

**Tutor: Benjamín J. González Díaz**

**Fecha: julio de 2017**

## Agradecimientos

*En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutor, el Dr. Benjamín González Díaz, no tan solo por la ayuda prestada para la realización de este trabajo, sino por la etapa en la que le he tenido como profesor. Sus conocimientos, su dedicación y su paciencia han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo que sin él, no hubiera sido posible.*

*Me gustaría agradecer también de forma muy destacada a mi hermano Luis Alberto. Sin su apoyo y consejos habría sido una tarea mucho más difícil.*

*Para terminar, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional en todas mis decisiones y por sus consejos durante la realización de este trabajo.*

# Índice general

<b>Parte I. Hoja de identificación</b>	<b>6</b>
<b>Parte II. Resumen/Abstract</b>	<b>8</b>
<b>Parte III. Memoria</b>	<b>10</b>
<b>Parte IV. Anexos</b>	<b>51</b>
<b>Parte V. Conclusiones/Conclusions</b>	<b>203</b>
<b>Parte VI. Planos</b>	<b>205</b>
<b>Parte VII. Pliego de condiciones</b>	<b>226</b>
<b>Parte VIII. Presupuesto</b>	<b>263</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Instalaciones de la Tenerife LAN Party.....	13
Figura 2. Mapa de las instalaciones.....	16
Figura 3. Esquema para un único usuario .....	21
Figura 4. Conjunto de Protección y Medida .....	23
Figura 5. Rack para telecomunicaciones .....	28
Figura 6. Magnotérmicos de dos polos (izquierda) y de tres polos (derecha).....	30
Figura 7. Interruptores diferenciales .....	31
Figura 8. Conductor RZ1-K(AS).....	31
Figura 9. Conductor H07Z1-K(AS).....	31
Figura 10. Canalización por bandeja perforada.....	33
Figura 11. Caja de fuerza de suelo .....	33
Figura 12. Caja de fuerza conferencias .....	33
Figura 13. Caja de registro.....	34
Figura 14. Configuración en estrella .....	37
Figura 15. Cable UTP.....	38
Figura 16. Switch.....	39
Figura 17. Switch general.....	39
Figura 18. Estándar de grimpaje T-568B.....	40
Figura 19. Grimpador .....	41
Figura 20. Clavija RJ45 .....	41
Figura 21. Testeador de red.....	41
Figura 22. Curvas magnetotérmico.....	69
Figura 23. Gráfica de curvas.....	70
Figura 24. Plano de trabajo .....	74

## Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de superficies .....	16
Tabla 2. Lista de luminarias .....	19
Tabla 3. Lista de receptores.....	20
Tabla 4. Identificación de los conductores .....	32
Tabla 5. Canalizaciones con tubos al aire .....	32
Tabla 6. Categorías UTP.....	38
Tabla 7. Valores VEEI límites.....	46
Tabla 8. Lista de luminarias .....	57
Tabla 9. Lista de receptores.....	58
Tabla 10. Máximas caídas de tensión permitidas .....	60
Tabla 11. Valores de conductividad para distintas temperaturas .....	60
Tabla 12. Valores de resistividad .....	62
Tabla 13. Método de instalación tipo D «Conductores enterrados» .....	64
Tabla 14. Cálculo Acometida 1 .....	65
Tabla 15. Cálculo Acometida 2 .....	66
Tabla 16. Cálculo Derivación individual 1 .....	66
Tabla 17. Cálculo Derivación individual 2 .....	67
Tabla 18. Tipos de electrodo.....	71
Tabla 19. Resistividad del terreno.....	71
Tabla 20. Tabla de cálculos lumínicos .....	75
Tabla 21. Grados de riesgo.....	168
Tabla 22. Evaluación de riesgos .....	171
Tabla 23. Gestión de riesgos .....	172
Tabla 24. Características mínimas para los tubos en canalizaciones aéreas .....	232
Tabla 25. . Características mínimas para los tubos en canalizaciones enterradas.....	233
Tabla 26. Características de las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias...	237
Tabla 27. Valores mínimos de la resistencia de aislamiento .....	240
Tabla 28. Características de los conductores de tierra enterrados .....	249
Tabla 29. Sección mínima de los conductores de protección.....	249
Tabla 30. Presupuesto: Primer Capítulo .....	266
Tabla 31. Presupuesto: Segundo Capítulo .....	267
Tabla 32. Presupuesto: Tercer Capítulo .....	269
Tabla 33. Presupuesto: Cuarto Capítulo .....	270
Tabla 34. Presupuesto: Quinto Capítulo .....	270
Tabla 35. Presupuesto: Sexto Capítulo .....	271
Tabla 36. Presupuesto: Séptimo Capítulo .....	271
Tabla 37. Presupuesto por contrata y resumen .....	271

## Parte I. Hoja de identificación

# Hoja de identificación

## Título del proyecto

Instalación eléctrica para el desarrollo de un entorno de computación de alto rendimiento.

## Emplazamiento geográfico

Dirección: Calle Pintor José Aguiar.

Municipio: San Cristóbal de La Laguna.

Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

Coordenadas geográficas (WGS84): 28° 29' 32,91" N, 16° 18' 39,585" W.

## Persona física o jurídica encargada del proyecto

Nombre: Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

Dirección: Avenida Astrofísico Fco. Sánchez s/n.

CP: 38205

Teléfono: 922 84 50 31

## Datos del autor del proyecto

Nombre: Javier Rubio Rodríguez.

NIF: 54115316-L

Estudios: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Dirección: Paseo Concepción Salazar n.º 1, vivienda 8.

CP: 38208

Teléfono: 647 16 32 87

Correo electrónico: [ccpjavierrubiorodriguez@gmail.com](mailto:ccpjavierrubiorodriguez@gmail.com)

## Responsable de la tutoría del proyecto

Nombre: Benjamín González Díaz.

Ubicación: Edificio Garoé, 1.ª planta. Avenida Astrofísico Fco. Sánchez s/n.

Teléfono: 922 31 86 45

Correo electrónico: [bgdiaz@ull.edu.es](mailto:bgdiaz@ull.edu.es)

## Parte II. Resumen/Abstract

## Resumen

El objetivo principal de este trabajo de Fin de Grado consiste en proyectar la instalación eléctrica, de iluminación y contra incendios de una Lan Party. Se ha realizado la instalación eléctrica teniendo en cuenta todo el reglamento: Tanto el REBT como sus ITC. Se han realizado a su vez diversos cálculos a lo largo de todo el proyecto, reflejados en los correspondientes anexos como son: la previsión de cargas, tipo de acometida, circuitos interiores así como el equilibrado de cargas y la tabla correspondiente a los cálculos eléctricos.

Estos cálculos eléctricos vienen determinados por diferentes datos como son: la sección del conductor, caída de tensión permitida, intensidad máxima admisible, etc.

Seguidamente se continuó en el diseño del sistema de iluminación elegido, apoyado por los informes del programa de cálculo Dialux. Se ha diseñado además el esquema a seguir en lo que respecta a la instalación de telecomunicaciones del recinto.

Para realizar todos los cálculos del proyecto se ha tenido en cuenta el reglamento asociado a cada apartado. Se ha tenido en cuenta además una posible ampliación del proyecto ya que a parte de este estudio se necesitaría incorporar un estudio de ventilación así como profundizar con más detalle en algunos aspectos.

## Abstract

The purpose of this Project is to design the electrical, lighting and fire safety installations of a Lan Party. The electrical installation has been projected taking into account all the different legislation: Both, REBT and their Complementary Instructions. We also established some different calculations during all the project, attached at the final chapter. Some of them are: charge estimation, type of connection, plan for the inner circuits, load-balancing system and the electrical calculations

These calculations are determined by different data such as: conductor cross section, maximum voltage drop, maximum permitted current, etc.

Afterwards we continue with the design of the lighting system, supported by the different information extracted from the program Dialux. We also designed the schema related to the telecommunication installation.

When we made all the calculus of the project we took in to account all the legislation related with each section. In addition, we considered a future work improvement due to the fact that we didn't study the air circulation system.

## Parte III. Memoria

# Índice de Memoria

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 2. Aspectos Generales.....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo del proyecto .....	14
2.2 Alcance .....	14
2.3 Peticionario .....	14
2.4 Emplazamiento .....	14
2.5 Descripción general .....	14
2.6 Normativa aplicada .....	16
2.6.1 Programas de cálculo .....	17
<b>Capítulo 3. Descripción de la propuesta técnica.....</b>	<b>18</b>
3.1 Descripción de la instalación eléctrica en baja tensión .....	18
3.1.1 Previsión de potencia .....	18
3.1.2 Suministro .....	20
3.1.3 Punto de conexión .....	20
3.1.4 Instalación de enlace .....	20
3.1.5 Acometida .....	22
3.1.6 Caja de Protección y Medida.....	22
3.1.7 Interruptor de Protección contra Incendios (IPI).....	23
3.1.8 Derivación individual.....	24
3.1.9 Dispositivo de control de potencia.....	24
3.1.10 Dispositivos generales de mando y protección .....	25
3.1.11 Protecciones generales .....	29
3.1.12 Instalaciones interiores .....	31
3.1.13 Instalación pública concurrencia .....	34
3.1.14 Instalación puesta a tierra.....	35
3.1.15 Instalación de telecomunicaciones.....	36
<b>Capítulo 4. Diseño y control del sistema de iluminación.....</b>	<b>44</b>
4.1 Características generales y niveles de iluminación .....	44
4.2 Alumbrado interior.....	45
4.2.1 Cumplimiento del Documento Básico CTE en cuanto a iluminación: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (HE-3).....	46
4.2.2 Cumplimiento del Documento Básico CTE en cuanto a la iluminación: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación adecuada (SU-4).....	47
4.3 Alumbrado de emergencia.....	47
4.4 Contra incendios .....	48
4.4.1 Detección, alarma y extinción de incendios .....	49
4.4.2 Señalización de instalaciones manuales de protección contra incendios.....	50

# Capítulo 1. Introducción

Una **LAN party** o **fiesta LAN** es un evento que reúne a un grupo de personas con sus equipos informáticos para realizar diferentes actividades, como jugar a juegos en línea, compartir e intercambiar información, y que permite además conocer gente, hacer nuevas amistades y aprender de otras personas sobre tecnologías de la información y las comunicaciones.

El nombre proviene de la forma en la que se interconectan los ordenadores: mediante una red de área local (en inglés, *local area network*, LAN), lo que les permite intercambiar datos a altas velocidades. Hay diferentes "variaciones" de LAN, es decir, existen diferentes tipos de redes, como son las redes inalámbricas y las redes cableadas. Generalmente, en este tipo de eventos, las conexiones son por medio de redes cableadas pues se obtienen mayor velocidad y rendimiento y se evitan las interferencias propias de las redes inalámbricas.

En gran medida, los objetivos de una LAN Party son los siguientes:

- Conectar directamente nuestro equipo informático con el de otras personas, pudiendo alcanzar grandes velocidades de interconexión de las que es imposible beneficiarse estando conectado a Internet. Gracias a esta gran velocidad se consigue jugar partidas y campeonatos de juegos multijugador prácticamente en tiempo real, así como intercambiar archivos de gran tamaño en pocos minutos, o incluso segundos. Para lograr esto, los equipos se interconectan utilizando sus tarjetas de red ethernet para enlazarse a un concentrador, usualmente un switch. Mediante estos equipos se gestionan las diversas conexiones entre ordenadores, y la compartición del servicio Internet para todos aquellos conectados al concentrador.
- Aunque obviamente jugar no es lo único que permiten las redes locales de alta velocidad, los participantes de estos eventos también tiene la oportunidad aprender de los otros usuarios, eliminando la barrera de la impersonalidad de Internet y conociéndose en persona, ayudándose y aprendiendo mutuamente.

En el caso específico de nuestro proyecto, se le dará el nombre de LAN parties ocasionales masivas: Estos son eventos de alta asistencia de participantes; muchos de ellos son conocidos entre sí o atraídos por otros participantes, pero también se cuenta con un alto número de desconocidos entre los asistentes.

Por lo general, existe una organización, usualmente formal, que se encarga del montaje del evento en cuanto al arrendamiento del local, infraestructura de red (concentradores o switches), suministros de alimentación básica (en algunas ocasiones) y que lleva a cabo la convocatoria de participantes. Este tipo de LAN parties ocasionales masivas muchas veces se realizan basadas en fechas específicas como días feriados, períodos vacacionales, fines de semana, o en fechas históricas para la misma organización.

En las Islas Canarias, contamos con la Tenerife Lan Party (TLP), el evento tecnológico de mayor influencia en el territorio canario. Con la colaboración de la ULL, Cabildo de Tenerife y numerosas empresas, año tras año se desarrollan nuevas ideas, talleres y conferencias aplicadas al desarrollo de las nuevas tecnologías.



Figura 1. Instalaciones de la Tenerife LAN Party

TLP Tenerife es uno de los mayores encuentros tecnológicos del país, lo que hace de TLP Tenerife un evento en el que conviven diferentes zonas temáticas:

- **TLP LAN PARTY:** Núcleo del evento, zona principal donde se encuentran los integrantes con sus ordenadores
- **TLP Summer-Con:** Esta área recoge todas las aficiones y formas de ocio que son tendencia como pueden ser: cine, cómic, televisión, manga, juegos de mesa, etc.
- **TLP Innova:** Zona dedicada a la divulgación y la información. Nuevas tendencias en comunicación así como un punto de encuentro donde los más expertos exponen sus puntos de vista en diferentes aspectos.
- **TLP eSports:** Zona dedicada a las competiciones electrónicas, desde jugadores casuales a jugadores de alto nivel.

En nuestro caso, pretendemos proyectar un local que pueda acoger eventos de estas características (en menor medida), y generar un interés por este tipo de espectáculos que no paran de crecer año tras año y que serán cada vez más importantes en un futuro próximo por su impacto tanto en el ámbito social como el económico.

## Capítulo 2. Aspectos Generales

### 2.1 Objetivo del proyecto

- Superar la asignatura “Trabajo Fin de Grado” del 4º curso del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.
- Adquirir conocimientos técnicos así como las habilidades y el uso de programas especializados para la elaboración de proyectos técnicos, en nuestro caso, la realización de las instalaciones de iluminación, eléctrica y contra incendios de una Lan Party.
- Adquirir conocimientos, comprensión y capacidad para aplicar de forma correcta la legislación necesaria en cada ámbito de nuestra instalación.

### 2.2 Alcance

En lo referido a la iluminación, se definirán los elementos de iluminación en el caso de aplicación a un recinto ferial y oficinas.

Se contemplarán todos los componentes de distribución atendiendo a la instalación eléctrica así como un cálculo detallado de la misma.

Se llevara a cabo la instalación de telecomunicaciones, colocando una serie de switches alimentados por un switch central localizado en un rack de telecomunicaciones, además, también se contemplará la instalación contra incendios.

No será de aplicación en este proyecto el estudio de edificación y de ventilación.

### 2.3 Peticionario

- Peticionario: Universidad de La Laguna (ULL), Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Sección de Ingeniería Industrial.
- Dirección: Avenida Astrofísico Francischo Sánchez s/n 38200, La Laguna

### 2.4 Emplazamiento

A través de un permiso del Ayuntamiento, nuestra Lan Party estará ubicada en un pequeño recinto ferial de nueva construcción ubicado en el municipio de La Laguna, en la dirección Calle Pintor José Aguiar.

### 2.5 Descripción general

El edificio objeto de este proyecto es de nueva construcción, tal y como hemos mencionado, y será destinado a una Lan Party o fiesta LAN. Consta de una planta, la cual se encuentra diferenciada en varias zonas:

- **Zona LAN:** En primer lugar, encontramos la zona LAN, que será la parte principal de nuestro recinto, la cual albergará los 150 equipos y los integrantes de la misma. En frente, encontraremos la zona del escenario principal en el que se llevarán a cabo varias actividades a lo largo de todo el día, como pequeños concursos, juegos de mesa, etc.
- **Zona STAFF:** A la derecha del mismo (desde la entrada) está la denominada zona STAFF, una pequeña sección equipada con 13 ordenadores y una recepción. El equipo técnico a cargo del evento se encontrará en esta zona.
- **Zona STAND:** A la izquierda de la Zona LAN, en la otra parte de la instalación, encontramos la zona STAND. Esta zona estará destinada los participantes de nuestra LAN party y estará equipada con una serie de ordenadores, puntos de venta (máquinas expendedoras) y un pequeño escenario para la realización de torneos relacionados con los eSports. Además, contaremos con la presencia de varios stands, que se utilizarán para distintos fines, como la exposición de actividades, venta de merchandising, puestos de dibujo de comics, videoconsolas, etc.
- **Sala de conferencias:** A lo largo de todo el evento se programarán varias charlas en esta sala, especialmente dirigidas al sector juvenil, relacionadas con el tema de videojuegos y nuevas tecnologías que tendrán lugar en esta sala contigua a la Zona LAN.
- **Sala de talleres:** También en la sección contigua a la Zona LAN, encontramos una estancia destinada a talleres, robótica, manualidades, etc. Esta sala estará equipada con una serie de kits de electrónica, ordenadores, y un proyector. Aunque se centrará principalmente en la realización de cursos relacionados con la robótica y videojuegos, también encontraremos cursos de manualidades.
- **Aseos y almacén:** En la parte contigua de la Zona STAND de nuestra instalación, se ubicarán los aseos y un pequeño almacén en el que guardar suministros y objetos que se pudieran necesitar.
- **Cuarto de instalaciones:** Por último, al otro lado del escenario principal estará el cuarto de instalaciones, donde se encontrará toda la maquinaria destinada a la instalación eléctrica y los equipos de telecomunicaciones.

La superficie total de nuestro recinto es de 3409 m<sup>2</sup>. Pese a tratarse de un recinto tan grande, la superficie útil utilizada en este evento es menor a la total.

Zona	Superficie(m <sup>2</sup> )
Zona LAN	2059
Zona STAFF	129
Zona STAND	667
Sala conferencias	160
Sala talleres	160
Aseos	116
Almacén	42
Cuarto de instalaciones	76
Total	3409

Tabla 1. Distribución de superficies

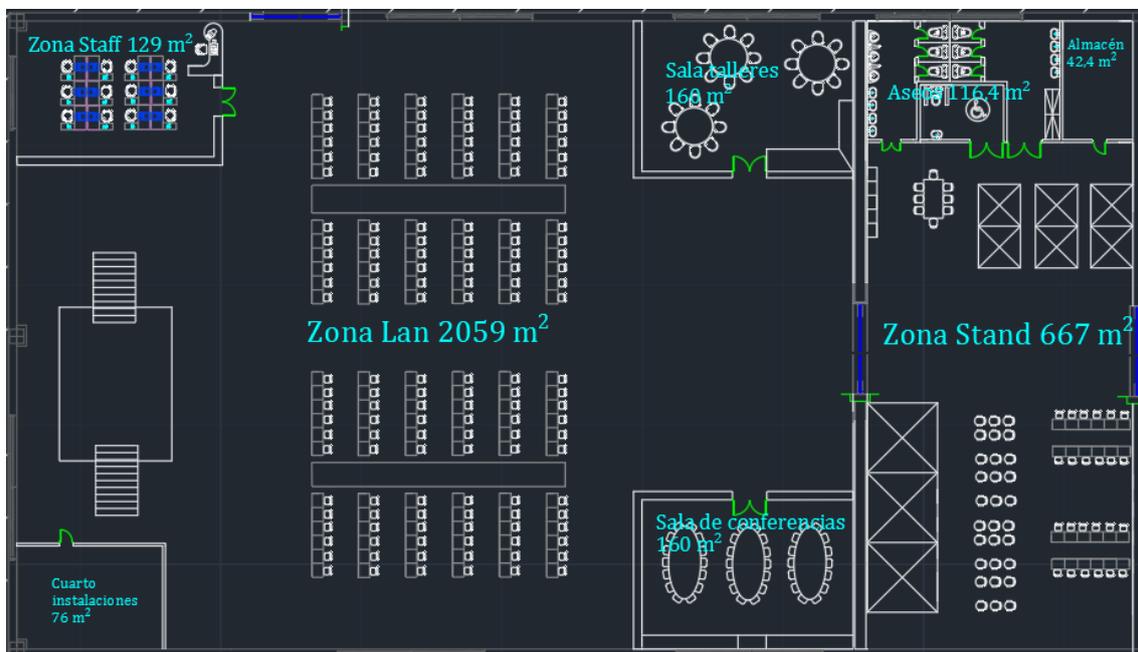


Figura 2. Mapa de las instalaciones

## 2.6 Normativa aplicada

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, y su correspondiente modificación Ley 54/2003, y el Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997 y modificado por el Real Decreto 337/2010.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas complementarias (ITC), aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias

- Orden de 19 de mayo de 2010, por la que se rectifica error por omisión existente en la Orden de 16 de abril de 2010, que aprueba las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- UNE EN 50.102
- UNE-20.234 y UNE-EN 50.102 (Grado de protección)
- UNE12464-1: Norma europea de iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo e interior.
- UNE 21.027: Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1kV, para líneas de distribución y acometidas.
- UNE 20.460: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21.1002: Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
- UNE-EN 60617: Símbolos gráficos para esquemas.
- Documento Básico de Seguridad y Salud

### 2.6.1 Programas de cálculo

Para el desarrollo del presente proyecto se han usado los siguientes programas:

- Autocad 2017
- Dialux
- DaisaLux
- Microsoft Excel 2016
- Cypelec

## Capítulo 3. Descripción de la propuesta técnica

### 3.1 Descripción de la instalación eléctrica en baja tensión

#### 3.1.1 Previsión de potencia

La potencia total del edificio se calculará en función de la potencia a instalar de los receptores y de la potencia prevista según la ITC-BT-10.

A continuación, se presenta la tabla con la relación de receptores y potencia instalada:

Zona	Luminaria	Unidades	Pot(W)	Flujo(LM)	Pot.Tot(W)	Pot.Cálc(W)
Sala de talleres	PHILIPS TBS460 2xTL5-25W	16	50	2425	800	1440
Sala de conferencias	PHILIPS TBS460 1xTL5-25W	16	50	2425	800	1440
Zona Staff	PHILIPS TBS460 1xTL5-25W	20	50	2600	1000	1800
Zona Lan	PHILIPS TBS460 2xTL5-80W 827	82	172	10742	14104	25387,20
Aseo Masculino	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827 DOWNLIGHT	12	51	1200	612	1101.60
Aseo femenino	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827 DOWNLIGHT	14	51	1200	714	1258,20
Aseo minusválidos	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827	9	51	1200	459	826,20

Almacen	PHILIPS FBS120 2xPL- C/2P18W L_840	12	51	1200	612	1101,60
Zona STAND	PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8- C_827	35	108	7262	3780	6804
Sala de maquinas	PHILIPS FBS120 1xPL- C/2P18W L_840	8	54	1200	432	777,60
<b>TOTAL</b>		<b>351</b>			<b>23.313</b>	<b>41.963,40</b>

Tabla 2. Lista de luminarias

Tipo	Potencia(W)	Cantidad	Total
<b>Sala de talleres</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	2	6000
Proyector	300	1	300
<b>Sala de conferencias</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	2	6000
Proyector	300	1	300
<b>Zona Staff</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	6	18000
Impresora	600	1	600
<b>Zona Lan</b>			
Tomas de corriente PC (3750)	3000	50	150.000
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Escenario(Altavoces, micrófono)	3000	1	3000
Motor puerta	180	2	180
Proyector	300	1	300
Aire Acondicionado	8000	1	8000
<b>Zona STAND</b>			
Tomas de corriente PC (3750)	6000	4	24000
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente (STANDS, videojuegos)	3000	4	12000
Escenario(Altavoces, micrófono)	1200	1	1200
Motor puerta	180	2	360
Proyector	300	1	300
Máquinas expendedoras	350	5	1750
Aire acondicionado	3000	1	3000
<b>Aseo Masculino</b>			

Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Aseo femenino			
Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Aseo minusválidos			
Tomas de corriente generales	187,5	1	187,50
Almacén			
Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Sala de máquinas			
Rack Telecomunicación + Clim	2000	1	2000
			<b>242.375 W</b>

Tabla 3. Lista de receptores

Finalmente, al ser mayor la potencia calculada que la prevista por ITC-BT-10, la potencia de nuestro recinto será de **284.338 W**.

### 3.1.2 Suministro

Según las “CONDICIONES TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE FECSA ENDESA” la tensión nominal de la red de BT es de 230/400V, con una frecuencia de 50 Hz.

Para dicho suministro nos atenemos al Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

### 3.1.3 Punto de conexión

El punto de conexión se encuentra en el centro de transformación (CT) ubicado en un edificio prefabricado dentro de la parcela del recinto. Al disponer de una potencia mayor de 50kW y además, según el artículo 47, apartado 5, del Real Decreto 1955/2000, nos indica la necesidad de reservar un local en los edificios cuya potencia supere los 100 kW. El Real Decreto además incide en que dicho CT, será del abonado o cliente, por lo que es responsable de su propiedad y su tensión de alimentación estará condicionada por la red de la empresa suministradora. Este CT dispondrá de una celda de medida para realizar las mediciones oportunas. Sin embargo, el análisis del centro de transformación quedará fuera del objeto de nuestro proyecto.

### 3.1.4 Instalación de enlace

Se denomina instalación de enlace a aquella que une la caja o cajas generales de protección con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Según indica el ITC-BT instrucción 12 “Instalaciones de enlace. Esquemas”, como nuestra instalación es para un único usuario podemos simplificar la instalación de enlace. Podremos situar en el mismo lugar la Caja General de Protección (CGP) y el equipo de medida, por lo tanto, no existirá la línea general de alimentación. Así pues, seguiremos el siguiente esquema:

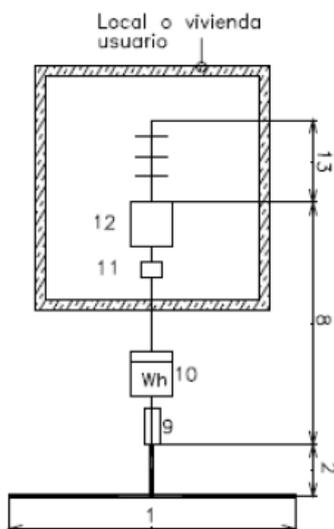


Figura 1. Esquema para un único usuario

Leyenda:

1	Red de distribución	10	Contador
2	Acometida	11	Caja para ICP
8	Derivación individual	12	Dispositivos generales de mando y protección
9	Fusible de seguridad / CGP	13	Instalación interior

Figura 3. Esquema para un único usuario

Atendiendo a la ITC-BT-13, el emplazamiento de la CGP (CPM en nuestro caso) se fijará de común acuerdo entre la Propiedad y la Empresa Suministradora, en un punto exterior sobre la fachada del edificio, lo más cerca posible de la red de la Empresa Suministradora, o en lugares de fácil, libre y permanente acceso, desde la vía pública.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que haya sido aprobada por la instalación, en nuestro caso, Endesa.

Nuestra instalación cuenta con la peculiaridad y es que, debido a la elevada potencia instalada (279,000 kW) debemos acudir a las Normas Particulares de Endesa, Capítulo IV ya que, la intensidad máxima permitida de cada centralización de contadores será de 250 A, que corresponde a aproximadamente 156 kW en redes a 400 V entre fases y 90 kW en redes a 230 V entre fases (con  $\cos \phi = 0,9$ ). Esta limitación es debida a que el interruptor general de maniobra solo puede ser de un máximo de 250 A para centralizaciones de hasta 155kW. Además de que la sección calculada en un principio para una sola acometida es demasiado elevada.

Para atajar esta cuestión se propone la instalación de dos acometidas, dos Cajas de Protección y Medida, una centralización de contadores en el centro de transformación, y dos derivaciones individuales que alimentarán los dos cuadros de distribución del recinto.

### 3.1.5 Acometida

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja general de protección CGP. Atendiendo primero a la ITC-BT-11, vemos que para acometidas subterráneas debemos revisar la ITC-BT-07. Desde el centro de transformación correspondiente de la compañía suministradora, se acometerá, una primera acometida con tres líneas trifásicas formadas por conductores pentapolares de  $150\text{mm}^2$  de sección a la CPM situada en la fachada del edificio. La segunda acometida de manera análoga, formada por conductores pentapolares de  $150\text{mm}^2$ .

Nuestros conductores serán de cobre, por lo tanto su resistividad será:  $\gamma = 56 \text{ m}/\Omega.\text{mm}^2$ .

La acometida deberá estar enterrada en toda su longitud en una zanja de 0,70 m de profundidad, con una temperatura del terreno de  $25^\circ\text{C}$ , y en un terreno de resistividad térmica media de  $1 \text{ Km}/\text{W}$ . Los conductores elegidos serán del tipo RZ1 0,6/1KV, no propagadores de llama, con emisión reducida de humos y gases tóxicos, y del tipo resistente al fuego SZ1-0,6/1kV. Su aislamiento estará compuesto de polietileno reticulado (XLPE).

### 3.1.6 Caja de Protección y Medida

Para el caso de suministros para un único usuario, como sucede en el nuestro, desde el mismo lugar conforme a los esquemas regulados por la ITC-12 1, al no existir línea general de alimentación, se simplificará la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará Caja de Protección y Medida (en adelante, CPM). En estos casos, deberá instalarse una CPM cuando haya que cambiar el equipo de medida, o en la instalación se realicen modificaciones que impliquen la emisión de nuevo certificado de instalación, así como en caso de nueva contratación del suministro.

La función de los fusibles de seguridad queda cumplida reglamentariamente por los fusibles de la CPM.

En lo que respecta al emplazamiento e instalación, se aplicará lo ya estipulado para las Cajas Generales de Protección, por lo que se instalarán sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y ENDESA. En nuestro caso, se situará en un nicho en pared en el exterior de la sala de máquinas, cerrada con una puerta mecánica accesible para la empresa suministradora desde fuera del recinto con grado de protección IK 10 según UNE EN 50.102. Además, estará revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura de llave triangular normalizada por ENDESA. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm. del suelo. En el nicho se dejarán previstos dos orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 del REBT para canalizaciones empotradas.

En nuestro caso, se utilizará la siguiente CPM recogida en las especificaciones Técnicas y Normas Particulares de Endesa: "TMF10 200-400, Conjunto de protección y medida para suministros individuales mayores de 15kW, desde 200A hasta 400A acometidas trifásicas".

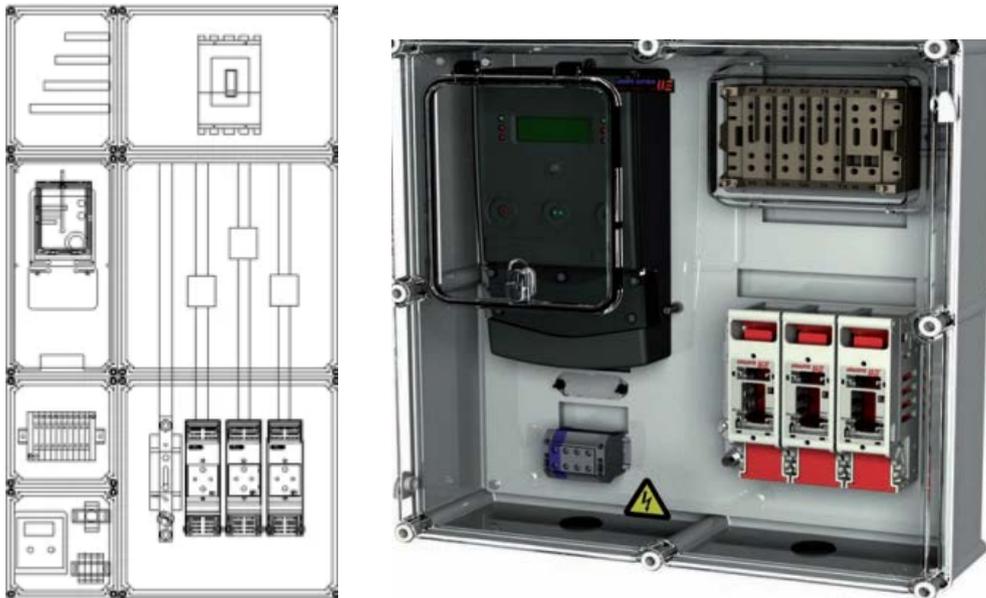


Figura 4. Conjunto de Protección y Medida

Incluirá envolventes fabricados en poliéster de gran resistencia formados por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala, además de contar con 3 bases de fusibles seccionables en carga de tamaño 3 admitiendo hasta 400 A.

Las unidades funcionales que constituyen esta CPM son:

- Unidad funcional de CGP
- Unidad funcional de comprobación
- Unidad funcional de medida
- Unidad funcional de Interruptor de Protección y de intensidad regulable
- Unidad funcional de dispositivos de salida

Los cables utilizados serán de tipo H07Z-R, siendo los indicados para la realización de instalaciones de cableado de centralización de contadores, cuadros, paneles y en especial cuando se requiere baja emisión de humos, gases corrosivos y comportamiento mejorado frente a la temperatura.

En lo que respecta a los contadores, el grado de protección que deben cumplir de acuerdo con la norma UNE-20.234 y UNE-EN 50.102 respectivamente será de IP40 e IK 09. Se deberá permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios así como la del resto de dispositivos de medida.

Se instalarán, por lo tanto, dos CPM distanciadas entre sí, como mínimo, un metro.

### 3.1.7 Interruptor de Protección contra Incendios (IPI)

Se instalará un interruptor de protección contra incendios en fachada con una envolvente independiente ubicada aguas debajo de cada una de las Cajas de Protección.

### 3.1.8 Derivación individual

La derivación individual es la parte de la instalación que va desde nuestra Caja de Protección y Medida (CPM) hasta el cuadro general de mando y protección de nuestro recinto.

Se seguirá lo indicado en la ITC-BT-15, así como lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares para las instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección.

Según la ITC-BT-19 se recomienda minimizar la caída de tensión en la DI para limitar la sección de los conductores en las instalaciones interiores. Dicha compensación se puede realizar en ambos sentidos, es decir, si necesitamos evitar problemas de conexión de los conductores de las instalaciones interiores aumentando su caída de tensión, deberemos sobredimensionar la sección de los conductores elegidos para la derivación individual

Los conductores utilizados serán cables de cobre multipolar de 150 mm<sup>2</sup> para fases y neutro y de 75 mm<sup>2</sup> para el conductor de protección en el caso de la acometida 1. En lo que respecta a la acometida 2, las fases y el neutro tendrán una sección de 150mm<sup>2</sup> y de 75 mm<sup>2</sup> para el conductor de protección. Ambas tendrán un aislamiento 0,6/1 kV. Se utilizarán cables H07Z1-K (AS) libres de halógenos y opacidad reducida, ya que son los más indicados para instalaciones fijas en locales de pública concurrencia y donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos. Este tipo de cableado es el más indicado en hospitales, escuelas, centros comerciales, aeropuertos, y en todas las instalaciones en las que se quiera aumentar la protección frente a un incendio, como es nuestro caso. Son también cables apropiados para la instalación de derivaciones individuales.

Los conductores estarán alojados en el interior de tubos ya que, atendiendo a la ITC-BT-15, aunque se utilicen cables multiconductores y no sea necesario que sean alojados en el interior de tubos protectores, se recomienda su uso para minimizar el efecto de roces, aumentando de esta manera las propiedades mecánicas de la instalación. Este tubo de protección tendrá un diámetro exterior de 160mm para cada derivación individual.

La caída de tensión máxima no sobrepasará el 1.5% de la tensión de alimentación para DI en suministros con un único usuario.

### 3.1.9 Dispositivo de control de potencia

El dispositivo de control de potencia debe ajustarse a las regulaciones plasmadas en la ITC-BT-17 del REBT y en el apartado 10 de las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa suministradora.

Para la Lan Party, al ser la potencia contratada recomendada de un total de 260,414 kW, se optará por un maxímetro. Un maxímetro es un instrumento de medida que se encarga de registrar la potencia máxima demandada en un suministro eléctrico durante periodos de quince minutos, para así saber si se supera o no la potencia contratada. La principal ventaja que tiene este dispositivo se encuentra en que el suministro no se ve interrumpido si se supera la potencia contratada, por lo que es fundamental para aquellos suministros no interrumpibles.

El maxímetro se encuentra instalado en aquellos suministros eléctricos con potencias superiores a 15 kW.

Según lo dispuesto en el R.D. 1955/2000, modificado por R.D. 1454/2005, se instalará un Interruptor Automático Regulable (IAR), que podrá coincidir con el Interruptor General Automático IGA de la instalación, que limite la potencia máxima que se pueda demandar en función de la potencia contratada.

El interruptor general automático, (IGA), es un elemento que tiene la función de proteger el recinto de posibles sobrecargas o cortocircuitos que se pueden producir en una instalación eléctrica. Cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito, el interruptor general automático corta inmediatamente el suministro de luz para evitar cualquier tipo de incidente.

A tal efecto, en la llegada de las derivaciones individuales al punto de suministro, antes del cuadro que aloja los dispositivos de mando y protección, se instalará este IAR cuyo dispositivo de regulación será precintable. La regulación de este IAR varía en función de la potencia contratada para el suministro.

### 3.1.10 Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección están regulados por la ITC-BT-17 y el apartado 12 de las Normas particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El cuadro general de distribución se instalará en el punto más próximo posible a la entrada de la derivación individual. Todos los cuadros eléctricos dispondrán de cerradura y estarán fuera del alcance de personas ajenas al edificio.

Nuestra instalación estará compuesta por dos Cuadros Generales y por un total de 5 subcuadros repartidos por todo el recinto:

- Cuadro General de Distribución 1
- Cuadro General de Distribución 2
- Subcuadro Zona LAN
- Subcuadro Zona STAFF
- Subcuadro Sala de conferencias
- Subcuadro Sala de talleres
- Subcuadro Zona STAND

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general, además, la altura mínima de los cuadros será de 1 m.

Los dispositivos generales e individuales de protección contendrán como mínimo los siguientes mecanismos:

- Interruptor de Control de Potencia (ICP). En nuestro caso, tendremos un maxímetro.
- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, de acuerdo a la ITC-BT-24.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23.

Se colocará un limitador de sobretensiones aguas abajo del interruptor general automático y aguas arriba del interruptor diferencial ya que, la derivación a tierra de la sobretensión aparecida la interpretará el diferencial como una derivación y por tanto, cortarían el suministro eléctrico. En lo que respecta a la conexión, se conectará desde el IGA tanto las fases y el neutro hasta los bornes superiores del primer módulo del limitador sobretensiones. Desde esos bornes se conectaría al interruptor diferencial, que finalmente van a nuestros magnetotérmicos. De los dos bornes inferiores conectaríamos fase y neutro al segundo módulo, desde la parte superior de este módulo haríamos una conexión al borne de tierra y por otro lado otro conductor de protección hasta tierra, por lo que sería derivada a tierra.

La gran mayoría de equipos receptores conectados a nuestra red son ordenadores y equipos electrónicos por lo que, según ITC-BT-23, debemos colocar un limitador sobretensiones. Estas sobretensiones pueden originarse por el impacto de un rayo, así como por conmutaciones defectuosas de la red, mediante contacto directo o bien por contacto indirecto. Normalmente, con un protector del tipo 2 en el cuadro de distribución queda ampliamente cubierta la protección contra sobretensiones.

El Cuadro General de Distribución 2 tendrá un total de 5 salidas para alimentar los distintos subcuadros, ubicado junto al Cuadro General de Distribución 1 en la sala de máquinas, en el interior de un armario cerrado con llave. Los distintos subcuadros alimentan los correspondientes alumbrados, alumbrado de emergencia, y los circuitos de fuerza de las zonas correspondientes de cada uno, tal y como se refleja en la tabla anexa de cálculos eléctricos

Los cuadros deberán cumplir con las normas mínimas de seguridad y con lo que dicte el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, RD 842/2008 2 de agosto.

### 3.1.10.1 Cuadro general distribución 1

- Está constituido por un armario Prisma P con puertas transparentes de la marca Schneider. El cuadro resultante del montaje estará conforme a los ensayos tipo de la norma UNE-EN-60439-3.
- Tiene un interruptor general automático de 4x250A, con poder de corte de 100 kA y curva C.
- Para alimentar las distintas tomas de ordenador de la Zona Lan consta de 24 interruptores diferenciales de 1P+N con sensibilidad de 30mA. Posee 3 salidas para alumbrado con calibre 10 A, con poder de corte de 6 kA y curva C.
- Además contamos con 24 magnetotérmicos de 32 A y poder de corte de 6kA.

### 3.1.10.2 Cuadro general distribución 2

- Está constituido por un armario Prisma con puertas transparentes de la marca Schneider. El cuadro resultante del montaje estará conforme a los ensayos tipo de la norma UNE-EN-60439-3.
- Tiene un interruptor general automático de 4x250 A, con poder de corte 100 kA y curva C.
- Para alimentar los diferentes subcuadros consta de 8 interruptores diferenciales de 40 A, 3P+N, tres de ellos con una sensibilidad de 300mA ya que van dirigidos a los subcuadros. También se utilizarán dos diferenciales de 80 A y 100 A respectivamente.
- El alumbrado de emergencia se alimenta por medio de dos diferenciales de 40 A
- Se han utilizado magnetotérmicos de 3P+N de 10, 32, 80 y 100 A.

### 3.1.10.3 Subcuadros

Todos los cuadros estarán a una altura de 1.5m y verán integrados por los siguientes componentes:

#### Subcuadro talleres:

- 1 Automático de 32 A, 3P+N con poder de corte de 6kA
- 9 Interruptores diferenciales de 40 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 2 Magnetotérmicos de 16 A, 6kA.
- 12 Magnetotérmicos de 10 A, 6kA.

#### Subcuadro conferencias:

- 1 Automático de 32 A, 3P+N con poder de corte de 6kA
- 9 Interruptores diferenciales de 40 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 2 Magnetotérmicos de 16 A, 6kA.
- 12 Magnetotérmicos de 10 A, 6kA.

#### Subcuadro Staff:

- 1 Automático de 40 A, 3P+N con poder de corte de 6kA
- 9 Interruptores diferenciales de 40 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 6 Magnetotérmicos de 16 A, 6kA.
- 6 Magnetotérmicos de 10 A, 6kA

#### Subcuadro Lan:

- 1 Automático de 80 A, 3P+N con poder de corte de 10kA
- 7 Interruptores diferenciales de 40 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 3 Interruptores diferenciales de 63 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 18 Magnetotérmicos de 16 A, 6kA.
- 1 Magnetotérmico de 50 A, 6kA
- 1 Magnetotérmico de 10 A, 6kA

#### Subcuadro Stand

- 1 Automático de 100 A, 3P+N con poder de corte de 100kA
- 19 Interruptores diferenciales de 40 A, 1P+N, de 30mA de sensibilidad.
- 5 Magnetotérmicos de 16 A, 6kA.
- 28 Magnetotérmicos de 10 A, 6kA
- 4 Magnetotérmicos de 32 A, 6kA.

#### 3.1.10.4 Rack

Para la instalación de telecomunicaciones, hemos decidido instalar un Rack Mural de 19" de Soimer Telecomunications.



Figura 5. Rack para telecomunicaciones

Este tipo de armarios es muy adecuado para su integración en instalaciones de redes de comunicación, datos, voz o imagen. Está fabricado en chapa de acero, con unas dimensiones estandarizadas y tiene una estructura basada en cristal de seguridad que proporciona un cierre cómodo y seguro.

### 3.1.11 Protecciones generales

Para la protección contra sobretensiones y contactos directos e indirectos de las personas, se instalarán interruptores magnetotérmicos y diferenciales, siguiendo la ITC-BT-24 del REBT.

Además, serán de aplicación los limitadores sobretensiones, que estarán ubicados aguas abajo del interruptor general automático. Si se llegase a generar una sobretensión, la derivación a tierra la interpretará el diferencial como una derivación y por tanto, se cortará el suministro eléctrico.

Es importante además mencionar que, a la hora de proteger la acometida utilizaremos fusibles con cuchillas NH-1 de 250 A y 120 kA de poder de corte. En las instalaciones interiores, no emplearemos fusibles, en su lugar utilizaremos interruptores magnetotérmicos, que sirven para proteger contra estos mismos defectos de funcionamiento de una instalación eléctrica con la ventaja de que cuando actúan se puede rearmar el mecanismo, en cambio en un fusible, al estar formado por un hilo más fino que los conductores normales, si la corriente aumenta este se funde y por tanto el resto del circuito ya no sufre daños.

Los interruptores magneto térmicos o PIA (pequeños interruptores automáticos), al igual que los fusibles, se utilizan para la protección de los circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas. Comparando los fusibles con los magnetotérmicos se podrá observar cómo estos últimos ofrecen una mayor seguridad y prestaciones ya que interrumpen circuitos con más rapidez y capacidad de ruptura que los fusibles normales.

Además, los magnetotérmicos no hay que reponerlos. A la hora de restablecer el circuito no se requiere ningún material ni persona experta, basta presionar un botón o mover un resorte que se halla perfectamente aislado y visible. De modo que cuando el circuito se desconecta debido a una sobrecarga o un cortocircuito los magnetotérmicos se rearman de nuevo manualmente y siguen funcionando.

En cambio, un fusible requiere de un cartucho nuevo, su colocación en la base sometida a tensión y una persona lo bastante capacitada para efectuar las operaciones necesarias. Estas molestias producidas por la fusión de un fusible llevan en muchas ocasiones a colocar cartuchos inadecuados por personal inexperto, ignorando el peligro que esto puede ocasionar a las personas y aparatos que con él van asociados.

En España actualmente están en vigor las normas UNE 60898 y EN 60947.2. La EN especifica una serie de curvas de disparo características para los magnetotérmicos que los clasifican, que son: B, C, D, Z, MA y UNESA.



Figura 6. Magnetotérmicos de dos polos (izquierda) y de tres polos (derecha)

Los de tipo C son los más usuales. Son indicados cuando se pueden provocar disparos accidentales debido a una carga con picos de corriente. Actúan entre  $1.1$  y  $1.5 \times I_n$  A en la zona térmica y entre  $5$  y  $10 \times I_n$  A en la zona magnética. Utilizaremos magnetotérmicos tipo C y además de tipo Z para proteger nuestros equipos informáticos ya que los magnetotérmicos tipo Z son los más adecuados para la protección de equipos electrónicos. Estos magnéticos actúan entre  $2,4 I_n$  y  $3,6 I_n$ , de acuerdo con las normas EN 60.898 y EN 60947.2

Las intensidades nominales de los magnetotérmicos más utilizados son las siguientes: 1,5 - 3 - 3,5 - 5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 63 - 80 - 100 y 125 A.

Los magnetotérmicos, en caso de sobrecargas, no se garantiza el disparo del mismo hasta que se produzca una sobreintensidad que supere a la nominal del dispositivo en un valor dado por el cociente entre la intensidad de fusión a tiempo convencional y la nominal del magnetotérmico. A dicho valor se le conoce como coeficiente de disparo. En nuestro caso, para locales de pública concurrencia la norma EN-60-898 estipula que este coeficiente tendrá el valor de 1,45.

El contacto de una persona con masas metálicas accidentalmente puestas bajo tensión se denomina contacto indirecto. Esta conexión accidental a una determinada tensión es provocada por un defecto de aislamiento. El contacto provoca una diferencia de potencial importante entre la masa del receptor eléctrico y tierra, haciendo circular una corriente de defecto, que puede llegar a ser peligrosa. Para esto instalaremos interruptores diferenciales que pueden evitar el paso de esta corriente si se llegará a producir algún defecto. Se elegirán interruptores diferenciales con sensibilidad de 30 mA y de clase A.

Los interruptores diferenciales de alta sensibilidad ( $I_n \leq 30$  mA), además de en la protección contra los contactos indirectos y riesgos de incendio y destrucción de receptores, se emplean para la protección contra contactos directos. Ejemplo de algunos lugares donde se deben colocar los dispositivos diferenciales de alta sensibilidad son:

- Circuitos con tomas de corriente  $\leq 32$  A, en cualquier ambiente.
- Cualquiera que sea la intensidad de la toma en circuitos con tomas de corriente en locales de baño, duchas y piscinas de uso privado o público en las zonas donde sea posible instalar una toma de corriente y no se disponga de transformador de aislamiento o de baja tensión de seguridad. En locales mojados en general.

- Circuitos con tomas de corriente en instalaciones provisionales.
- Circuitos de alimentación de canteras, de caravanas, de barcos de recreo, instalaciones para feriantes y ferias, instalaciones ornamentales, instalaciones de señalización.
- En instalaciones antiguas donde puede que las masas no estén conectadas a tierra.



Figura 7. Interruptores diferenciales

### 3.1.12 Instalaciones interiores

#### 3.1.12.1 Características de los cables conductores

Se utilizará cableado con conductor de cobre y aislamiento XLPE. En el caso de la acometida, se utilizará cableado tipo RZ1 0,6/1 kV, no propagadores de llama, con emisión reducida de humos y gases tóxicos, y del tipo resistente al fuego. Tendrán un aislamiento 0,6/1 kV.



Figura 8. Conductor RZ1-K(AS)

Según el REBT 2002, su gran flexibilidad los hace muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad, siendo muy adecuados para el transporte y distribución de la energía eléctrica

Para el caso de la instalación interior así como para las derivaciones individuales se utilizarán cables H07Z1-K (AS) libres de halógenos y opacidad reducida ya que son los más indicados para instalaciones fijas en locales de pública concurrencia y donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como es nuestro caso. Son también cables apropiados para la instalación de derivaciones individuales.



Figura 9. Conductor H07Z1-K(AS)

Los conductores se diferenciarán entre sí siguiendo los colores definidos por la ITC-BT-19:

Fase R	Marrón	
Fase S	Negro	
Fase T	Gris	
Neutro	Azul	
Protección	Amarillo-Verde	

Tabla 4. Identificación de los conductores

La elección de conductores se ha realizado de la siguiente manera: Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Según ITC-BT-20, sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según la norma UNE 20.460 5-52.

Todos los sistemas de bandeja son IP0X, no tienen característica de envolvente, por lo que no proporcionan protección mecánica, ni evitan la accesibilidad a los cables. Su cometido se reduce al soporte y la conducción del cableado e irán protegidos por tubos de sección:

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

Tabla 5. Canalizaciones con tubos al aire

Las secciones de los cables se dimensionarán según la intensidad que vaya a recorrerlos, teniendo en cuenta que la caída máxima de tensión no puede superar un 3 % para alumbrado y un 5 % para circuitos de fuerza. Se tendrá en consideración también la solución más económica.

### 3.1.12.2 Conductores de protección

Para la conducción de protección, se utilizará el mismo cable que el que acompaña, debido a que tiene unas características de seguridad y aislamiento adecuadas.

La sección del conductor de protección depende directamente del conductor principal y se basa en los valores indicados en la tabla 2 del apartado 2.3. de la ITC-BT-19. Aun así, en el caso de esta instalación, se procurará utilizar un conductor de protección de la misma sección que los conductores activos.

### 3.1.12.3 Características de la instalación interior

Para las instalaciones interiores o receptoras, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión dedica una serie de instrucciones de carácter general (ITC-BT-19 a ITC-BT-24). Para el caso particular de viviendas es de aplicación lo dispuesto en las ITC-BT-25 e ITC-BT-26; para el caso de locales de pública concurrencia es de aplicación la ITC-BT-28. En el presente proyecto, las instalaciones interiores o receptoras de nuestra Lan Party tienen las siguientes características:

- **Circuitos de alimentación de los subcuadros:** Se realizará sobre bandeja metálica perforada, de dimensiones 600x110 mm y 300x110 mm. Los conductores serán multipolares de cobre de tipo RZ1-K con aislamiento de XLPE de 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión y opacidad reducida.



Figura 10. Canalización por bandeja perforada

- **Circuitos de alumbrado:** Se distribuirán los circuitos sobre bandeja perforada en el falso suelo, estos conductores serán unipolares. Discurrirán por falso techo desde el cuadro secundario correspondiente por bandeja perforada y con una caja de registro se derivará la línea hacia el receptor. Los conductores serán de cobre de tipo H07Z1-K(AS).
- **Circuitos de fuerza:** Discurrirán por falso suelo desde el cuadro secundario correspondiente por bandeja perforada y con una caja de registro se derivará la línea hacia el receptor. Se utilizarán el siguiente tipo de cajas de fuerza para el caso de la Zona STAFF y la Zona STAND así como para la Sala de conferencias.



Figura 11. Caja de fuerza de suelo



Figura 12. Caja de fuerza conferencias

Dichas cajas vendrán equipadas con 2 tomas rojas limpias, en las cuales irán conectados los ordenadores y 2 tomas RJ45 para la conexión a internet.

- **Cajas de registro y derivación:** La derivación, como ya hemos mencionado, será a través de cajas de registro:



Figura 13. Caja de registro

La instalación, al ser alimentada mediante conductores, pero predominando circuitos monofásicos, tendrá que disponer de un equilibrado de cargas tal que cada fase tenga que soportar aproximadamente la misma carga y cantidad de circuitos que las otras dos, evitando comprometer la seguridad de los conductores de fase.

Además, todos los elementos metálicos accesibles de los aseos y vestuarios deberán estar conectados a tierra mediante una red equipotencial independiente. Así se evita la aparición de diferencias de tensión peligrosas y el posible riesgo de derivación en caso de existir corriente eléctrica presente en el agua. También se conectarán las tuberías metálicas, bombas y válvulas, tal como se indica en la ITC-BT-27 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La sección de las líneas de alimentación a los distintos equipos se hará de acuerdo a lo establecido en el anexo correspondiente del presente proyecto. Se han situado tomas de corriente de usos varios de 16 Amperios en todo el perímetro del área diáfana de oficinas, despachos, boxes, así como de todas las zonas comunes. Su uso principal será para limpieza.

Los circuitos interiores discurrirán desde el cuadro de baja tensión hasta los distintos receptores, tomas de corriente y alumbrado, de forma directa (instalación centralizada). Cada cuatro receptores habrá que disponer una caja de registro en la canalización, para realizar las conexiones.

### 3.1.13 Instalación pública concurrencia

Aquellos locales que sean clasificados como de pública concurrencia deben cumplir con lo establecido en la ITC-BT-28 en relación a los requisitos de las instalaciones, alumbrado de emergencia y alimentación de los servicios de seguridad.

La calificación de un local como de pública concurrencia (LPC) viene dada por lo establecido en el apartado 1 de la ITC-BT-28 en función de su uso, su capacidad de ocupación y la dificultad de la evacuación.

Podemos categorizar nuestro local en el grupo de locales de espectáculos y actividades recreativas así como local de reunión, lo cual hace que, independientemente de la capacidad del mismo, debamos considerarlo como local de pública concurrencia.

El nuevo Reglamento establece diferentes tipos de suministros complementarios y de seguridad:

- El suministro normal es el que se efectúa por una empresa suministradora, y que coincide con la potencia que contrata el abonado.
- El suministro de seguridad incluye el alumbrado de emergencia y todos los locales de pública concurrencia deben tenerlo.
- En lo que respecta a suministros complementarios, al ser la ocupación prevista de nuestra Lan Party de aproximadamente 200 personas, no será necesario disponer de suministro de socorro.

Al tener una ocupación mayor de 100 personas será necesaria la instalación de alumbrado de seguridad así como de evacuación, cuyas características se señalan en el apartado 4.3.

### 3.1.14 Instalación puesta a tierra

La red de tierra de protección está destinada a impedir un paso fortuito de corriente a partes metálicas de una instalación que normalmente no están bajo tensión, o en las cuales la tensión de servicio no es peligrosa pero puede provocar una tensión que lo sea, entre estas partes y otros elementos cercanos, conductores situados al alcance de la mano o del pie y que en servicio normal no están bajo tensión.

Según el REBT instrucción 18, la función de la puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en algún momento las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Esta tensión puede aparecer como consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

- Los electrodos de tierra irán instalados en puntos cercanos a la instalación, con sus extremos superiores enterrados a 1 m. de profundidad mínimo en terreno con una resistividad aproximada de 1500  $\Omega$ /m.
- Para enlazar en paralelo los electrodos de tierra se utilizará un cable de cobre desnudo de 35 mm.
- Se utilizarán como electrodos pica de cobre de 2 metros de longitud aproximadamente.
- La Resistencia Óhmica prevista para la toma de tierra deberá ser menor que 37  $\Omega$  según las Normas Particulares de la empresa suministradora, Endesa, puesto que la edificación no dispone de pararrayos.
- Los cálculos realizados han sido los plasmados en las Guías Técnicas de Aplicación del REBT, Guía-BT-18, y están reflejados en el apartado de cálculos.
- Los conductores de conexión de tierra serán de cobre con cobertura de polietileno reticulado y tendrán una sección aproximadamente igual a la del cable del circuito que protegerá.

- Para realizar las conexiones a electrodos de tierra se tendrá en cuenta que se deberá aplicar soldadura aluminio-térmica, garantizando unas medidas anticorrosivas (mediante envolventes de polietileno reticulado) y utilizando un puente seccionador conectado al borne principal de tierra para garantizar la continuidad eléctrica en el caso de proceder a realizar una inspección de la misma.
- El elemento seccionador se instalará en el interior de una arqueta registrable que estará ubicada cerca de la puesta a tierra de la instalación. Esta arqueta tendrá unas dimensiones de 50 x 38 cm de planta y 25 cm de profundidad. La arqueta estará ubicada en la parcela interior del edificio. Desde ellas partirá la línea general de puesta a tierra.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

### 3.1.15 Instalación de telecomunicaciones

#### 3.1.15.1 Introducción

Nuestra red va a conectar un total de aproximadamente 180 ordenadores; 144 en la zona LAN, 13 en la Sala STAFF y 24 en la Sala STAND.

El tipo de red a instalar va a ser Gigabit Ethernet, (GigaE) la cual es una ampliación del estándar Ethernet, que consigue una capacidad de transmisión de datos de 1gigabit por segundo, correspondientes a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento contra unos 100 de Fast Ethernet, que era el estándar hace un años.

Para poder llegar a esta velocidad de transmisión en la máquina final, es decir, en el ordenador del usuario, el usuario debe tener una tarjeta para dicha velocidad, ya que esta velocidad no es estándar. Este tipo de tarjeta de red es el más extendido y popular en los ordenadores que se comercializan actualmente. Con dicha velocidad se consigue mayor velocidad de transferencia, sobre todo a lo que se refiere a la conexión entre los switches, que son los aparatos encargados de distribuir toda la red por el recinto.

#### 3.1.15.2 Tipos de configuración de red

Entre las diferentes estructuras de red que podemos utilizar, encontramos las siguientes configuraciones:

- **Estrellas:** se necesita un switch central y varios más conectados a este. Esta es la configuración habitual cuando se quiere montar una gran red. También es la más utilizada cuando el medio utilizado para la transmisión es de par trenzado o fibra óptica.
- **Cascada:** Consiste en tener todos los switch conectados uno tras otro. Esta configuración se suele utilizar en redes pequeñas, no más de 10 a 20 ordenadores.
- **Anillo:** dicha configuración es crear un anillo, con todos los aparatos de red. Esta configuración es habitual hacerla cuando se utiliza cable coaxial.

En nuestro caso, utilizaremos la configuración en estrella ya que, cada paso de la señal por los aparatos de red, la señal se debilita, siendo esta la mejor forma de reparto. Esta configuración se basa en la conexión de unos “esclavos”, encargados de repartir la señal desde la “central”.

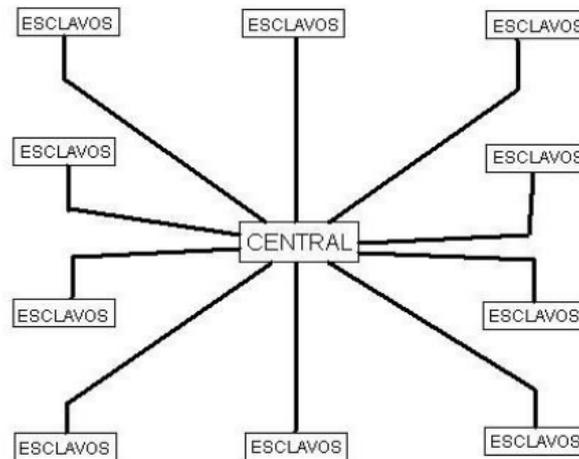


Figura 14. Configuración en estrella

Partiendo de esta idea, se necesitará un switch 10/100/1000 Mbps (todas las bocas necesarias) y que este, reparta a cada uno del resto de switches. Estos switches deben tener al menos una boca con conexión gigabit para garantizar la transferencia rápida y una velocidad óptima.

Nos hemos decantado por switches y no por hubs (concentradores) ya que los switches reparten más equitativamente el tráfico de datos, ya que pasan los datos de un puerto de entrada a otro puerto de salida de acuerdo con la dirección MAC de destino. Es decir, al recibir una trama de datos, crea un camino que hace que solo reciba esta trama el destinatario, mientras que los hubs, lo que hacen es repetir la señal de entrada a todos los puertos que tiene de salida, lo que hace más insegura la transmisión.

Se llevará a cabo una instalación de internet de fibra óptica con la empresa suministradora correspondiente, aunque, la velocidad exterior en el caso de este tipo de eventos no es tan importante, ya que en una Lan party lo principal y el mayor tráfico de datos se realiza de forma interna. Estas líneas se concentrarán gracias al router y al firewall.

El router se encargará de encaminar el tráfico de una red hacia el exterior, y el firewall (cortafuegos) protegerá a los usuarios de agresiones externas, evitando que aplicaciones no deseadas salgan desde la red interna a internet o viceversa.

En nuestra red interna, se pretende ofrecer la posibilidad de montar servidores de juegos y servidores de archivos P2P (peer-to-peer), tipo RetroShare o DC++. Este último es uno de los programas más usados para el intercambio de archivos en este tipo de reuniones, para que los participantes puedan compartir archivos e intercambiarlos.

### 3.1.15.3 Tipo de cableado

A la hora de realizar las conexiones, dispondremos un switch central en la sala de máquinas de 16 bocas, para cumplir nuestras necesidades en todo momento. Este switch central irá

conectado a los diferentes switches repartidos por la instalación a través de latiguillos con cableado de par trenzado. El nombre técnico de este tipo de cableado es cable UTP (unshield twisted pair) que significa par trenzado sin malla. Este cable se le dice de par trenzado porque son 4 pares de cables trenzados por pares, y luego entre ellos. De esta forma se consiguen grandes mejoras a la hora de la transferencia de datos. Además, dichos cables permiten poder funcionar como FULL-DUPLEX. También hay que decir, que dentro de este tipo de cable existen diferentes categorías. Dichas categorías tienen que ver con la velocidad de transmisión por estos cables. Los pares están identificados por código de colores. Hemos decidido utilizar aproximadamente unos 1500 metros para llegar con holgura a cada uno de los receptores.

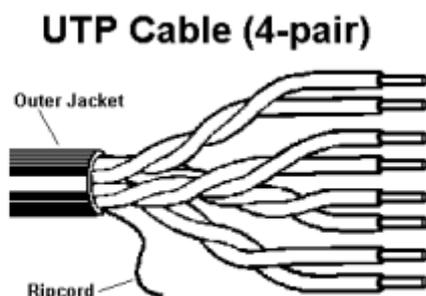


Figura 15. Cable UTP

Categoría	Impedancia	Frecuencia	Distancia	Uso
Cat 3	100 ohm	16 MHz	100 m.	10 Mbps
Cat 4	100 ohm	20 MHz	100 m.	10/100 Mbps
Cat 5	100 ohm	100 MHz	100 m.	10/100 Mbps
Cat 5e	100 ohm	100 MHz	350 m.	100/1000 Mbps
Cat 6	100 ohm	250 MHz	100 m.	1000 Mbps

Tabla 6. Categorías UTP

### 3.1.15.4 Aparatos de red

El modelo exacto escogido para los switches será el D-Link DGS-1210 28-Port 10/100/1000Mbps Gigabit. Como podemos comprobar por su nomenclatura, contará con 28 puertos. Cada 4 filas irá instalado un switch de este tipo ya que, al tener 6 ordenadores por fila,  $6 \times 4 = 24$ , más un puerto para poder conectar nuestro switch central. Las 3 salidas restantes las dispondremos para cualquier imprevisto que pudiera acontecer. Estos switches generales contarán con las siguientes características:

- El switch será de 28 bocas 10/100/1000 Mbps, eso significa que todas sus conexiones son capaces de trabajar a la velocidad del gigabit.

- Además, tiene 56 Gbps de capacidad de conmutación. Este dato nos indica la velocidad a la que realmente va a funcionar, al ser de 28 bocas, podemos asegurar que la velocidad por boca será de 2Gbps en modo full-duplex (comunicación bidireccional, es decir, tanto el emisor como el receptor pueden enviar mensajes al mismo tiempo)



Figura 16. Switch

En cuanto al switch central, este debe ser más potente, ya que de él va a depender realmente toda la red. Hemos elegido el modelo Planet GSW-1600HP, de 16 puertos de 10/100/1000Mbps 802.3at PoE+, el cual ofrece un gran rendimiento.



Figura 17. Switch general

Una de las características más importante de estos switches centrales es que son de nivel 3 en el modelo OSI, es decir están en la capa de red, lo que significa que son gestionables y podemos crear las VLAN (Virtual Local Area Network) que necesitamos.

Utilizaremos el cable UTP CAT6 que saldrá del switch central. Han de ser de esta categoría ya que han de soportar toda la carga de transacciones de la red. El trenzado en este tipo de cable es distinto al CAT5e ya que este trenzado es entre los cables que forman los pares.

Todas las conexiones entre la electrónica de red (switches y servidores) son de UTP CAT6, tal y como habíamos comentado antes, para que la conexión pueda funcionar a los 1000 Mbps correctamente, sin atenuaciones ni problemas. En cambio, las conexiones a los ordenadores de los participantes, son con cable UTP CAT5e. Esto es debido a que es mucho más barato este cable y necesitamos muchos metros.

Después de haber distribuido los switches, será necesario el grimpado de los cables de los participantes, los latiguillos. Para realizar dicha tarea optamos por uno de los estándares a la

hora de la codificación de los pares trenzados, ya que el orden en el que se coloquen los cables en la clavija nos podrá llegar a decidir la velocidad máxima a la que podrían funcionar. El estándar escogido es el 568B, siendo el código de colores: blanco naranja, naranja, blanco verde, azul, blanco azul, verde, blanco marrón, marrón, tal y como muestra la siguiente figura. Una vez grimpados, hay que testarlos con el tester de red, para comprobar que el grimpaje se ha hecho de forma correcta.

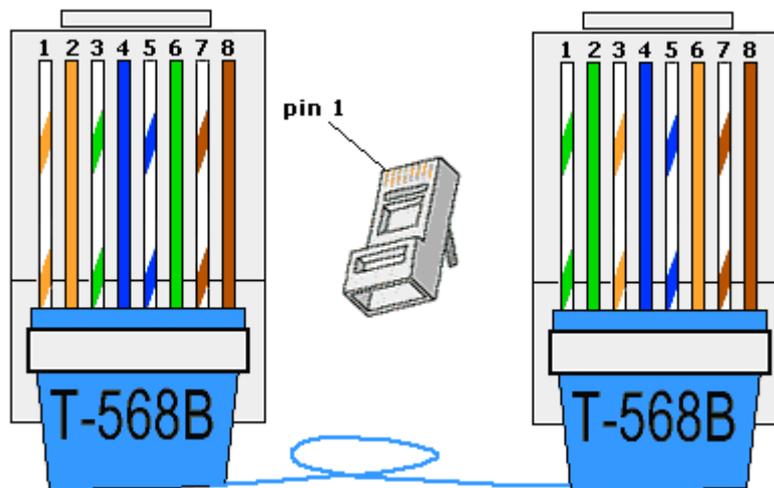


Figura 18. Estándar de grimpaje T-568B

Una vez finalizado el grimpaje se coloca el switch central, el que asumirá todo el peso de la red, en la zona que hemos escogido como zona de servidores, y se conectan los cables de UTP CAT6 entre este switch y el resto de switches encargados de repartir la red entre todos los participantes. También conectamos el cable que nos da servicio de Internet, el cual proviene de un router, al switch encargado de centralizar la red. Conectamos los servidores, tanto de juegos, como de intercambio, también al switch central.

Una vez efectuadas todas estas conexiones ya tenemos creada la red.

### 3.1.15.5 Materiales necesarios

Para esta fase se requieren los siguientes materiales:

- **Grimpador:** Es la máquina o aparato que se usa para preparar los latiguillos. Con dicho aparato, que se asemeja a unos alicates o pelacables, podemos realizar las uniones del cable con la clavija final, la de tipo RJ45



Figura 19. Grimpador

- **Clavijas RJ45:** son los terminales del cable, lo que se conecta al ordenador. Son del tipo RJ45 porque es el estándar para comunicaciones en redes, y porque es el que nos da los 8 pines de conexión



Figura 20. Clavija RJ45

- **Testadores de red:** son unos aparatos que nos ayudan a verificar si un latiguillo está bien grimpado o no. Estos aparatos están compuestos por 2 partes; el emisor, y el receptor. Cada una de las partes se pone en un extremo del cable. El emisor, envía una señal eléctrica por cada uno de los hilos que componen el cable. El receptor lo que hace es verificar que dicha señal se recibe en el mismo orden que la envía el emisor. Si no fuera así, quiere decir que existe algún cruce, y dicho cable no vale, por lo que habría que volver a montar la clavija.



Figura 21. Testeador de red

Finalmente, por tanto, necesitaremos los siguientes materiales:

- 1500 metros de cable UTP CAT5e
- Varios cables UTP CAT6 de medidas variables
- 300 clavijas de conexión RJ45
- 7 switch de 28 bocas D-Link DGS-1210 28-Port
- 1 switch de 16 bocas (Zona STAFF) TP-LINK-16-Port
- 1 switch central Planet GSW-1600HP de 16 bocas
- 2 servidores dedicados para juegos
- 5 grimpadoras de RJ45
- 2 testadores de red
- 1 router/firewall

Los cables estarán debidamente marcados para la posterior identificación, por si existiera algún problema. Se conectará una de las puntas a uno de los switch de distribución (esclavo) y la otra la dejaremos encima de la mesa para los participantes. Se deberán comprobar todos los latiguillos y testear todos los puntos.

### 3.1.15.6 Problemas

Durante el evento se pueden presentar varios problemas bastante comunes en este tipo de instalaciones y que se deben tener en consideración:

- **Fallo de conexión a la red:** Puede ser debido a diversos motivos, el más común es que no de conexión con el switch, es decir, que al conectar el latiguillo al ordenador, este no detecte que se le ha conectado ningún cable. Es bastante habitual, aunque se haya testeado todos los cables. Esto es debido a que muchas veces, los propios participantes, al coger el latiguillo, estiran, y desencajan las clavijas, machacan el cable o incluso lo arrancan. La solución suele ser revisar el buen funcionamiento del latiguillo y repararlo o rehacerlo si es necesario
- **Conexión de red lenta:** Este problema lo notamos cuando por alguna razón percibimos que se nos ralentiza notablemente la velocidad de conexión. Puede ser debido a dos razones; la primera es que por culpa de la carga que existe dentro de la red, y por lo tanto por el tráfico existente en la misma, este sea muy elevado, y entonces es cuando experimentamos una ralentización en la conexión, solo apreciable en el programa de intercambio, o en algunos juegos en los que se necesite una conexión muy rápida todo el tiempo. La segunda razón puede ser que por problemas de hardware no haya buena compatibilidad entre la tarjeta de red, normalmente 10/100/1000, y nuestro ordenador, y que esta por defecto baje a 10 o a 100. La solución para el primer caso, es tener paciencia y esperar a que el tráfico baje un poco
- **Fallo de conexión a servidor:** Este problema es muy habitual, sobre todo para los participantes. La solución siempre suele ser poner correctamente el puerto de conexión al servidor. Si después de realizar dicha tarea el problema persiste, entonces podría ser que el servidor ya está lleno y no puede admitir ningún otro cliente. Si esto

sucediera, y fueran muchas las personas que no pudieran conectar, nos plantearíamos montar otro servidor, para albergar a todos estos usuarios.

- **Mal funcionamiento del ordenador:** El traslado del ordenador de sobremesa al recinto puede causar que las vibraciones o los movimientos para llevarlo al recinto puede ocasionar que se rompa algún componente. Se dispondrá de un pequeño almacén con algún dispositivo de reserva por si sucediera algún imprevisto de este tipo.
- Es muy habitual que Internet falle en determinadas ocasiones en este tipo de eventos, pero en gran medida este tipo de eventualidad estará relacionada con la empresa suministradora en la mayoría de los casos.

Este tipo de eventos se encuentran en continuo crecimiento y evolución, por lo que cada vez los métodos de instalación van mejorando, siendo más potentes y eficaces, y estos problemas se solucionan más rápidamente.

# Capítulo 4. Diseño y control del sistema de iluminación

## 4.1 Características generales y niveles de iluminación

Siguiendo las recomendaciones de calidad y confort visual establecidas en la UNE 12464-1: "iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.", en todo proyecto de iluminación de interior se deben tener los siguientes parámetros:

- **Local:** Factores de reflectancia para las paredes del 60 %, para el suelo el 20 % y techos el 70%.
- **Niveles lumínicos:** Son necesarios mínimo 100 lux a nivel de suelo.
- **Reproducción cromática:** Debe ser mayor que 60.
- **Deslumbramiento (UGR):** Deberá situarse entre los valores de 10 y 31, siendo mejor cuanto menor sea dicho valor.
- **Factor de mantenimiento:** En este caso se tomará un valor de 0.8.

El índice de rendimiento de color (CRI o RA) mide la apariencia del color de la luz con respecto a la luz del día. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente. En nuestro caso, al tener todas nuestras luminarias un 80 en su descripción, cumplimos la norma.

En lo que respecta al deslumbramiento, siempre se deberá encontrar entre los valores estipulados ya que este fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, además de intentar evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores.

Para definir el nivel de iluminación requerido se ha tenido en cuenta la norma UNE 12.464-I "Iluminación de los lugares de trabajo en interior", a la que hace referencia el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.

La Seguridad de Utilización de las instalaciones de alumbrado del presente proyecto queda justificada dentro del CTE, en el apartado 3.1 Cumplimiento CTE – DBSU Seguridad de Utilización. Cabe destacar las zonas con pantallas de ordenador o televisión; en estos casos, es necesaria la utilización de luminarias cuya luminancia para ángulos mayores de 60° contados desde la vertical, tanto para plano transversal como longitudinal, sea igual o inferior a 200 cd/m<sup>2</sup>. Estas luminarias se llaman de baja luminancia.

Por tanto, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta relación lumen/watio, unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Las ventanas y los sistemas de iluminación con luz natural influyen no sólo en la distribución de la luz natural, sino también en la carga térmica de un edificio. La utilización de la luz natural como sistema de iluminación puede ayudar a reducir las aportaciones caloríficas del edificio

debido a la favorable relación lúmenes por vatio de la luz natural y, por tanto, a ahorrar energía de refrigeración. El control de alumbrado en respuesta a la luz natural se combina a menudo con el control térmico.

De acuerdo con la norma UNE 12.464-1 el alumbrado se ha proyectado para conseguir, según la dependencia y el uso, un nivel medio siempre medido sobre el plano de trabajo (siendo este de 0.85 m):

- Al tratarse de un estudio de un local de pública concurrencia, el tipo de actividad realizada más parecida que hemos encontrado en la Norma UNE 12.464-I corresponde al alumbrado general de ferias o pabellones de exposiciones, siendo el mínimo de iluminación requerido de 300 lux. Al considerar también la presencia de ordenadores, nos hemos decantado por exigir un nivel de iluminación de 500 lux en la zona LAN, considerando la Tabla de Oficinas, tipo de trabajo como “Escritura, escritura a máquina, lectura y tratamiento de datos”.
- Para la zona STAND, será de aplicación un mínimo de 300 lux.
- En pasillos y vías de circulación dispondrán de un nivel mínimo de iluminación de 100 lux.
- En el cuarto de instalaciones y en el almacén el nivel mínimo de iluminación será de 200 lux sobre el nivel del suelo.
- En los aseos el nivel mínimo de iluminación será de 200 lux.
- Y finalmente, tanto en la sala de conferencias como en la de talleres la iluminación será de 500 lux.

En el diseño de los unifilares y por lo tanto del cuadro eléctrico, se hará un montaje “en trebolillo”, es decir, se intercalarán los circuitos con respecto a las zonas de alumbrado. De esta manera, si se produce una pérdida de suministro en el diferencial “aguas arriba”, no se apagará toda una zona de alumbrado, se buscará la solución más adecuada.

## 4.2 Alumbrado interior

Hemos elegido distintos tipos de luminarias para llevar a cabo la iluminación interior. Nos hemos decantado tanto para la Zona LAN como para la sala de conferencias y talleres por la familia SmartForm TBS460 de luminarias modulares, que ofrecen versatilidad para el montaje empotrado. El alumbrado interior queda de la siguiente manera:

- **Zona LAN:** Se ha decidido la instalación de una luminaria equipada con dos lámparas de 82 W modelo lámparas modelo de 82 W modelo Philips TBS 460 2XTL5-80W 827. Este tipo de luminarias SmartForm están diseñadas para adaptarse a una amplia gama de tipos de techo de modulación estándar (cuadrículas modulares de 600 mm). Además de incorporar las lámparas MASTER TL5 o TL5 ECO de bajo consumo y balasto electrónico, la familia SmartForm de luminarias empotrables también puede equiparse con controles de iluminación para la detección de presencia y la regulación en función de la luz natural (ActiLume) y para la regulación en función de la luz natural exclusivamente (Luxsense), lo que reduce el coste total. Además, son muy recomendables para ser usadas en oficinas, tiendas y colegios.

- **Zona STAND, sala de conferencias y talleres:** Para estas secciones, se ha optado por una luminaria de dos lámparas de 25 W para cada una de ellas modelo Philips TCS460 2xTL5-49W 827. Este modelo presenta las mismas características que la luminaria anterior aparte de la posibilidad de distribuir la luz de forma directa e indirecta.
- **Zona Aseos:** En el caso de los aseos, nos hemos decantado por el conjunto Philips FBH058 2xPL-C/2P18W\_835, que destaca por ser una eficiente lámpara fluorescente compacta de nivel de vatios medio, utilizada normalmente en downlights generales para aplicaciones en comercios, aseos, etc.
- **Zona de máquinas:** Finalmente, para la sala de máquinas nos hemos decidido por un Philips FBS120 1x18 240 un downlight de montaje empotrado para lámparas fluorescentes compactas

#### 4.2.1 Cumplimiento del Documento Básico CTE en cuanto a iluminación: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (HE-3)

Según el CTE-DB-HE Sección 3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” y dado que nuestro edificio de nueva construcción, estamos obligados al cumplimiento de una serie de requisitos en nuestra instalación de alumbrado interior.

Debemos calcular el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) en cada zona, constatando que no se superan los valores límite contenidos en la tabla siguiente:

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 7. Valores VEEI límites

Para el caso de la Zona STAFF, utilizaremos un VEEI límite de 3, para el almacén un VEEI límite de 4, y para la sala de conferencias y talleres un máximo de 8. En lo que respecta a la zona LAN, al no estar descrito de manera muy clara, se le aplicará un máximo de 4.

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de Regulación y control para optimizar el aprovechamiento de luz natural. Se establecen las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia sistema de temporización.
- A su vez, las salas de talleres o conferencias también dispondrán de un dispositivo para regular el aporte de luz según las necesidades de utilización de la sala (presentación, etc). Dicho dispositivo es un potenciómetro colocado como interruptor a la entrada de la sala.

#### **4.2.2 Cumplimiento del Documento Básico CTE en cuanto a la iluminación: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación adecuada (SU-4)**

En todo momento en la instalación deberá haber unos niveles de luminancia mínima para evitar riesgos por falta de iluminación: El factor de uniformidad deberá ser superior al 40 %.

### **4.3 Alumbrado de emergencia**

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

Se ha previsto un alumbrado de emergencia y señalización de evacuación con aparatos autónomos con batería de 1 hora de duración, que se colocarán señalizando pasillos y vías de evacuación, puertas de evacuación, zonas comunes, etc., cumpliendo la

Norma EN-60598-2-22, UNE 20391-93 y UNE 20062-93, así como la exigencia básica SU4: "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada" del Documento Básico de Seguridad de Utilización del Código Técnico de la Edificación.

El alumbrado de emergencia está previsto que entre en funcionamiento cuando se produzca un fallo en los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

Todos estos valores deben ser calculados teniendo en cuenta los factores de reflexión de suelo, paredes y techos y aplicando un factor de mantenimiento teniendo en cuenta las propiedades de la actividad.

Se ha proyectado equipos autónomos de emergencia con lámpara fluorescente de \_\_\_\_, para garantizar los niveles mínimos de iluminación descritos, según se indica en el estudio de alumbrado de emergencia en el capítulo de cálculos.

Cada circuito de alimentación a los aparatos de emergencia se conectará al diferencial del circuito de alumbrado correspondiente, de tal forma que un fallo de este haga que actúen los aparatos correspondientes.

Ningún circuito alimentará a más de 12 aparatos y se realizará con cable de cobre con aislamiento RZ1 0,6/1 KV, libre de halógenos, y de sección 1,5 mm<sup>2</sup> bajo tubo de protección independiente y separado al menos cinco centímetros de los circuitos normales. Estarán protegidos mediante interruptor automático de 2x10.

## 4.4 Contraincendios

A la hora de realizar la instalación contra incendios debemos tener muy claro el reglamento que debemos utilizar a la hora de elegir nuestras protecciones.

Al no considerarse una actividad industrial, no será de aplicación el RSCIEI, por lo tanto será de aplicación el CT-DB-SI.

Según establece el Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico: "Seguridad en caso de incendio (CTE-DB/SI)", considerando nuestro local un local de pública concurrencia debemos seguir las características estipuladas para dicho tipo de establecimiento. En el BOE de 30-7-2010, se publicó una sentencia que entre otras cuestiones anula la definición completa del uso pública concurrencia del DB-SI. Y en la modificación del CTE que se realizó en el 2010, ya no aparece esa definición. No obstante sigue utilizándose esa denominación para la justificación de los distintos apartados del CTE. Además, existe cierta controversia en lo que respecta a la definición de pública concurrencia ya que se le pueden atribuir otros tipos de usos como; uso comercial, administrativo, etc. Basándonos en el Anexo A del DB-SI, seguimos encontrando la definición de pública concurrencia por lo que, a pesar de la problemática actual de este tema, seguirá siendo de aplicación las normas que afectan este.

CTE realiza una definición de los requisitos de comportamiento al fuego de los elementos constructivos y materiales, para garantizar la estabilidad y resistencia térmica del edificio. Se determina la estabilidad ante el fuego exigible a la estructura portante del edificio, la resistencia exigible a los elementos constructivos, etc. En este sentido, los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio. Se denomina sector de incendios a una zona de un edificio compartimentada respecto del resto del edificio mediante elementos separadores resistentes al fuego. Atendiendo a las condiciones de pública concurrencia, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2500m<sup>2</sup>, pero para los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos

polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m<sup>2</sup>, quedando todo nuestro recinto cubierto en su totalidad.

Al tener un pequeño almacén donde se guardarán cables y aparatos electrónicos de telecomunicaciones, deberemos calcular la carga de fuego ponderada de los elementos que guardaremos en dicho almacén. Lo haremos mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum G_i \times q_i \times C_o}{A} \times R_a (MJ/m_2)$$

2,65 Mj/m<sup>2</sup>, por lo que al no superar una carga de fuego de 3x10<sup>6</sup> MJ no se considerará un recinto industrial.

En lo que respecta al cálculo de la ocupación, tendremos en cuenta las aclaraciones expuestas en la tabla 2.1 del DB-SI-3:

- Sala de máquinas: Al ser accesible para mantenimiento tendrá una ocupación nula.
- Zona LAN, STAND: destinadas a espectadores sentados la ocupación vendrá determinada por 1 persona por asiento.
- Aseos: ocupación de 3m<sup>2</sup>/persona.
- Almacén: ocupación de 40m<sup>2</sup>/persona.

Finalmente, tendremos una ocupación aproximada de 250 personas.

En cuanto al número de salidas y recorridos de evacuación, la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excederá de 25 m, y la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excederá de 50 m.

En la sección "SI 4 Detección, control y extinción de incendios del CTE", se señala las instalaciones de pública concurrencia deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios siguientes: bocas de incendio, columna seca, extintores y sistema de detección de incendio.

#### 4.4.1 Detección, alarma y extinción de incendios

Según la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI, para los establecimientos de pública concurrencia es necesario dotar de un sistema de detección de incendio si la superficie construida excede de 1000m<sup>2</sup>. Por tanto, para el edificio proyectado vemos que se exige la instalación de un sistema de detección de incendio.

La distancia de búsqueda o distancia que ha de recorrer una persona dentro de la zona afectada para localizar el fuego debe ser menor de 30m.

Se utilizarán detectores ópticos de humo con una altura máxima de 10 metros. Estos detectores ópticos no son indicados en usos al aire libre, además de no ser indicados en lugares donde los procesos de producción u otros generen humo, vapores, polvo, etc.

Con este objetivo, se deben habilitar los siguientes elementos en función de las características de nuestra instalación:

- Extintores portátiles: Se dispondrán extintores en número suficiente para que el recorrido real en cada planta hasta un extintor no supere los 15 m. Cada uno de los extintores tendrá una eficacia como mínimo 21A-113B. Se ha decidido dotar la instalación de un total de 12 extintores.
- Columna seca: Cuando la altura sea mayor de 15 m, no es nuestro caso de aplicación
- Instalación de detección y alarma: En todo caso. Se dispondrán pulsadores manuales de alarma en los pasillos, zonas de circulación, zonas de tratamiento intensivo. Se dispondrán detectores de humo en las zonas de riesgo de incendio como ya hemos comentado con anterioridad.

#### 4.4.2 Señalización de instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (bocas de incendio, pulsadores de alarma, extintores y dispositivos de disparo de sistema de extinción) deben ser señalizados mediante señales definidas en la norma UNE-23033-1 con un tamaño de 210x210 mm.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro en el alumbrado convencional. Cuando sean fotoluminiscentes, su emisión luminosa debe cumplir lo establecido por la norma UNE-23035-4-1999.

En las zonas comunes se instalarán detectores de humo y detectores de calor termovelocimétricos en las zonas donde suele generarse humo o vapor.

Los detectores estarán conectados con una centralita común que, en caso de detección, accionará alarmas tanto lumínicas como acústicas y llamará a los bomberos.

En todo el recorrido de evacuación se instalarán pulsadores de alarma y extintores de polvo polivalente.

Se dispondrán extintores en número suficiente para que el recorrido real en cada planta hasta un extintor no supere los 15 m. Cada uno de los extintores tendrá una eficacia como mínimo 21A-1

## Parte IV. Anexos

# Índice de Anexos

<b>Anexo I. Cálculos de Instalación en Baja Tensión</b>	<b>53</b>
<b>Anexo II. Cálculos en DiaLux</b>	<b>76</b>
<b>Anexo III. Recorridos de evacuación</b>	<b>127</b>
<b>Anexo IV. Tabla de cálculos eléctricos</b>	<b>153</b>
<b>Anexo V. Equilibrado de cargas</b>	<b>158</b>
<b>Anexo VI. Estudio Básico de Seguridad y Salud</b>	<b>162</b>

## **Anexo I. Cálculos de Instalación en Baja Tensión**

# Índice de Cálculos de Instalación en Baja Tensión

<b>Capítulo 1. Potencia total de la instalación.....</b>	<b>55</b>
1.1 Potencia prevista de la instalación según ITC-BT-10.....	55
1.2 Potencia prevista según tomas y receptores previstos .....	55
<b>Capítulo 2. Criterios de las bases de cálculo.....</b>	<b>59</b>
2.1 Verificación de caída de tensión en condiciones reales del conductor .....	62
2.2 Temperatura.....	62
2.3 Corrientes de cortocircuito .....	63
2.4 Cálculo acometida .....	64
2.5 Cálculo derivación individual.....	66
<b>Capítulo 3. Características de la instalación interior .....</b>	<b>68</b>
3.1 Cálculo protecciones.....	68
<b>Capítulo 4. Cálculo puesta a tierra.....</b>	<b>71</b>
<b>Capítulo 5. Sistema de iluminación .....</b>	<b>73</b>
5.1 Objeto.....	73
5.2 Cálculos iluminación .....	73

# Capítulo 1. Potencia total de la instalación

La potencia total del edificio se hallará en función a la potencia instalada de los receptores de fuerza y alumbrado que se instalarán en la Lan Party y a la potencia prevista según la ITC-BT-10, conforme a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## 1.1 Potencia prevista de la instalación según ITC-BT-10

Según el apartado de “Edificios comerciales o de oficinas” la potencia prevista se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1. En nuestro caso, siendo nuestra superficie útil de 2500 m<sup>2</sup> supondría una potencia de 250 Kw.

## 1.2 Potencia prevista según tomas y receptores previstos

En nuestra instalación encontramos distintos tipos de receptores principalmente entre ellos, ordenadores, videoconsolas, luminarias, impresora, escenario, máquinas de refrescos, etc. El listado de todos ellos lo podemos encontrar en los anexos \_\_\_ junto al equilibrio de cargas de la instalación. Debemos tener en cuenta que, al ser una Lan Party, nuestro factor de simultaneidad aplicado a las tomas de corriente será de 1, ya que se prevee que todos los ordenadores estén conectados al mismo tiempo. En cambio, utilizaremos un factor de utilización de 0,8 ya que, gran parte de los usuarios no están las 24 horas en frente de su ordenador, por lo que se encontrará apagado o simplemente no se utilizará lo cual reduce la potencia necesaria significativamente.

De entre todos los elementos de un ordenador que pueden consumir potencia, ya sea el microprocesador, el disco duro o algún dispositivo óptico, la fuente de alimentación será el más importante a tener en cuenta. Al ser muy difícil generalizar entre los 150 ordenadores de los usuarios, hemos hecho el cálculo y las fuentes de alimentación de “alta calidad” rondan los 600 W. Además, el consumo medio de una pantalla LED ronda los 200 W, por lo que, finalmente hemos decidido que cada ordenador consumirá de media 1000 W.

Hemos incluido otro tipo de tomas, como tomas generales. Dimensionadas a unos 500 W, ya sea para el uso de aparatos de limpieza o para pequeños aparatos ya sean ventiladores, cafeteras, etc. Para ello, hemos aplicado la ITC-BT-25 la cual nos especifica los factores de corrección para distintos receptores, utilizando la fórmula de la potencia prevista:

$$P_{prev} = P_{tot} * F_{uso} * F_{simul}$$

Donde,

$P_{prev}$  → Potencia prevista de la toma.

$P_{tot}$  → Potencia total que podría demandar la toma.

$F_{uso}$  → Factor de uso de la toma.

$F_{simul}$  → Factor de simultaneidad de la toma.

Existirán, además, tomas específicas de 16 A para el uso de ordenadores y para la zona stand.

En lo que se refiere a las luminarias, para lámparas de descarga (fluorescencia) se considerará el coeficiente 1.8 (ITC-BT-44) a la hora de dimensionar conductores.

Las líneas de conexión a motores, se calcularán para una intensidad igual a 125 % de la nominal a plena carga, cuando alimenten un solo motor o para una intensidad igual a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia y la intensidad a plena carga de todos los demás motores, según la instrucción ITC-BT-047 apartado 3.

Se considera despreciable el consumo de los aparatos de emergencia, debido a su bajo consumo y elevado tiempo de carga.

Asimismo, se ha utilizado un coeficiente de simultaneidad del 0,8 para los circuitos de alumbrado, ya que hemos considerado que por el día no es necesario tener todas las luminarias encendidas, además de las ventanas que proporcionan luz natural a nuestro recinto.

La potencia instalada de los receptores de nuestra instalación se muestra a continuación:

#### Luminarias

Zona	Luminaria	Unidades	Pot(W)	Flujo(LM)	Pot.Tot(W)	Pot.Cálc(W)
Sala de talleres	PHILIPS TBS460 2xTL5-25W	16	50	2425	800	1440
Sala de conferencias	PHILIPS TBS460 1xTL5-25W	16	50	2425	800	1440
Zona Staff	PHILIPS TBS460 1xTL5-25W	20	50	2600	1000	1800
Zona Lan	PHILIPS TBS460 2xTL5-80W 827	82	172	10742	14104	25387,20
Aseo Masculino	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827 DOWNLIGHT	12	51	1200	612	1101.60
Aseo femenino	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827 DOWNLIGHT	14	51	1200	714	1258,20
Aseo minusválidos	PHILIPS FBH058 2xPL- C/2P18W_827	9	51	1200	459	826,20

Almacen	PHILIPS FBS120 2xPL- C/2P18W L_840	12	51	1200	612	1101,60
Zona STAND	PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8- C_827	35	108	7262	3780	6804
Sala de maquinas	PHILIPS FBS120 1xPL- C/2P18W L_840	8	54	1200	432	777,60
<b>TOTAL</b>		<b>351</b>			<b>23.313</b>	<b>41.963,40</b>

Tabla 8. Lista de luminarias

### Receptores

Tipo	Potencia(W)	Cantidad	Total
<b>Sala de talleres</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	2	6000
Proyector	300	1	300
<b>Sala de conferencias</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	2	6000
Proyector	300	1	300
<b>Zona Staff</b>			
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente PC (3750)	3000	6	18000
Impresora	600	1	600
<b>Zona Lan</b>			
Tomas de corriente PC (3750)	3000	50	150.000
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Escenario(Altavoces, micrófono)	3000	1	3000
Motor puerta	180	2	180
Proyector	300	1	300
Aire Acondicionado	8000	1	8000
<b>Zona STAND</b>			
Tomas de corriente PC (3750)	6000	4	24000
Tomas de corriente generales	187,5	4	750
Tomas de corriente (STANDS, videojuegos)	3000	4	12000
Escenario(Altavoces, micrófono)	1200	1	1200
Motor puerta	180	2	360
Proyector	300	1	300
Máquinas expendedoras	350	5	1750

Aire acondicionado	3000	1	3000
Aseo Masculino			
Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Aseo femenino			
Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Aseo minusválidos			
Tomas de corriente generales	187,5	1	187,50
Almacén			
Tomas de corriente generales	187,5	2	375
Sala de máquinas			
Rack Telecomunicación + Clim	2000	1	2000
			<b>242.375 W</b>

Tabla 9. Lista de receptores

Se ha hecho un cálculo estimado a través de estudios contrastados para el caso de los equipos de aire acondicionado así como para el rack de telecomunicaciones.

Finalmente, obtenemos un total de 279,000 W de potencia prevista para nuestra instalación. Siendo este el valor más grande, será la potencia a la que tengamos que condicionar nuestra instalación.

## Capítulo 2. Criterios de las bases de cálculo

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT. Por otra parte, será la elección más rentable económicamente hablando (para lo cual se hará necesario determinar para cada parte de la instalación la sección económica del conductor), atendiendo a la caída máxima de tensión reglamentaria, a la intensidad máxima admisible y a la intensidad de cortocircuito resultante.

Para determinar la intensidad, hemos aplicado las siguientes expresiones:

$$\text{Distribución monofásica: } I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

$$\text{Distribución Trifásica: } I = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}$$

Donde:

$P \rightarrow$  Potencia de cálculo de la línea (W)

$V \rightarrow$  Tensión 230 en el caso monofásico y 400 en trifásica (V)

$I \rightarrow$  Intensidad (A)

$\cos \varphi \rightarrow$  Factor de potencia

El siguiente paso a seguir, será irnos a la Tabla 1 del apartado 2.2.3 de la ITC-BT-19 del REBT, en la cual elegiremos el valor de sección más adecuado al conductor, dependiendo del tipo de montaje e intensidad máxima admisible del mismo, para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables

Además, debemos tener en cuenta que la circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y por lo tanto una diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización.

La caída de tensión del conductor debe limitarse ajustando la sección del mismo, para ello nos basamos en los siguientes valores:

Tipo	Alimenta a	Caída de tensión máxima
Línea general alimentación	Un solo usuario	No hay LGA (se instala CPM)
	Una centralización de contadores	0,50%
	Centralización parcial	1%
Derivación Individual (DI)	Un solo usuario	1,50%
	Una centralización de contadores	1,00%
	Centralización parcial	0,50%
Circuitos interiores	Circuitos interiores de viviendas	3%
	Circuitos de alumbrado que no sean	3%

viviendas
Circuitos de fuerza que no sean viviendas
5%

Tabla 10. Máximas caídas de tensión permitidas

- La ITC-BT-14 marca que la caída de línea general de alimentación (LGA) sea menor a 0,5 %.
- La ITC-BT-15 para el caso de contadores totalmente concentrados la derivación individual sea 1 %.
- La ITC-BT-19 muestra que para circuitos de alumbrado 3% y para circuitos de fuerza 5 %.

Para secciones menores o iguales a 150 mm<sup>2</sup>, como es lo habitual tanto en instalaciones de enlace como en instalaciones interiores, la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia, por lo que la fórmula de la caída de tensión quedaría simplificada en las siguientes expresiones:

En el caso de circuitos monofásicos:

$$e (\%) = \frac{2 \times L \times I \times \cos \alpha}{C \times S} \times 100 \rightarrow \frac{2 \times P \times L}{C \times S \times V^2} \times 100$$

En el caso de circuitos trifásicos:

$$e (\%) = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \alpha}{C \times S} \times 100 \rightarrow \frac{L \times P}{C \times S \times V^2} \times 100$$

Donde:

$e \rightarrow$  Caída de tensión (%)

$S \rightarrow$  Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

$L \rightarrow$  Longitud del conductor (m)

$P \rightarrow$  Potencia (W)

$V \rightarrow$  Tensión (V)

$C \rightarrow$  Conductividad (m/Ω × mm<sup>2</sup>)

Material	C <sup>20</sup>	C <sup>40</sup>	C <sup>70</sup>	C <sup>90</sup>
Cobre	56	52	48	44
Aluminio	35	32	30	28
temperatura	20°C	40°C	70°C	90°C

Tabla 11. Valores de conductividad para distintas temperaturas

Conductividades, en (m/Ω × mm<sup>2</sup>) para el cobre y el aluminio

En función de la potencia e intensidad calculada para cada línea, para la determinación de la sección podremos o dirigirnos a la Tabla 1 en la ITC-BT-19 o podremos calcular el valor exacto de sección necesario para cada línea a través de la siguiente expresión:

Para receptores trifásicos:

$$S = \frac{P \times L}{C \times e \times V}$$

Para receptores monofásicos:

$$S = \frac{2 \times P \times L}{C \times e \times V}$$

Donde:

$C \rightarrow$  Conductividad del material conductor ( $m / \Omega \times mm^2$ )

$L \rightarrow$  Longitud de la línea (m)

$I \rightarrow$  Intensidad (A)

$V \rightarrow$  Tensión (V)

$S \rightarrow$  Sección ( $mm^2$ )

$e \rightarrow$  Caída de tensión máxima permitida (V)

$P \rightarrow$  Potencia (W)

En lo que respecta al valor de la conductividad que debemos elegir, debemos de tener en cuenta ciertos aspectos:

- A la hora de aplicar ciertos coeficientes debido a un sobrecalentamiento de cables o que se produzca una elevación de la temperatura ambiente de nuestro recinto, resulta evidente que utilizar el valor de 56 ( $m / \Omega \times mm^2$ ) para la conductividad del cobre es una hipótesis errónea. Este valor es para 20°C, si partimos de una instalación en un ambiente que puede ser aproximadamente de hasta 40°C y además el conductor se va a calentar por efecto Joule al transportar la corriente, la temperatura del conductor va a ser superior a 40°C y como mucho de 90°C en el caso de nuestros cables.
- En diversos casos, la sección del cable al depender de la conductividad puede llevarnos a elegir una sección menor a la que realmente necesitamos por lo que, la solución sería calcular la temperatura del conductor en cada caso. Debido a que esto resulta muy complicado se considerará para la acometida y derivación individual una conductividad de 44 ( $m / \Omega \times mm^2$ ), el caso menos óptimo. Así mismo, para las instalaciones interiores consideraremos una conductividad de 48 ( $m / \Omega \times mm^2$ ).

En el caso de encontrar varias tomas o receptores en un mismo circuito, será necesario calcular la longitud equivalente de cada uno de ellos, para ello emplearemos la siguiente fórmula de longitud equivalente:

$$L_{eq} = \frac{\sum(P_i \times L_i)}{\sum(P_i)}$$

Donde:

$P_i \rightarrow$  Potencia del receptor i (W)

$L_i \rightarrow$  Longitud del circuito que alimenta al receptor i (m)

Aplicaremos esta fórmula en la mayoría de cálculos relacionados con las longitudes de nuestros receptores ya que, para el caso de los ordenadores, asimilaremos para cada fila de 6

ordenadores una carga puntual a una distancia  $L_{eq}$ , de la misma forma para el conjunto de 4 luminarias.

## 2.1 Verificación de caída de tensión en condiciones reales del conductor

Para poder realizar esta verificación, debemos tener en cuenta la resistividad de los conductores en función de la temperatura máxima prevista para los mismos ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

$$\rho = \rho_{20}(1 + \alpha(T - 20))$$

Donde  $\alpha$ , es el factor de variación de la resistencia con la temperatura ( $1/^\circ\text{C}$ ) y  $\rho$  la resistividad del conductor a la temperatura prevista T.

Material	$\rho_{20}$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{40}$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )
Cobre	0,0176	0,019	0,021	0,0224	0,00392
Aluminio	0,0268	0,031	0,0344	0,0367	0,00403
Alumelec	0,0325	0,0347	0,0383	0,0407	0,00366

Tabla 12. Valores de resistividad

Finalmente, para calcular la temperatura faltaría calcular la temperatura en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente  $T_0$  es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, quedando la siguiente expresión:

$$T = T_0 + \Delta T \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2$$

Donde:

$T \rightarrow$  Temperatura estimada de trabajo en  $^\circ\text{C}$

$T_0 \rightarrow$  Temperatura del medio, 25  $^\circ\text{C}$  subterráneos y 40  $^\circ\text{C}$  aéreos.

$\Delta T \rightarrow$  Rango absoluto de temperatura del conductor.

$I_b \rightarrow$  Intensidad de trabajo de la línea.

$I_z \rightarrow$  Intensidad máxima admisible.

## 2.2 Temperatura

Se calculará según lo dispuesto en la norma UNE-20460-5-523. Las temperaturas máximas de funcionamiento según el tipo de aislamiento vienen recogidas en la tabla 52-A de la norma UNE-240-5-523. Las temperaturas ambientes de referencia, serán:

- Para los conductores aislados y los cables al aire, cualquiera que sea su modo de instalación: 40  $^\circ\text{C}$ .

- Para los cables enterrados directamente en el terreno o enterrados en conductos: 25 °C.

## 2.3 Corrientes de cortocircuito

Se deberá dimensionar los conductores a intensidad de cortocircuito prevista según lo dispuesto en la ITC-BT-20 además de la UNE 20460-4-43. Su cálculo se hará según las normas UNE 21239 o UNE 21240.

Todos los cálculos de corrientes de cortocircuito se pueden encontrar al final del anexo, en las correspondientes hojas de cálculo, siguiendo el procedimiento que se describe en la norma UNE 21240-97.

Las protecciones deberán ser capaces de controlar y despejar las corrientes de cortocircuito mínimas y tendrán un poder de corte y cierre suficientes para hacer frente a las corrientes de cortocircuito máximas.

El calentamiento de los cables y barras no superará la temperatura máxima admisible por la cubierta aislante para la intensidad de cortocircuito. Se hará uso si es necesario de canaletas o bandejas por las que discurran dichos conductores. Además, dispondremos de un interruptor automático con un poder de corte suficiente en caso de que ocurran sobrecargas o cortocircuitos.

Para calcular la corriente de cortocircuito hemos aplicado las siguientes fórmulas:

$$I_{cc} = \frac{0,8V}{R_T} \quad R_T = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

$I_{cc}$  → Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

$V$  → Tensión fase neutro (230 V)

$R_T$  → Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

$\rho$  → 0,018  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  en el caso de conductores de cobre

$L$  → Longitud del conductor (m)

$S$  → Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

Normalmente el valor de  $R_T$  deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la CGP y el punto considerado de cálculo que suele ser el cuadro general. Para este cálculo, consideraremos que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, obteniendo el máximo valor para  $I_{cc}$ .

Es decir:  $R = R_{DI} + R_{LGA}$  donde  $R_{DI} = 2 \times \rho \frac{L}{S}$ , es necesario multiplicar por 2 ya que en esta expresión se interpreta que cada una de las fases va directamente al neutro.

Para realizar nuestra instalación de forma segura, debemos asegurarnos de que se cumpla la siguiente norma:

La intensidad nominal,  $I_n$ , siendo esta el valor de la intensidad nominal máxima que permite sin interrumpir la corriente, debe estar entre la intensidad prevista,  $I_b$ , y la máxima admisible por el conductor ( $I_z$ )

Todos estos cálculos serán expuestos en el anexo \_\_\_ de esta memoria. Realizaremos un cálculo a mano a modo de ejemplo para que se pueda comprobar el procedimiento que hemos realizado.

De esta manera, realizaremos el cálculo del circuito de fuerza utilizado para una fila de ordenadores, la más alejada de todas.

$$L_{eq} = \frac{\sum(P_i \times L_i)}{\sum(P_i)} = \frac{6000 \times (36,3 + 37,3 + 38,3 + 39,3 + 40,3 + 41,3)}{6000 \times 6} = 38,75m$$

Calcularemos la intensidad de la línea

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} = \frac{6000}{230 \times 0,85} = 22,17$$

Sabemos que la caída de tensión máxima para circuitos de fuerza será del 5% del voltaje de nuestra línea,  $\Delta V = \frac{5}{100} \times 230 = 11,5 V$

$$S = \frac{2 \times P \times L}{C \times e \times V} = 2,88$$

Si vamos a la tabla, vemos como para una intensidad máxima de 24 A nos recomienda una sección de 1.5 lo cual es erróneo, ya que si tuviésemos una caída de 5V la sección no sería óptima. Por lo que, elegiremos la sección de 2,88 la cual más próxima es 4 mm. Nuestra nueva caída de tensión con esta sección será: 3,5 % de  $V$ .

## 2.4 Cálculo acometida

Atendiendo a la Tabla 52-B1 de la norma UNE 20460-5-523 encontramos los distintos métodos de instalación con sus respectivas intensidades máximas admisibles. Nuestra acometida será tipo D "Cable multiconductor en conductos enterrados" con un aislamiento de XLPE, por lo que debemos consultar la tabla 52-2 bis de la misma norma.

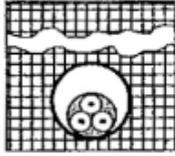
Método de instalación	Sección mm <sup>2</sup>	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		XLPE3	XLPE2	PVC3	PVC2
D 	Cobre				
	1,5	21	24,5	17	20,5
	2,5	27,5	32,5	22,5	27,5
	4	35	42	29	36
	6	44	53	37	44
	10	58	70	49	59
	16	75	91	63	76
	25	96	116	81	98
	35	117	140	97	118
	50	138	166	115	140
	70	170	204	143	173
	95	202	241	170	205
	120	230	275	192	233
	150	260	311	218	264
	185	291	348	245	296
	240	336	402	282	342
	300	380	455	319	387

Tabla 13. Método de instalación tipo D «Conductores enterrados»

A la hora de calcular nuestra acometida, vemos que:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}} = \frac{271.852,50}{400 \times 0,9 \times \sqrt{3}} = 435,98A$$

Dicha intensidad queda fuera de rango de la tabla de máxima intensidad admisible por lo que, además de que la limitación debida a que el interruptor general de maniobra solo puede ser de un máximo de 250A, llevaremos el cálculo de nuestra instalación a dos acometidas.

La primera acometida alimentará los ordenadores de nuestra zona Lan, 150kW. Mientras que la segunda acometida, será de 140kW y alimentará el resto de receptores.

#### Acometida 1

<b>Tipo suministro</b>	Trifásico
<b>Tensión (V)</b>	400
<b>Potencia Cálculo (W)</b>	150.000,
<b>Intensidad (A)</b>	254,71
<b>I<sub>cc</sub> (A)</b>	533,3333333
<b>Long (m)</b>	5
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	150
<b>cos(a)</b>	0,85
<b>Línea</b>	1x(4x150+1x75) - 0,6/1 kV
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	260

Tabla 14. Cálculo Acometida 1

#### Acometida 2

<b>Tipo suministro</b>	Trifásico
<b>Tensión (V)</b>	400
<b>Potencia Cálculo (W)</b>	140.000,00
<b>Intensidad (A)</b>	237,73
<b>I<sub>cc</sub> (A)</b>	426,66

<b>Long (m)</b>	5
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	150
<b>cos(a)</b>	0,85
<b>Línea</b>	1x(4x150+1x75) - 0,6/1 kV
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	260

Tabla 15. Cálculo Acometida 2

Debemos tener en cuenta, además, los factores de corrección asociados a nuestra acometida. En nuestro caso, para instalación enterrada, tanto la profundidad del terreno utilizada, la temperatura y la resistividad térmica del terreno son las normalizadas. En cambio, debemos tener en cuenta el factor de corrección aplicado al hecho de ir enterrado bajo tubo lo que resulta en un coeficiente final del 0.8.

## 2.5 Cálculo derivación individual

A la hora de calcular la derivación individual hemos atendido a la Tabla 52-B1 de la norma UNE 20460-5-523, con un método de instalación "D, Cable multiconductor en conductos enterrados".

<b>Tipo suministro</b>	Trifásico
<b>Tensión</b>	400
<b>Potencia Cálculo (W)</b>	150.000,
<b>Intensidad (A)</b>	240,56
<b>I<sub>cc</sub> (A)</b>	88888,88
<b>Long (m)</b>	15
<b>Sección(mm<sup>2</sup>)</b>	150
<b>cos(a)</b>	0,9
<b>Línea</b>	1x(4x150+1x75) - 0,6/1 kV
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	260
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,21

Tabla 16. Cálculo Derivación individual 1

<b>Tipo suministro</b>	Trifásico
------------------------	-----------

<b>Tensión</b>	400
<b>Potencia Cálculo (W)</b>	140.000
<b>Intensidad (A)</b>	224,52
<b>I<sub>cc</sub> (A)</b>	71111,11
<b>Long(m)</b>	15
<b>Sección(mm<sup>2</sup>)</b>	150
<b>cos(a)</b>	0,9
<b>Línea</b>	1x(4x150+1x75) - 0,6/1 kV
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	260
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,25

Tabla 17. Cálculo Derivación individual 2

Vemos como la caída de tensión es óptima según las características de nuestra instalación, ya que es menor al 1.5% permitido. En lo que respecta al conductor de protección, se ha aplicado la tabla 2 de la ITC-BT-19 la cual nos indica que, para secciones de conductores de fase mayores a 35 mm<sup>2</sup> la sección mínima de los conductores de protección será de la mitad, es decir de 75 mm<sup>2</sup>

## Capítulo 3. Características de la instalación interior

Se aporta una tabla de cálculo en el Anexo nº 1 que verifica que las secciones elegidas cumplen con las intensidades máximas admisibles y con las caídas de tensión reguladas normativamente por la Norma UNE-20460.

- Para realizar la conexión con los diversos receptores se dispondrá una instalación centralizada, partiendo desde el cuadro general de baja tensión a todos los receptores eléctricos de la instalación y cuadros secundarios. Las líneas deberán estar protegidas contra sobretensiones, sobreintensidades y contactos indirectos.
- Los cables eléctricos a utilizar serán no propagadores del incendio y con emisión y opacidad de gases reducidos. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 21.1002 cumplen con esta prescripción.
- La sección del conductor se calculará según la intensidad máxima que pasará por él y la caída de tensión máxima permitida, procurando equilibrar la seguridad y prestaciones de la instalación con el gasto que se produzca a la hora de instalar la misma y en cuestión de ahorro de energía por pérdidas de calor.

### 3.1 Cálculo protecciones

Los circuitos deberán estar protegidos ante los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el circuito mediante interruptores magnetotérmicos, los cuales se dimensionarán en base a tres aspectos: el tiempo de respuesta y el poder de corte, además de la intensidad nominal. En el caso de la acometida, se dispondrán de fusibles de protección aplicando el mismo criterio que para los interruptores magnetotérmicos.

#### Condición de intensidad nominal $I_n$

La intensidad nominal de un interruptor magnetotérmico es la intensidad para la cual está pensado que trabaje. De modo que si la intensidad que circula por la línea es mayor a la nominal, el interruptor magnetotérmico intentará abrir el circuito.

Para que el interruptor magnetotérmico pueda proteger el cable su intensidad nominal debe ser siempre inferior a la tensión admisible del conductor que protege. Además, la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico debe ser menor que la intensidad admisible del cable (por efecto Joule podrían ocurrir subidas de intensidad) ya que es la única forma de garantizar que el cable no sufre daños.

$$I_b \leq I_N \leq I_{máxadm}$$

#### Condición de protección frente a sobrecargas

La intensidad  $I_r$ , que produce el disparo seguro del térmico a tiempo con una sobrecarga de tiempo convencional, será menor que la intensidad máxima admisible que soporta el

conductor, incrementada en un 45 %. La reglamentación vigente, ITC-BT-22, obliga a dimensionar los circuitos y sus protecciones a efectos de intensidad máxima admisible, cuando se pueden producir sobrecargas previsibles. En los magnetotérmicos, en caso de sobrecargas, no se asegura el disparo del mismo hasta que se produzca una sobreintensidad que supere a la nominal del dispositivo en un valor dado por el cociente entre la intensidad de fusión a tiempo convencional y la nominal del magnetotérmico. A dicho valor lo hemos llamado coeficiente del disparo térmico que, en nuestro caso, según la Norma EN-60.898 para locales de pública concurrencia tiene un valor de 1,45.

$$I_f = C_{dt} \times I_N \leq 1,45 \times I_{máxadm}$$

### Condición de protección frente a cortocircuitos I

$$I_{Mag} \leq I_{ccmin} \text{ donde } I_{ccmin} = \frac{0,8V}{2 \times Rt}$$

Con esta condición aseguramos que una corriente pequeña de cortocircuito no sea confundida por el magnetotérmico como una sobrecarga. Si el magnetotérmico detecta que esa corriente es mayor que  $I_{MAG}$ , entonces abrirá entre 0,05 y 1 segundos. Este tiempo es el que tarda en disparar el relé magnético y el máximo que durará un cortocircuito en un circuito con protección magnetotérmica.

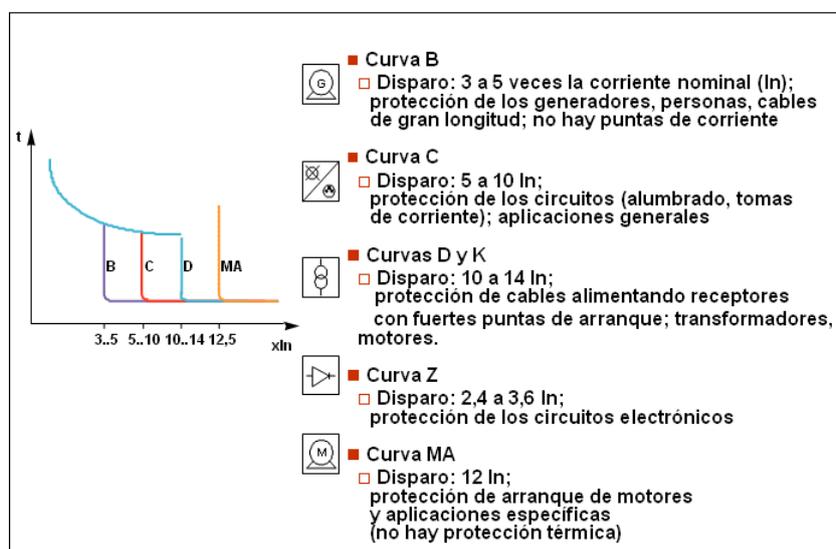


Figura 22. Curvas magnetotérmico

El valor de  $I_{MAG}$  puede ser 5 In (curva B), 10 In (curva C) 20 In (curva D)

### Condición de protección frente a cortocircuitos II

En caso de producirse un cortocircuito en un determinado punto de una línea la protección debe de reaccionar lo más rápidamente posible. De modo que, teniendo en cuenta que la carga puede estar situada a una distancia considerable, es importante minimizar el periodo de tiempo

desde el momento en el cual se produzca el cortocircuito hasta que la protección magnetotérmica actúe. Este periodo de tiempo es lo que se denomina tiempo de respuesta.

La comprobación del tiempo de respuesta pretende determinar que el cable escogido soporta durante este periodo de tiempo el cortocircuito. Si no es así, deberá aumentarse la sección del cable o colocar un interruptor magneto térmico con menor tiempo de respuesta.

El tiempo máximo que soporta el conductor la intensidad permanente de cortocircuito, deberá ser mayor que el tiempo máximo que tarda en disparar el relé magnético del magnetotérmico al producirse el cortocircuito.

$$t_{max} > t_{disparo\ relé} \text{ siendo } t_{disparo\ relé} = \frac{C \times S^2}{I_{cc}^2}$$

Donde C: constante térmica que según Norma UNE 20.460 para conductores de XLPE tiene un valor de 20449.

Si no se cumple esta condición habría que elevar la sección, asegurando que la curva del cable esté por encima de la curva del magnetotérmico, como vemos en la figura

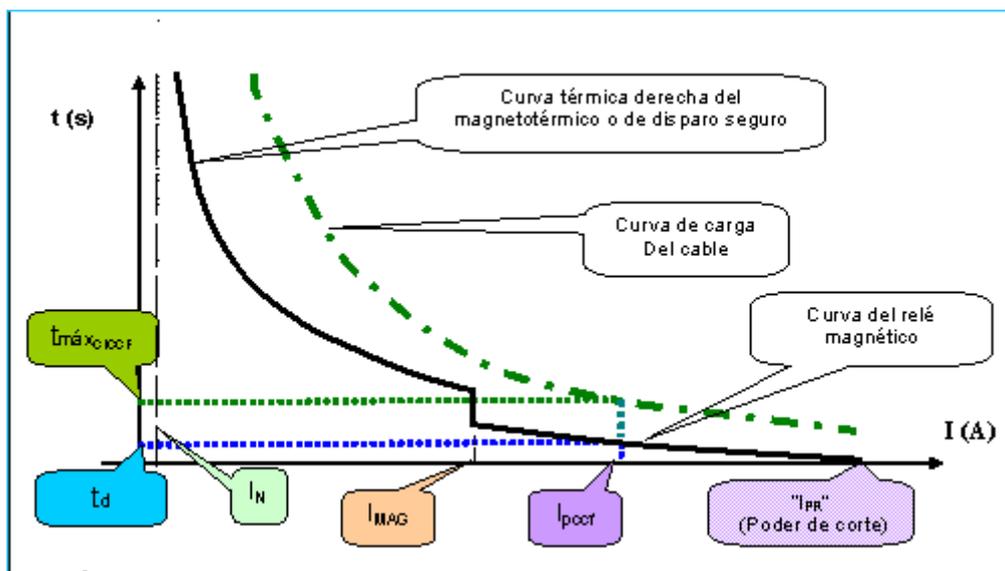


Figura 23. Gráfica de curvas

### Condición de poder de corte

Para que la línea quede protegida a cortocircuito el poder de corte de la protección ( $I_{cu}$ ) debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito ( $I_{ccmáx}$ ):

$$P_{corte} > I_{ccmáx}$$

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos de la Instrucción ICT-BT-24 del REBT.

## Capítulo 4. Cálculo puesta a tierra

Para el cálculo de la puesta a tierra nos guiaremos por el REBT-ITC-BT-18.

En primer lugar necesitaremos conocer la resistencia de tierra de cada tipo de electrodo que empleemos:

Electrodo	Resistencia de tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \times \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{l}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \times \frac{\rho}{L}$

Tabla 18. Tipos de electrodo

Donde:

$\rho$  → Resistividad del terreno ( $\Omega.m$ )

$P$  → Perímetro de la placa (m)

$L$  → Longitud de la pica o conductor (m)

Será necesario, por tanto, conocer la resistividad del terreno. Para ello, emplearemos la siguiente tabla extraída de la ITC-BT-18.

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

Tabla 19. Resistividad del terreno

Utilizaremos, por consiguiente, una resistividad de 1500  $\Omega.m$  para el caso de suelo pedregoso desnudo.

El último dato importante que debemos conocer es la resistencia máxima permitida según la normativa vigente.

El REBT establece los valores máximos de la resistencia a tierra. Estos valores son bastante elevados (por ejemplo, para un diferencial de 30 mA se establece una resistencia admisible de 800 W), por lo que en la práctica las tomas de tierra tienen valores muy inferiores a los exigidos por el REBT.

Atendiendo a las normas particulares de Endesa, sugieren una resistencia de tierra máxima de 37  $\Omega$  para una instalación eléctrica sin uso de pararrayos.

Por otro lado, el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios, establece una resistencia a tierra máxima de 10 W. Por tanto, siendo este el más restrictivo, será este el valor que tomaremos de referencia.

Por lo tanto, nuestro objetivo será calcular el número de picas de 2m. de longitud necesarias. En primer lugar, tenemos que tener en cuenta que el conjunto de picas y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por lo que se cumple la siguiente fórmula de conexiones en paralelo:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Donde:

$R_t \rightarrow$  Resistencia total ( $\Omega$ )

$R_c \rightarrow$  Resistencia del conductor enterrado ( $\Omega$ )

$R_p \rightarrow$  Resistencia de las picas ( $\Omega$ )

Se ha considerado aproximadamente una longitud del conductor de cobre que abarque la totalidad de nuestro edificio, aproximadamente 250 metros.

$$R_c = 2 \times \frac{\rho}{L} = 2 \times \frac{1500}{250} = 12\Omega$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{12} + \frac{1}{R_p}; \quad R_p = 60\Omega$$

$$R_p = \frac{\rho}{n_{picas} \times L}; \quad n_{picas} = \frac{1500}{60 \times 2} = 12,5 \rightarrow 13 \text{ picas}$$

Por tanto, se requerirán 13 picas de 2 metros de longitud.

El valor máximo de R debe permitir que la intensidad de defecto ( $I_d$ ) supere el valor mínimo de actuación de las protecciones y que la sobretensión que aparece.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, 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 o 50 V en los demás casos.

$$V_{contacto} = I_{defecto} \times R_{tierra} = 0,03 \times 10 = 0,3 < 24V$$

## Capítulo 5. Sistema de iluminación

### 5.1 Objeto

El objetivo de este apartado de la memoria es explicar las soluciones adoptadas y justificar los resultados obtenidos mediante DIALux para el diseño de la instalación de iluminación que describen los planos.

### 5.2 Cálculos iluminación

Se ha propuesto la utilización de tubos fluorescentes master TL5 ya que consumen menos energía y ayudan a preservar las fuentes de reservas energéticas y su generación a través de sus distintas características:

- Excelente calidad de luz y alta reproducción de colores ( $R_a > 80$ )
- Significativo ahorro de energía con rendimiento de hasta 104 lm/watt
- Reemplazo directo con tubos standard con ahorro superior
- Elevada vida útil (24000 horas con balasto electrónico)
- Disponible en un amplio rango de potencias

Siguiendo las recomendaciones de calidad y confort visual establecidas en la UNE 12464-1: "Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores". En todo proyecto de iluminación de interior se deben tener los siguientes parámetros:

Además de contar con los cálculos de DiaLux, se ha optado por realizar un cálculo de la instalación mediante el método de los lúmenes, cuya finalidad consiste en calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general.

e determinará el nivel de iluminancia media, consultando la Norma UNE 12464-1: Norma europea sobre la iluminación para interiores.

A partir de las medidas del local, fijaremos la altura del plano de trabajo, que en nuestro caso será de 0,85. Se determinará la altura en suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación, que en nuestro caso corresponderá con locales con iluminación directa, semidirecta y difusa. Utilizaremos por tanto, la siguiente fórmula:

$$h = \frac{4}{5} \times (h' - 0,85)$$

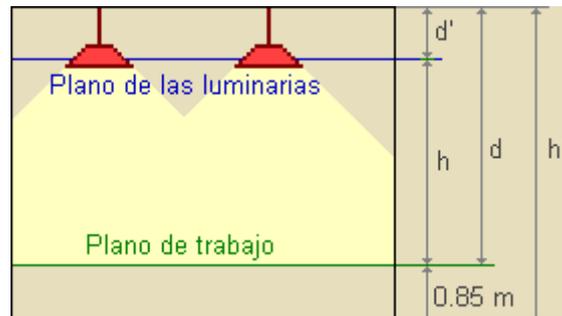


Figura 24. Plano de trabajo

Tras identificar el tipo de luminaria que utilizaremos, será necesario calcular el índice del local ( $k$ ), averiguado a partir de la geometría del mismo a partir de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

Donde:

$a \rightarrow$  ancho (m)

$b \rightarrow$  largo (m)

$h \rightarrow$  altura (m)

A continuación, tendremos que conocer el coeficiente de utilización ya que es un parámetro que nos indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano ideal de trabajo. Dicho coeficiente se encuentra tabulado y es un dato proporcionado por el fabricante

Se han asignado coeficientes de reflexión de 0.70 y 0.60 respectivamente para suelo y paredes.

El coeficiente de mantenimiento será otro parámetro que nos indica la influencia que tiene el flujo que emiten las lámparas el grado de limpieza de la luminaria. Al encontrarse en un ambiente limpio, lo consideraremos de 0.8.

Finalmente, procederemos al cálculo del flujo luminoso total necesario aplicando la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{C_u \times C_m}$$

Donde:

$\Phi_T \rightarrow$  Flujo luminoso total (lúmenes)

$E \rightarrow$  Iluminancia media deseada (lux)

$S \rightarrow$  Superficie del plano de trabajo (m)

$C_u \rightarrow$  Coeficiente de utilización

$C_m \rightarrow$  Factor de mantenimiento

Calcularemos el número de luminarias a utilizar:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L}$$

Donde:

$\Phi_L \rightarrow$  Flujo luminoso de una lámpara (lúmenes)

$n \rightarrow$  Número de lámparas por luminaria

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{largo} \times ancho} \quad N_{largo} = N_{ancho} \times \frac{largo}{ancho}$$

Y además, como hemos mencionado en la memoria, será de aplicación el cálculo del VEEI ( $W/m^2$ ) según el CTE-DB-HE Sección 3, a través de la siguiente fórmula:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

A partir de este método, podemos calcular una aproximación del número de luminarias necesarias para nuestra instalación, el programa DiaLux realiza otro tipo de aproximación al proponer nosotros un valor de iluminancia media y al elegir un tipo de luminaria en concreto. Finalmente, hemos intentado ajustar los valores de la tabla para aplicarlos en el Dialux obteniendo los resultados expuestos en el siguiente anexo.

	Z.Lan	Z.Staff	Talleres	Conf	A.Mas	A.Fem	A.Min	Almac	Sala.m	Z.Stand
<b>Largo(m)</b>	59,5	14	15	15	5,877	8	5,9	5	10	18
<b>Ancho(m)</b>	45	9	10,7	10,7	8,4	8,4	3,9	8,4	7,3	36
<b>Alto(m)</b>	5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>Dist.trab</b>	3,32	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
<b>Indice K</b>	7,72	3,51	4,00	4,00	2,22	2,60	1,51	2,01	2,70	7,69
<b>C.uti</b>	1,5	0,83	1,14	1,14	0,46	0,48	0,38	0,45	0,49	1,5
<b>C.man</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>Emed</b>	500	500	500	500	300	300	300	200	200	300
<b>Flujo</b>	1115625	94880	87993	87993	40245	51398	22707	23333	37245	162000
<b>N lum</b>	85,16	18,25	16,92	16,92	16,77	21,42	9,46	9,72	10,95	29,45
<b>N filas</b>	8,03	3,42	3,47	3,47	4,90	4,79	2,50	4,04	2,83	7,68
<b>N col</b>	10,61	5,33	4,87	4,87	3,43	4,47	3,78	2,41	3,87	3,84
<b>Pot(W)</b>	25387	1800	1440	1440	1100	1285	826	1100	777	6804
<b>VEEI</b>	1,90	2,86	1,79	1,79	7,43	6,51	11,97	13,10	5,32	3,50

Tabla 20. Tabla de cálculos lumínicos

## Anexo II. Cálculos en DiaLux

## **Proyecto Lan Party**

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 28.06.2017  
Proyecto elaborado por: Javier Rubio Rodríguez

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Proyecto Lan Party / Lista de luminarias**

47 Pieza PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
 Potencia de las luminarias: 51.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 61 94 99 99 50  
 Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/835 (Factor de corrección 1.000).



8 Pieza PHILIPS TBS460 1xTL5-54W HFP M2-H\_965  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3022 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3825 lm  
 Potencia de las luminarias: 59.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 63 93 99 100 79  
 Lámpara: 1 x TL5-54W/965 (Factor de corrección 1.000).



32 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH\_840  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4836 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm  
 Potencia de las luminarias: 55.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 93  
 Lámpara: 2 x TL5-25W/840 (Factor de corrección 1.000).



20 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP M2\_835  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3796 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm  
 Potencia de las luminarias: 55.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 64 93 99 100 73  
 Lámpara: 2 x TL5-25W/835 (Factor de corrección 1.000).



82 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-80W HFP D8\_827  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 10742 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 13100 lm  
 Potencia de las luminarias: 172.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 82  
 Lámpara: 2 x TL5-80W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**Proyecto Lan Party / Lista de luminarias**

---

35 Pieza PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8-C\_827  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 7262 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm  
Potencia de las luminarias: 108.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 100 100 100 83  
Lámpara: 2 x TL5-49W/827 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP M2\_835 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 93 99 100 73

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

SmartForm – the new standard for office lighting with modular recessed luminaires Reflecting Philips' drive for simplicity and sustainability, SmartForm recessed is a complete family of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These luminaires are available with a choice of LED or MASTER TL5 light sources in square and rectangular versions. Designed to fit in a wide range of ceiling types, SmartForm can fulfill the majority of project requirements in most applications.

#### Energy efficiency

As well as incorporating energy-efficient light sources and electronic ballasts, the SmartForm recessed family can be equipped with lighting controls. These include solutions for presence detection and daylight regulation (ActiLume) or daylight regulation only (Luxsense), thereby further reducing energy consumption ( $W/m^2$  is very low). In this way, this Green Flagship range lowers overall cost of ownership as well as CO<sub>2</sub> levels, making SmartForm an environmentally friendly choice.

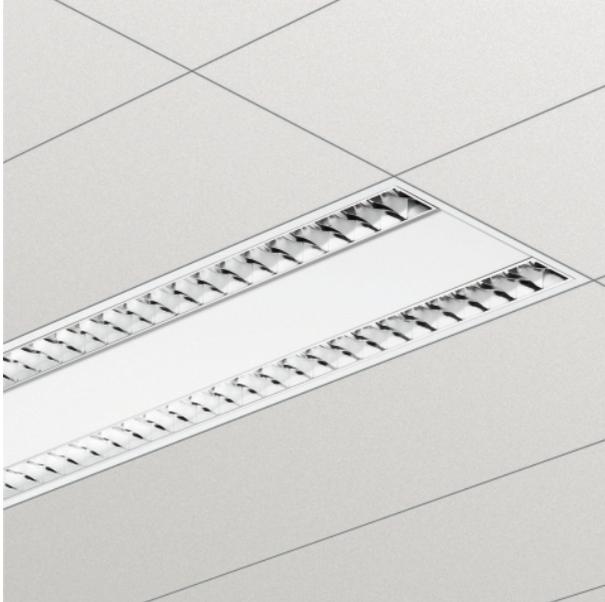
#### SmartForm recessed TBS460 – ultra-flat 'light beam'

SmartForm recessed TBS460 'light beam' luminaires are built around superior micro-optics and have a build-in height of a mere 45 mm, making them ideal for applications requiring very flat light fittings, e.g. refurbishment projects where ceiling space may be especially limited.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH\_840 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 93

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

SmartForm – the new standard for office lighting with modular recessed luminaires Reflecting Philips' drive for simplicity and sustainability, SmartForm recessed is a complete family of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These luminaires are available with a choice of LED or MASTER TL5 light sources in square and rectangular versions. Designed to fit in a wide range of ceiling types, SmartForm can fulfill the majority of project requirements in most applications.

#### Energy efficiency

As well as incorporating energy-efficient light sources and electronic ballasts, the SmartForm recessed family can be equipped with lighting controls. These include solutions for presence detection and daylight regulation (ActiLume) or daylight regulation only (Luxsense), thereby further reducing energy consumption ( $W/m^2$  is very low). In this way, this Green Flagship range lowers overall cost of ownership as well as CO2 levels, making SmartForm an environmentally friendly choice.

SmartForm recessed TBS460 – ultra-flat 'light beam'  
 SmartForm recessed TBS460 'light beam' luminaires are built around superior micro-optics and have a build-in height of a mere 45 mm, making them ideal for applications requiring very flat light fittings, e.g. refurbishment projects where ceiling space may be especially limited.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8-C\_827 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 100 100 100 83

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

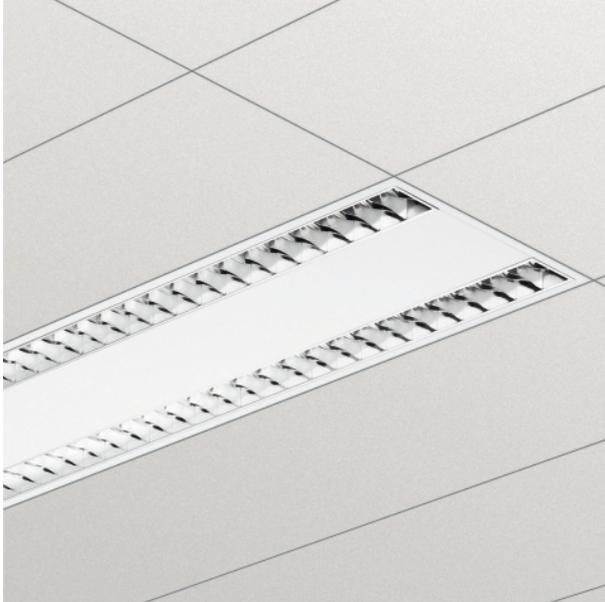
SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design. These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions with direct/indirect lighting combinations. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## PHILIPS TBS460 2xTL5-54W HFP D8-VH\_827 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 91

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

SmartForm – the new standard for office lighting with modular recessed luminaires Reflecting Philips' drive for simplicity and sustainability, SmartForm recessed is a complete family of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These luminaires are available with a choice of LED or MASTER TL5 light sources in square and rectangular versions. Designed to fit in a wide range of ceiling types, SmartForm can fulfill the majority of project requirements in most applications.

#### Energy efficiency

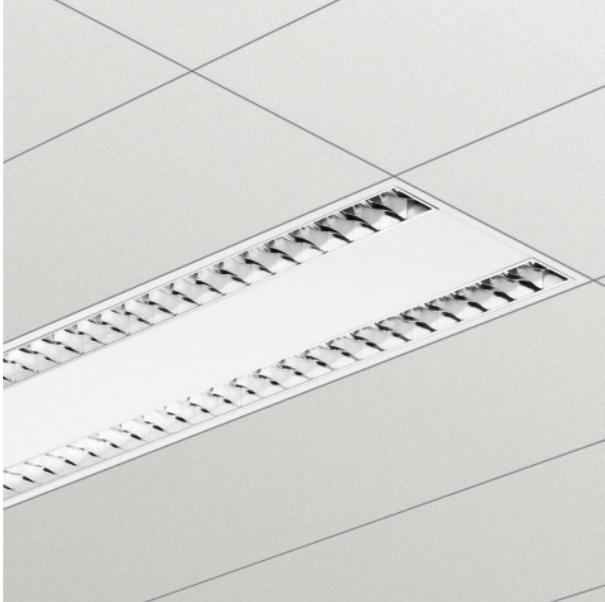
As well as incorporating energy-efficient light sources and electronic ballasts, the SmartForm recessed family can be equipped with lighting controls. These include solutions for presence detection and daylight regulation (ActiLume) or daylight regulation only (Luxsense), thereby further reducing energy consumption ( $W/m^2$  is very low). In this way, this Green Flagship range lowers overall cost of ownership as well as CO2 levels, making SmartForm an environmentally friendly choice.

SmartForm recessed TBS460 – ultra-flat 'light beam'  
 SmartForm recessed TBS460 'light beam' luminaires are built around superior micro-optics and have a build-in height of a mere 45 mm, making them ideal for applications requiring very flat light fittings, e.g. refurbishment projects where ceiling space may be especially limited.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## PHILIPS TBS460 2xTL5-80W HFP D8\_827 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 82

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

SmartForm – the new standard for office lighting with modular recessed luminaires Reflecting Philips' drive for simplicity and sustainability, SmartForm recessed is a complete family of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These luminaires are available with a choice of LED or MASTER TL5 light sources in square and rectangular versions. Designed to fit in a wide range of ceiling types, SmartForm can fulfill the majority of project requirements in most applications.

#### Energy efficiency

As well as incorporating energy-efficient light sources and electronic ballasts, the SmartForm recessed family can be equipped with lighting controls. These include solutions for presence detection and daylight regulation (ActiLume) or daylight regulation only (Luxsense), thereby further reducing energy consumption ( $W/m^2$  is very low). In this way, this Green Flagship range lowers overall cost of ownership as well as CO2 levels, making SmartForm an environmentally friendly choice.

SmartForm recessed TBS460 – ultra-flat 'light beam'

SmartForm recessed TBS460 'light beam' luminaires are built around superior micro-optics and have a build-in height of a mere 45 mm, making them ideal for applications requiring very flat light fittings, e.g. refurbishment projects where ceiling space may be especially limited.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 94 99 99 50

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

FBH/S058 The FBH and FBS family of recessed downlights come complete with a highly efficient frosted aluminum reflector and polished strip faceted upper surface. They are specially designed for compact fluorescent lamps. A standard ballast is integrated with the luminaires. A clear glass option is available upon request.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TBS460 1xTL5-54W HFP C8-C\_850 / Hoja de datos de luminarias

Esta luminaria no admite un visionado CDL.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 100 100 100 80

Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

SmartForm – the new standard for office lighting with modular recessed luminaires Reflecting Philips' drive for simplicity and sustainability, SmartForm recessed is a complete family of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These luminaires are available with a choice of LED or MASTER TL5 light sources in square and rectangular versions. Designed to fit in a wide range of ceiling types, SmartForm can fulfill the majority of project requirements in most applications.

#### Energy efficiency

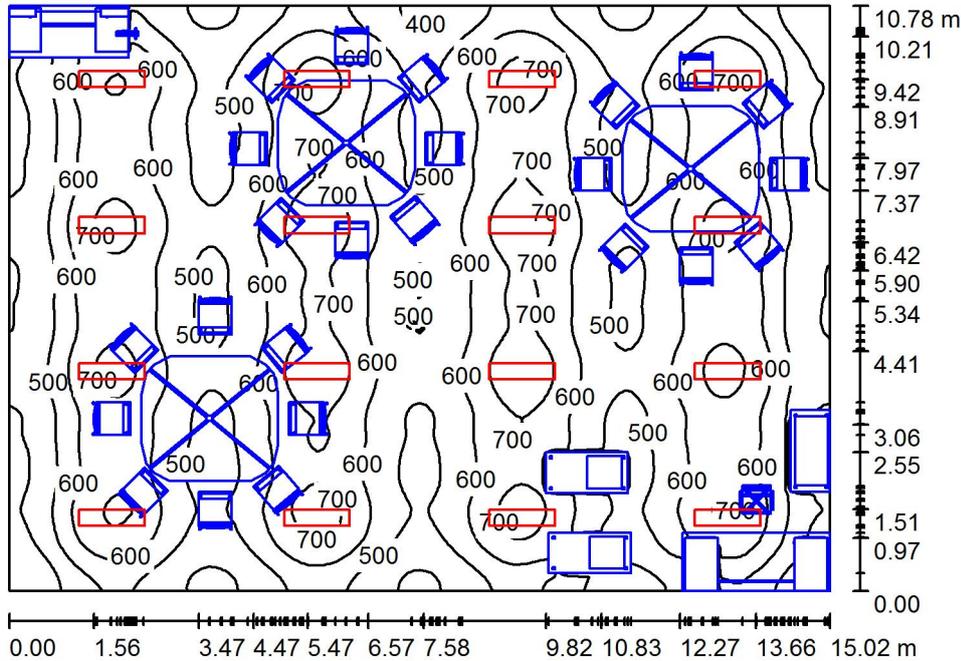
As well as incorporating energy-efficient light sources and electronic ballasts, the SmartForm recessed family can be equipped with lighting controls. These include solutions for presence detection and daylight regulation (ActiLume) or daylight regulation only (Luxsense), thereby further reducing energy consumption ( $W/m^2$  is very low). In this way, this Green Flagship range lowers overall cost of ownership as well as CO2 levels, making SmartForm an environmentally friendly choice.

SmartForm recessed TBS460 – ultra-flat 'light beam'

SmartForm recessed TBS460 'light beam' luminaires are built around superior micro-optics and have a build-in height of a mere 45 mm, making them ideal for applications requiring very flat light fittings, e.g. refurbishment projects where ceiling space may be especially limited.

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala talleres / Resumen**



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

Valores en Lux, Escala 1:139

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	569	311	763	0.546
Suelo	63	539	318	659	0.590
Techo	70	305	193	359	0.635
Paredes (4)	64	314	190	458	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

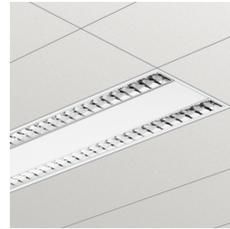
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH_840 (1.000)	4836	5200	55.0
Total:			77376	83200	880.0

Valor de eficiencia energética:  $5.44 \text{ W/m}^2 = 0.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $161.84 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala talleres / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH\_840  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4836 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 55.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 73 99 100 100 93  
Lámpara: 2 x TL5-25W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala talleres / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 77376 lm  
 Potencia total: 880.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	359	211	569	/	/
Suelo	324	214	539	63	108
Techo	0.01	305	305	70	68
Pared 1	61	253	315	64	64
Pared 2	65	249	314	64	64
Pared 3	61	253	314	64	64
Pared 4	65	249	314	64	64

Simetrías en el plano útil

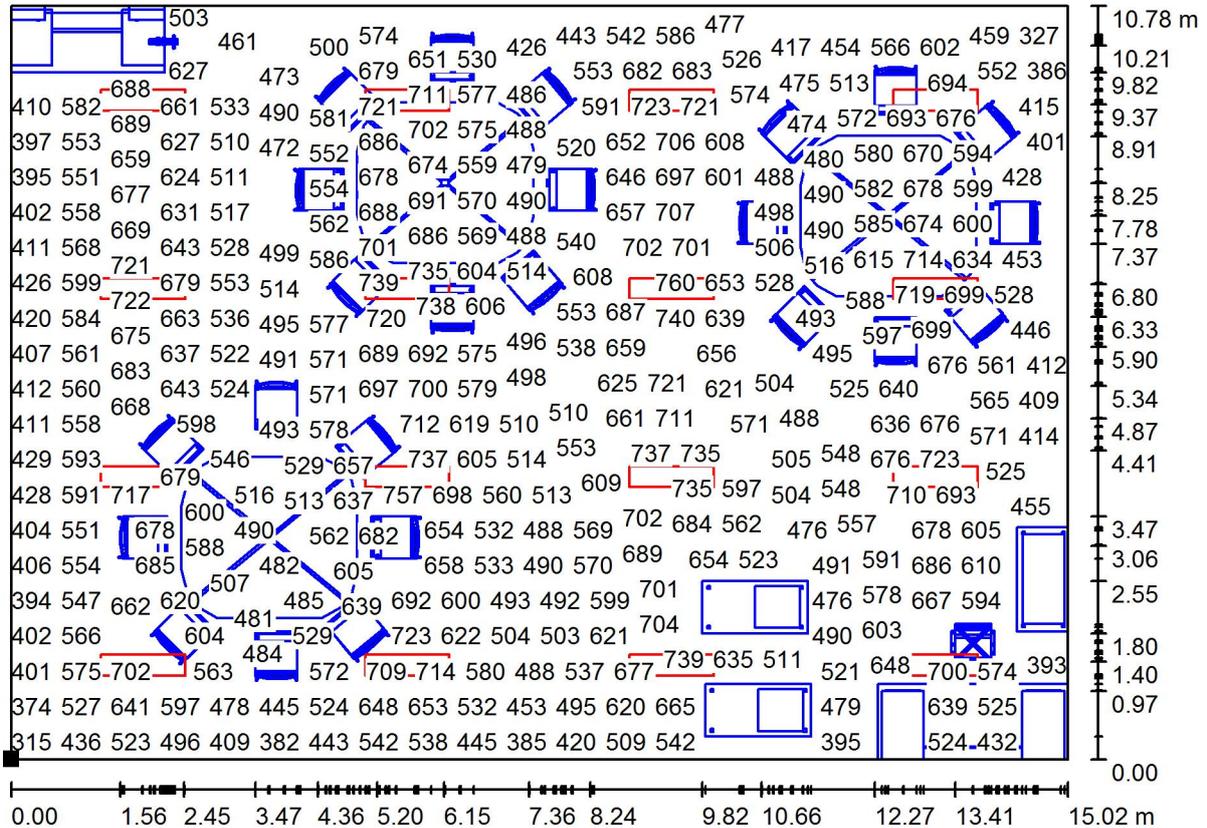
$E_{min} / E_m$ : 0.546 (1:2)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.407 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 5.44 W/m<sup>2</sup> = 0.95 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 161.84 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Sala talleres / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 108

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (70.628 m, 42.825 m, 0.850 m)

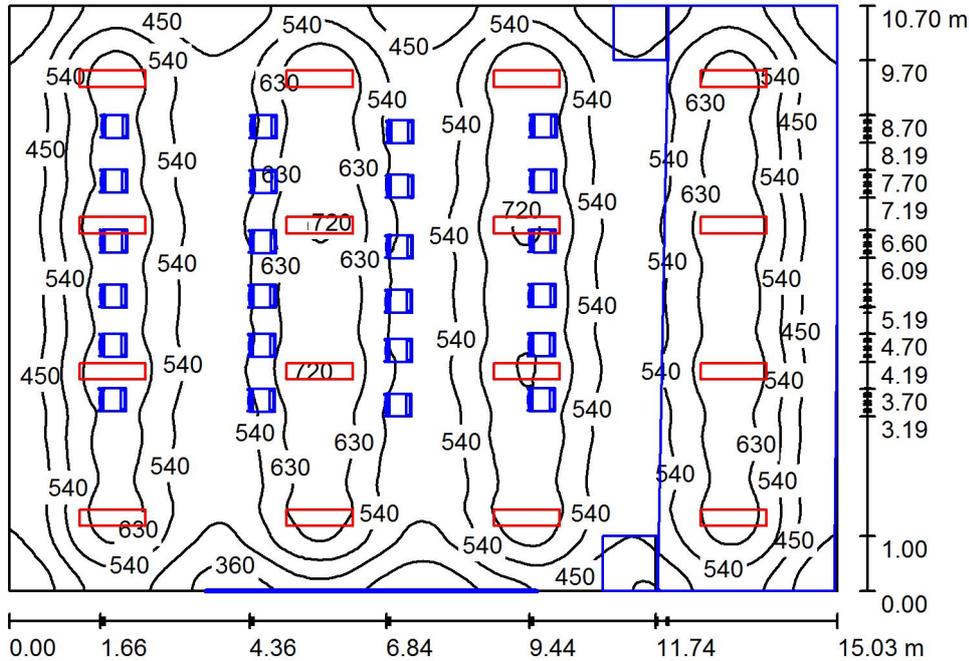


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
569	311	763	0.546	0.407

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala Conferencias / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.845 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:138

Superficie	r [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	549	286	732	0.520
Suelo	63	522	302	644	0.578
Techo	70	288	177	346	0.615
Paredes (4)	61	299	176	444	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

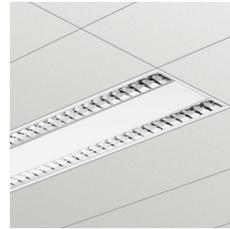
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH_840 (1.000)	4836	5200	55.0
Total:			77376	83200	880.0

Valor de eficiencia energética: 5.47 W/m<sup>2</sup> = 1.00 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 160.81 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Conferencias / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH\_840  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4836 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 55.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 73 99 100 100 93  
Lámpara: 2 x TL5-25W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Sala Conferencias / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 77376 lm  
 Potencia total: 880.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	355	194	549	/	/
Suelo	325	197	522	63	105
Techo	0.01	288	288	70	64
Pared 1	61	233	294	61	57
Pared 2	67	234	301	61	59
Pared 3	63	239	303	61	59
Pared 4	67	232	299	61	58

Simetrías en el plano útil

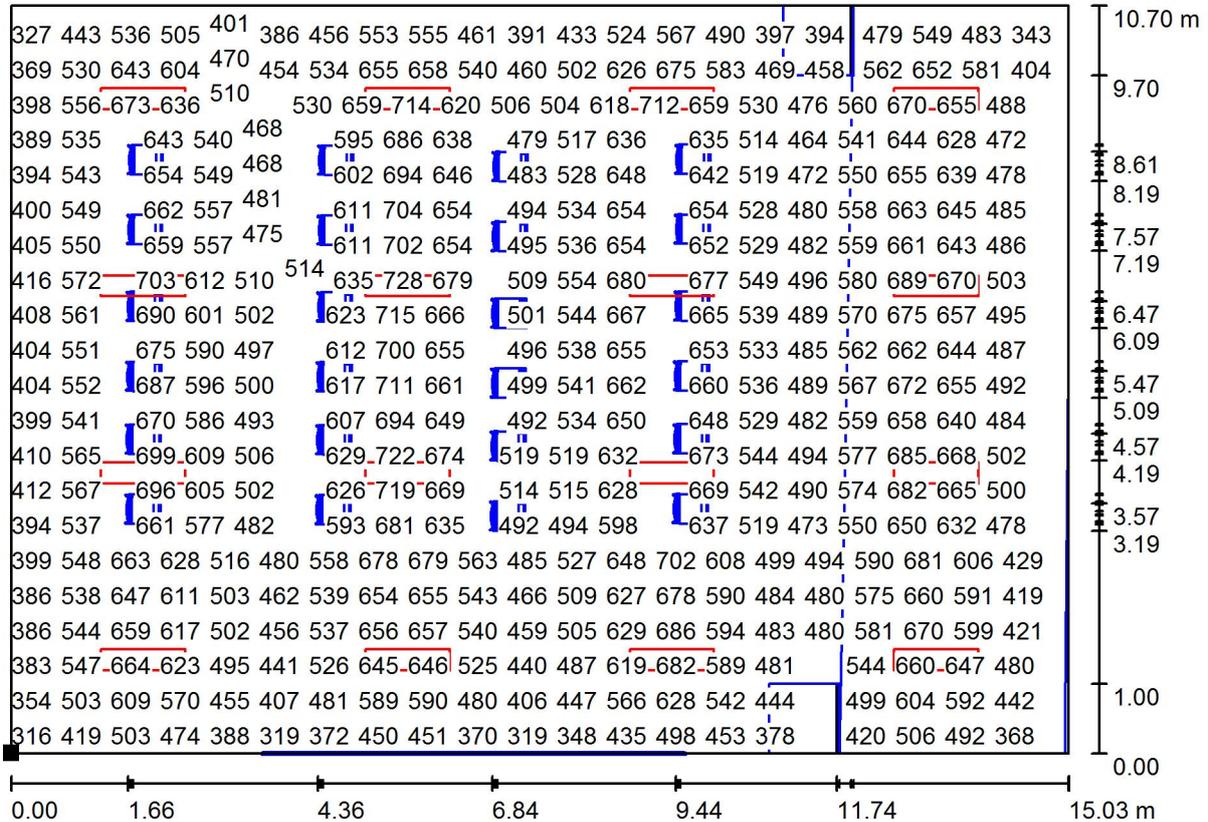
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.520 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.390 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $5.47 \text{ W/m}^2 = 1.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $160.81 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala Conferencias / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 108

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(70.628 m, 8.601 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
549

$E_{min}$  [lx]  
286

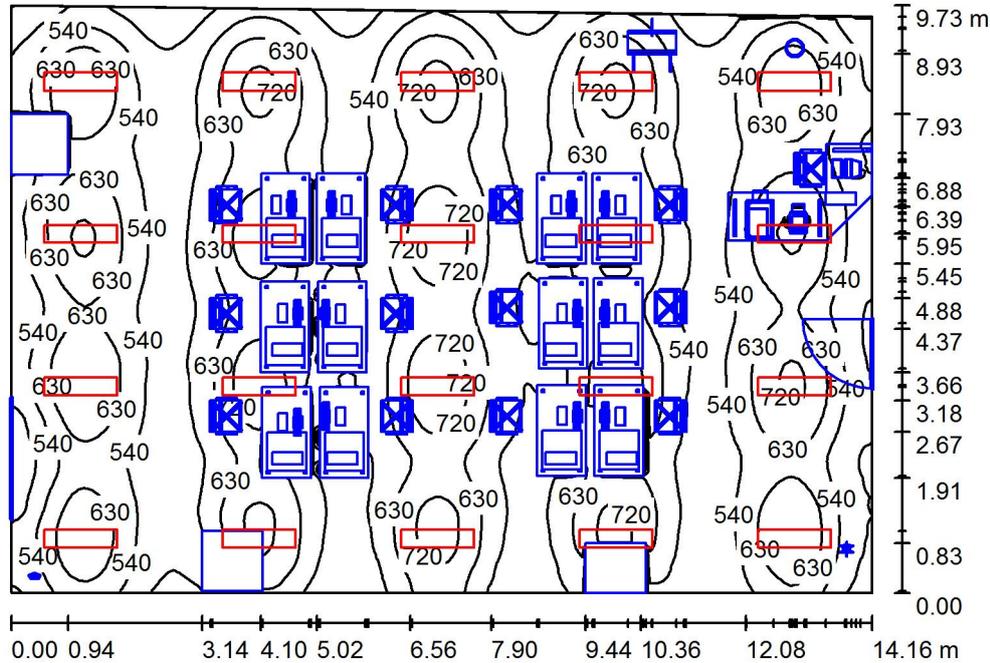
$E_{max}$  [lx]  
732

$E_{min} / E_m$   
0.520

$E_{min} / E_{max}$   
0.390

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Zona STAFF / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.495 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:125

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	589	360	796	0.611
Suelo	63	558	365	682	0.654
Techo	70	303	193	360	0.636
Paredes (4)	54	357	189	588	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP M2_835 (1.000)	3796	5200	55.0
Total:			75920	104000	1100.0

Valor de eficiencia energética:  $8.06 \text{ W/m}^2 = 1.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $136.41 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona STAFF / Lista de luminarias

20 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-25W HFP M2\_835  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3796 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 55.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 93 99 100 73  
Lámpara: 2 x TL5-25W/835 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Zona STAFF / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 75920 lm  
 Potencia total: 1100.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	385	204	589	/	/
Suelo	349	209	558	63	112
Techo	0.00	303	303	70	68
Pared 1	108	255	363	54	62
Pared 2	98	249	347	54	60
Pared 3	84	269	354	54	61
Pared 4	113	248	361	54	62

Simetrías en el plano útil

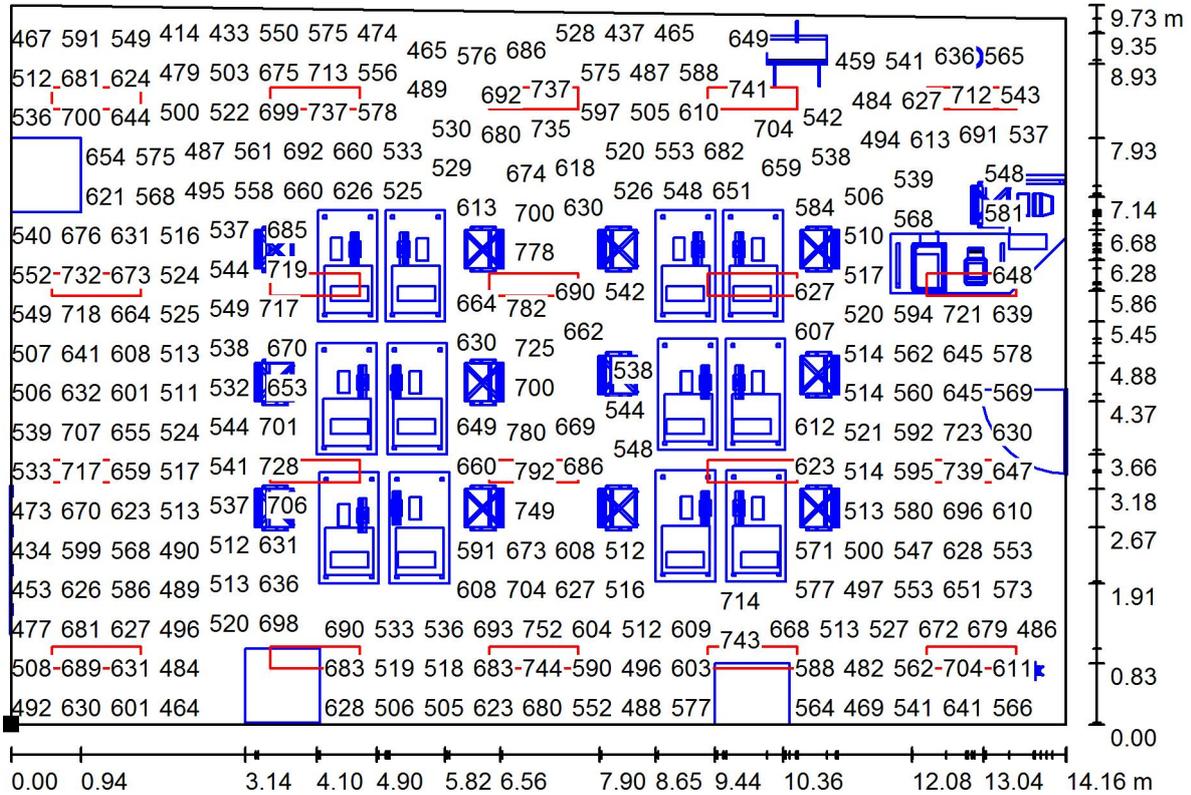
$E_{min} / E_m$ : 0.611 (1:2)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.452 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 8.06 W/m<sup>2</sup> = 1.37 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 136.41 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Zona STAFF / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 102

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (26.157 m, 43.873 m, 0.850 m)

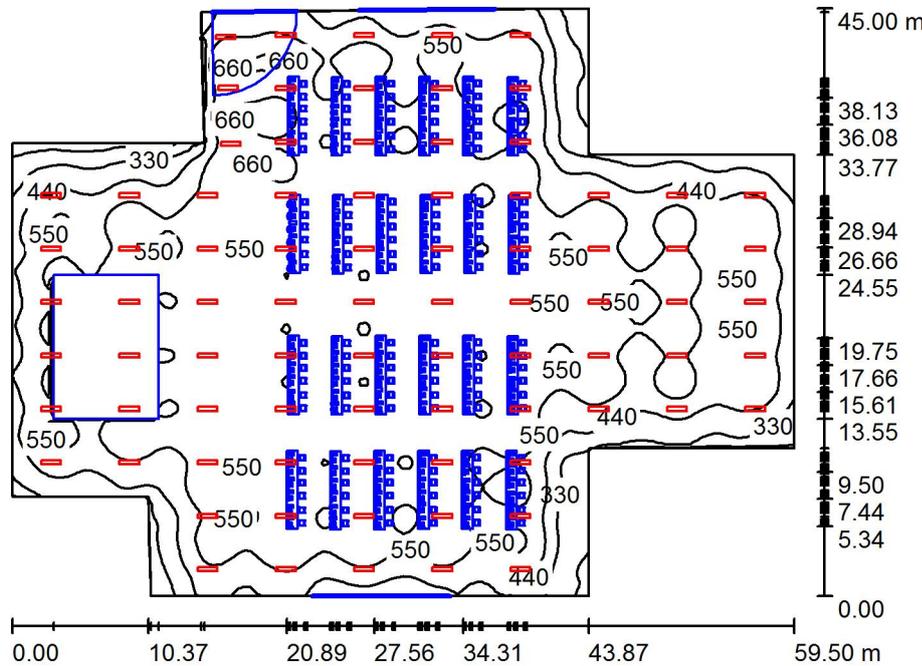


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
589	360	796	0.611	0.452

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Zona LAN / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:578

Superficie	r [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	533	165	704	0.309
Suelo	63	530	203	664	0.383
Techo	70	318	157	383	0.494
Paredes (12)	61	291	165	570	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

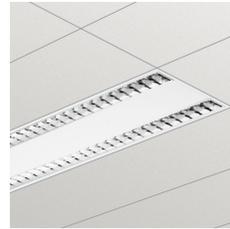
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	82	PHILIPS TBS460 2xTL5-80W HFP D8_827 (1.000)	10742	13100	172.0
Total:			880844	1074200	14104.0

Valor de eficiencia energética: 6.74 W/m<sup>2</sup> = 1.27 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 2091.72 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona LAN / Lista de luminarias

82 Pieza PHILIPS TBS460 2xTL5-80W HFP D8\_827  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 10742 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 13100 lm  
Potencia de las luminarias: 172.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 73 99 100 100 82  
Lámpara: 2 x TL5-80W/827 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

### Zona LAN / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 880844 lm  
 Potencia total: 14104.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	317	216	533	/	/
Suelo	311	219	530	63	106
Techo	0.01	318	318	70	71
Pared 1	54	263	317	80	81
Pared 2	19	232	251	53	42
Pared 3	33	219	251	53	42
Pared 4	62	221	283	53	48
Pared 5	31	215	246	53	42
Pared 6	19	217	236	53	40
Pared 7	60	252	313	53	53
Pared 8	115	277	392	53	66
Pared 9	14	226	239	53	40
Pared 10	62	259	321	70	72
Pared 11	43	248	291	70	65
Pared 12	30	255	285	80	72

Simetrías en el plano útil

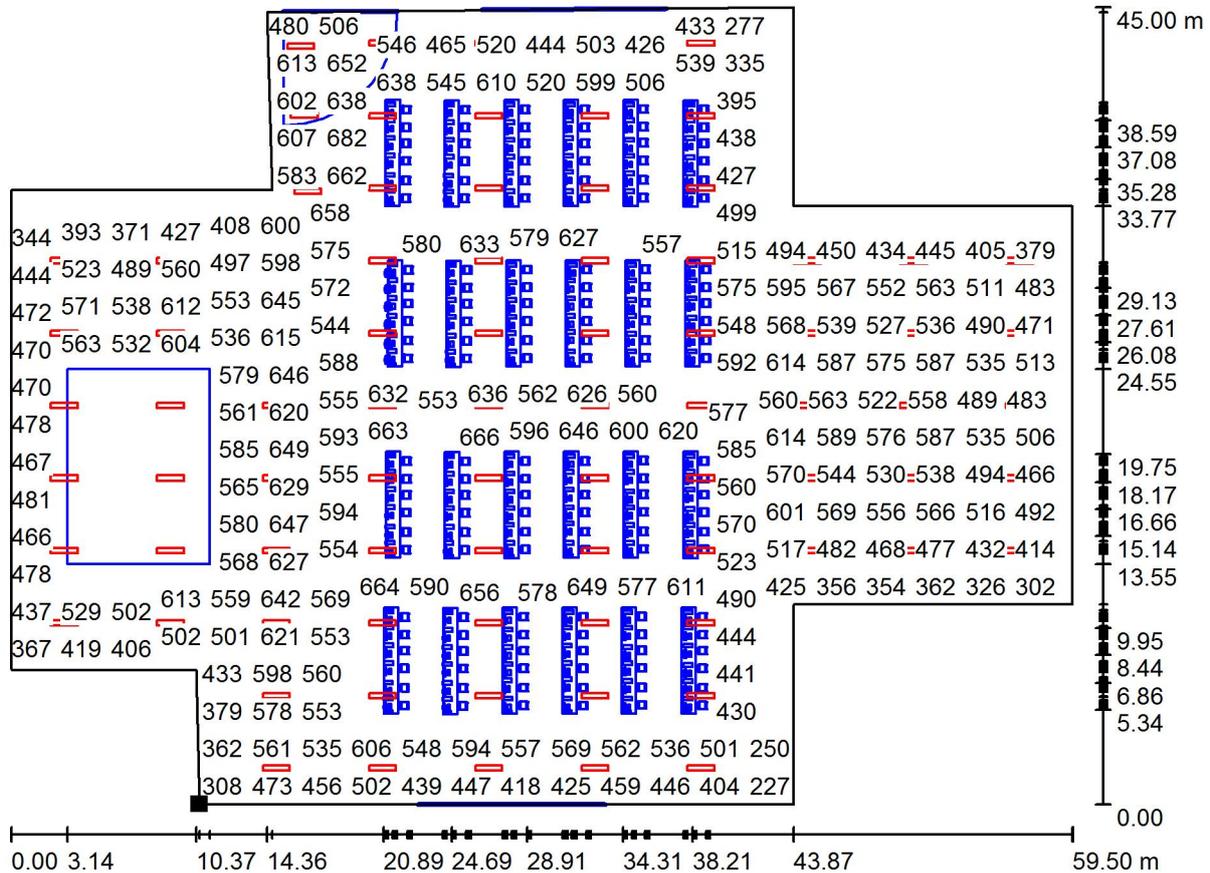
$E_{\min} / E_m$ : 0.309 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.234 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $6.74 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 2091.72 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Zona LAN / Plano útil / Gráfico de valores (E)



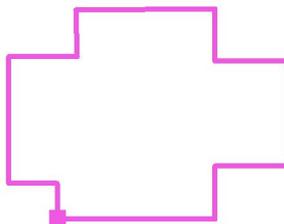
Valores en Lux, Escala 1 : 426

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(36.720 m, 8.601 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
533

$E_{min}$  [lx]  
165

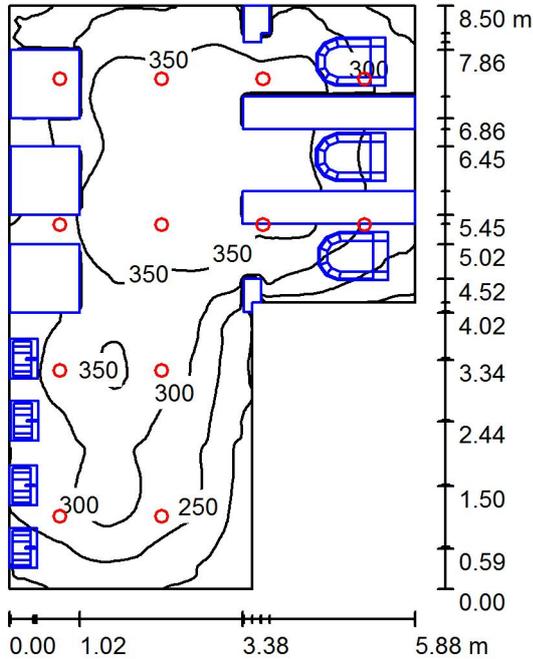
$E_{max}$  [lx]  
704

$E_{min} / E_m$   
0.309

$E_{min} / E_{max}$   
0.234

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Masculino / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.897 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:110

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	306	153	398	0.499
Suelo	67	273	163	341	0.595
Techo	70	147	95	1394	0.644
Paredes (6)	61	189	101	330	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W_835 (1.000)	1200	2400	51.0
			Total: 14400	Total: 28800	612.0

Valor de eficiencia energética:  $15.26 \text{ W/m}^2 = 4.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.12 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Masculino / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 94 99 99 50  
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/835 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

### Aseo Masculino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14400 lm  
 Potencia total: 612.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	199	107	306	/	/
Suelo	162	111	273	67	58
Techo	3.63	144	147	70	33
Pared 1	49	134	183	61	35
Pared 2	68	134	202	61	39
Pared 3	68	137	205	61	40
Pared 4	72	128	200	61	39
Pared 5	43	114	157	61	30
Pared 6	44	120	163	61	32

Simetrías en el plano útil

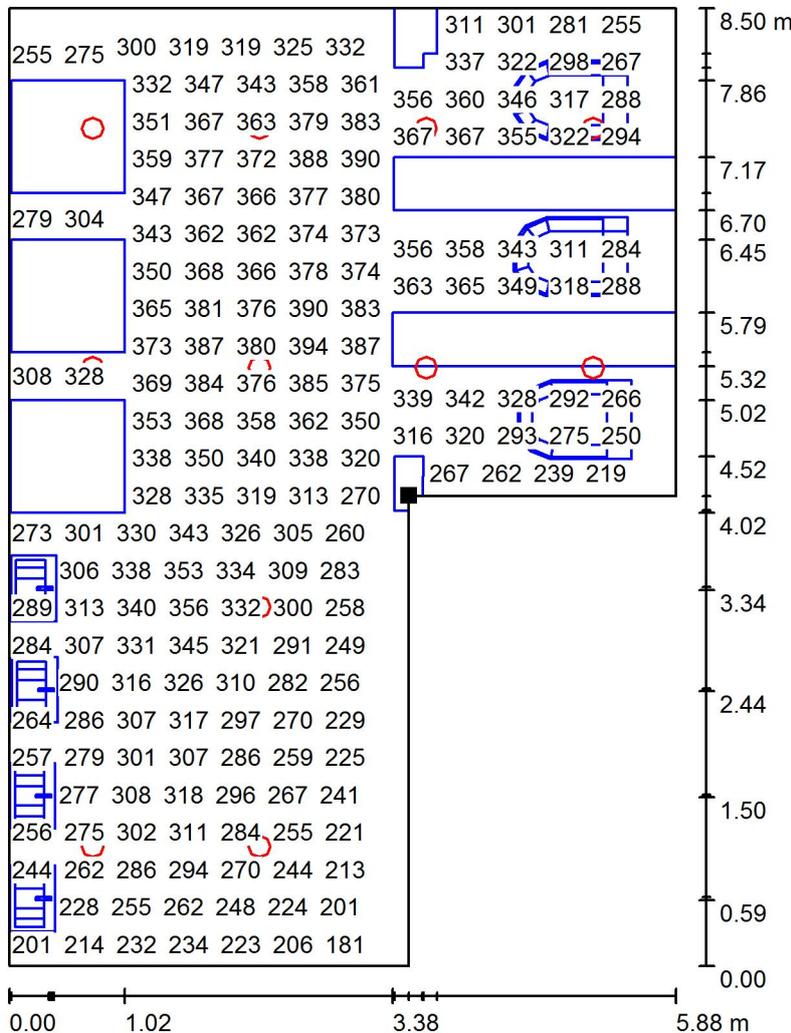
$E_{min} / E_m$ : 0.499 (1:2)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.384 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 15.26 W/m<sup>2</sup> = 4.98 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 40.12 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Masculino / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



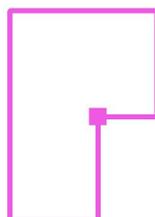
Valores en Lux, Escala 1 : 67

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(90.170 m, 49.276 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
306

$E_{min}$  [lx]  
153

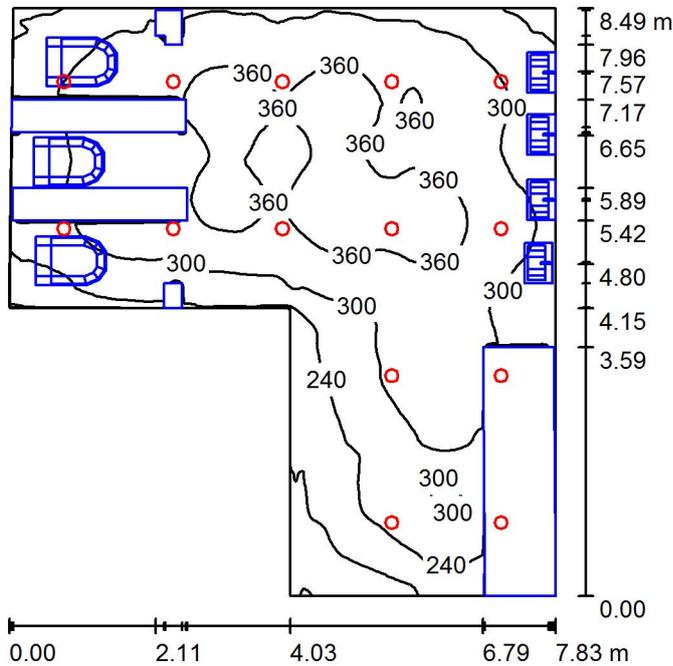
$E_{max}$  [lx]  
398

$E_{min} / E_m$   
0.499

$E_{min} / E_{max}$   
0.384

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Femenino / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.897 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:109

Superficie	r [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	305	115	389	0.376
Suelo	67	273	156	341	0.572
Techo	70	149	93	1360	0.623
Paredes (6)	61	188	95	328	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W_835 (1.000)	1200	2400	51.0
Total:			16800	33600	714.0

Valor de eficiencia energética: 14.40 W/m<sup>2</sup> = 4.72 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 49.58 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Femenino / Lista de luminarias

14 Pieza PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 94 99 99 50  
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/835 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Aseo Femenino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16800 lm  
 Potencia total: 714.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	198	107	305	/	/
Suelo	161	112	273	67	58
Techo	3.31	145	149	70	33
Pared 1	50	138	187	61	36
Pared 2	39	118	157	61	30
Pared 3	41	112	153	61	30
Pared 4	68	128	195	61	38
Pared 5	67	138	205	61	40
Pared 6	65	138	203	61	39

Simetrías en el plano útil

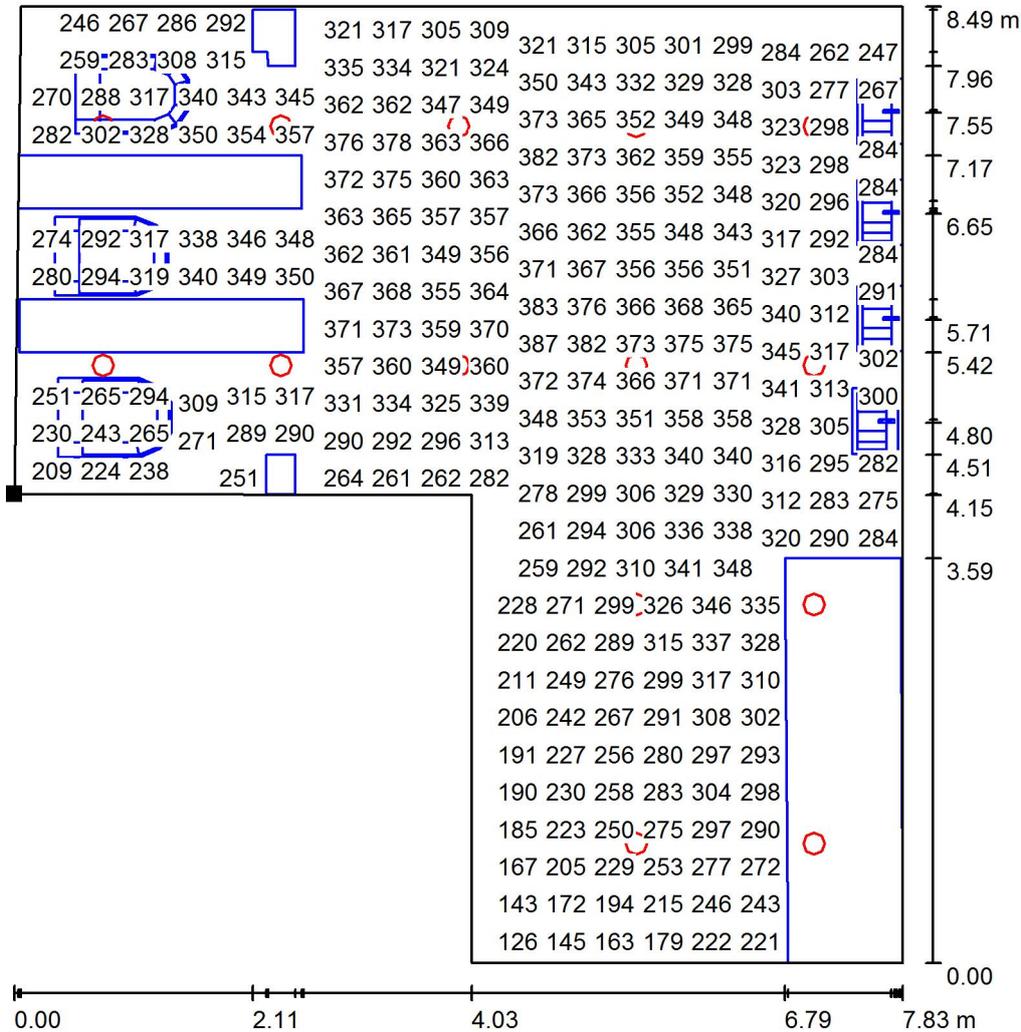
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.376 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.295 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 14.40 W/m<sup>2</sup> = 4.72 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 49.58 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

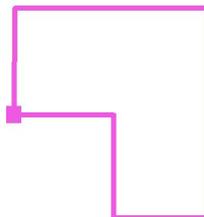
**Aseo Femenino / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 67

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (92.524 m, 49.276 m, 0.850 m)

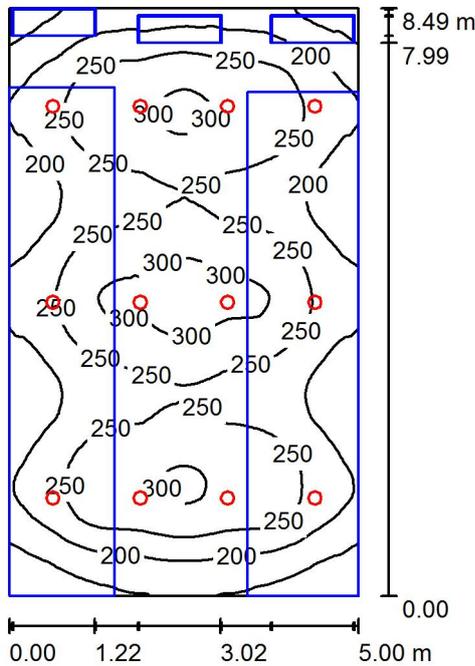


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
305	115	389	0.376	0.295

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Almacen / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.922 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:109

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	234	106	326	0.452
Suelo	20	203	114	262	0.563
Techo	70	45	36	54	0.787
Paredes (4)	50	101	35	319	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W_835 (1.000)	1200	2400	51.0
Total:			14400	28800	612.0

Valor de eficiencia energética:  $14.42 \text{ W/m}^2 = 6.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $42.44 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 94 99 99 50  
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/835 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Almacen / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14400 lm  
 Potencia total: 612.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	194	40	234	/	/
Suelo	161	43	203	20	13
Techo	0.00	45	45	70	10
Pared 1	43	41	84	50	13
Pared 2	67	41	108	50	17
Pared 3	54	42	96	50	15
Pared 4	67	41	108	50	17

Simetrías en el plano útil

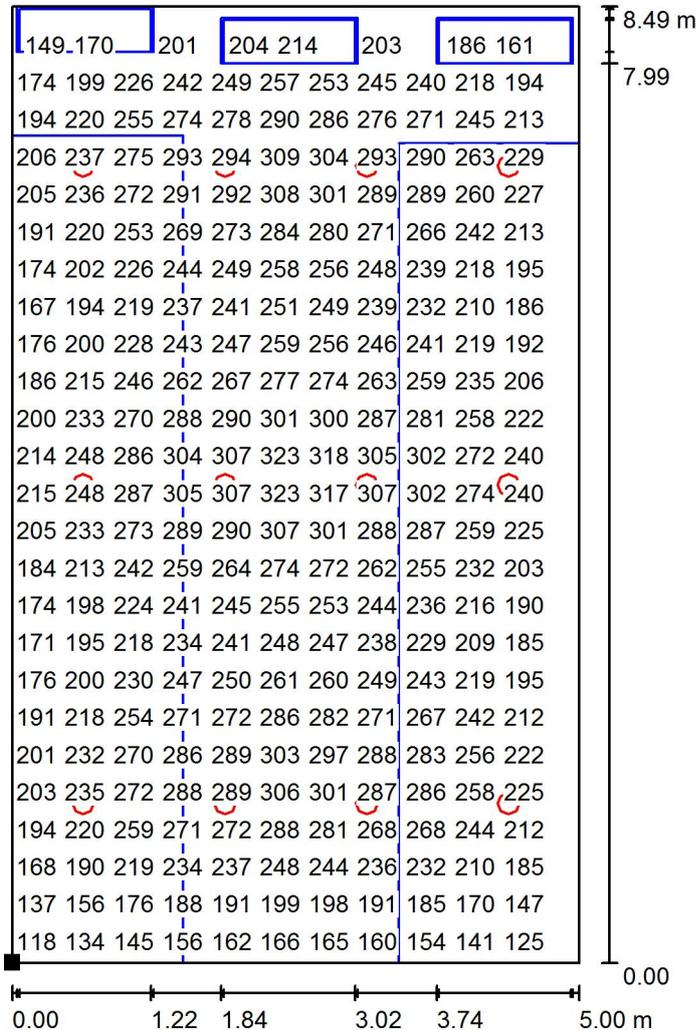
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.452 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.326 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $14.42 \text{ W/m}^2 = 6.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $42.44 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Almacen / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



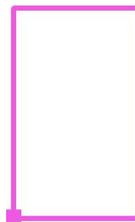
Valores en Lux, Escala 1 : 67

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(100.556 m, 45.113 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
234

$E_{min}$  [lx]  
106

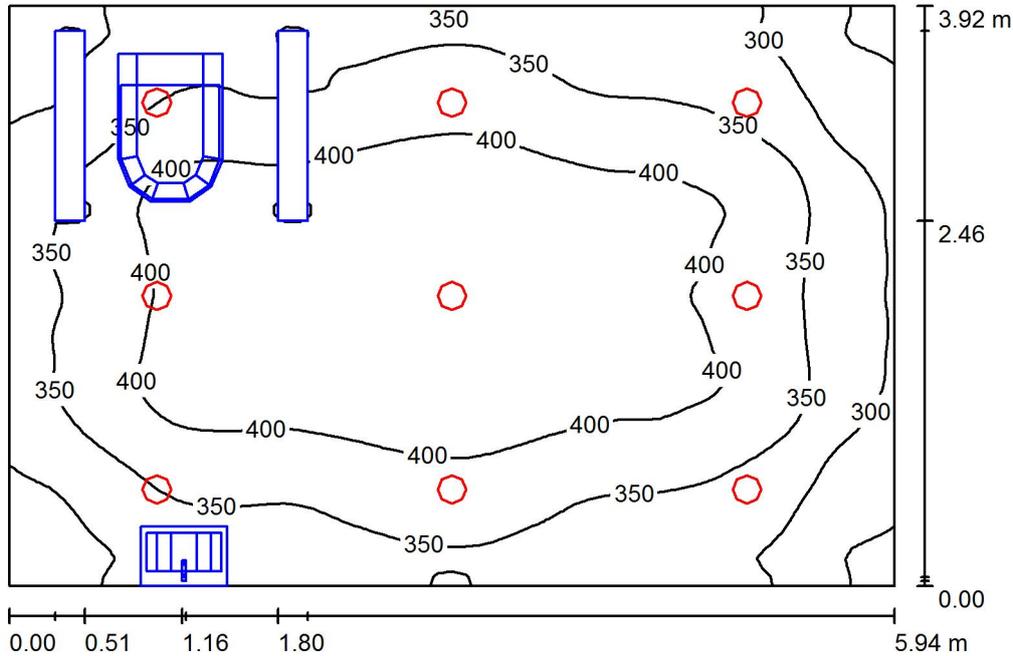
$E_{max}$  [lx]  
326

$E_{min} / E_m$   
0.452

$E_{min} / E_{max}$   
0.326

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Minusválidos / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.897 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	364	236	450	0.647
Suelo	67	316	225	369	0.713
Techo	70	169	123	2810	0.725
Paredes (4)	61	231	134	396	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W_835 (1.000)	1200	2400	51.0
Total:			10800	21600	459.0

Valor de eficiencia energética:  $19.75 \text{ W/m}^2 = 5.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.24 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Minusválidos / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS FBH058 2xPL-C/2P18W\_835  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 94 99 99 50  
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/835 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Minusválidos / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 10800 lm  
 Potencia total: 459.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	234	131	364	/	/
Suelo	181	135	316	67	67
Techo	4.92	165	169	70	38
Pared 1	85	153	238	61	46
Pared 2	61	150	211	61	41
Pared 3	85	153	238	61	46
Pared 4	76	153	229	61	45

Simetrías en el plano útil

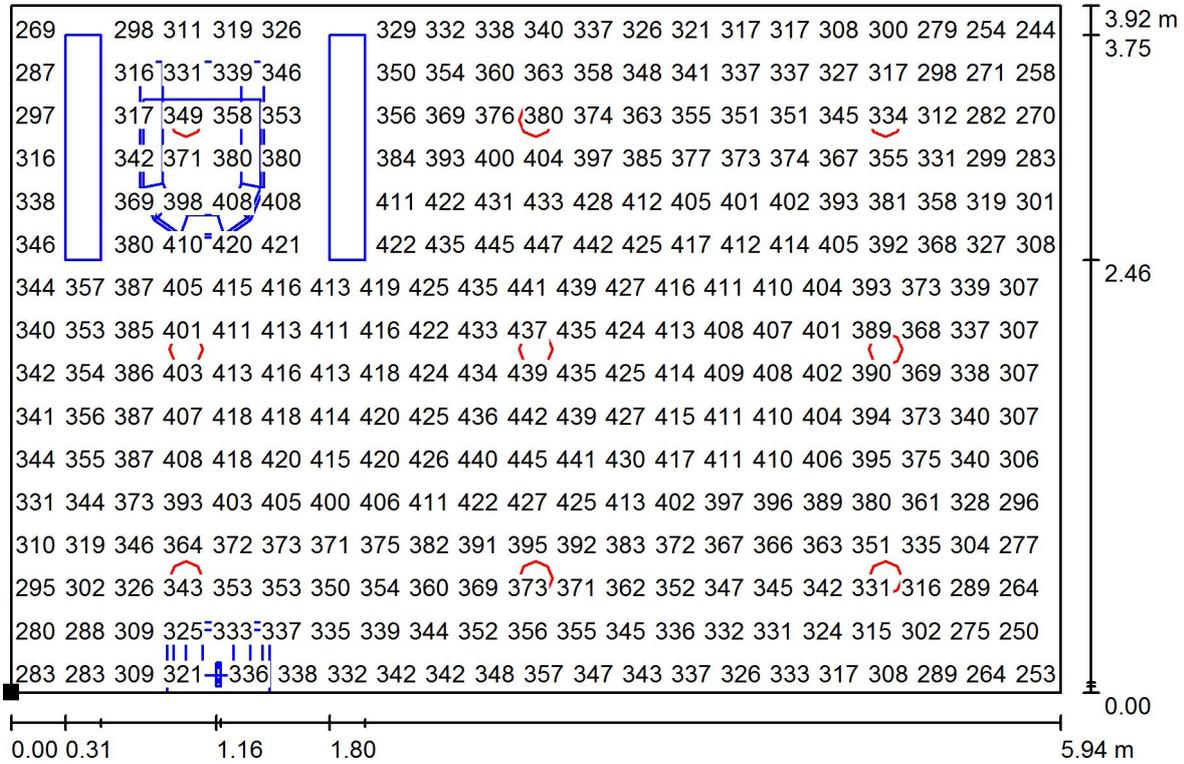
$E_{min} / E_m$ : 0.647 (1:2)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.524 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $19.75 \text{ W/m}^2 = 5.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.24 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Aseo Minusválidos / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 43

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(90.420 m, 45.108 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
364

$E_{min}$  [lx]  
236

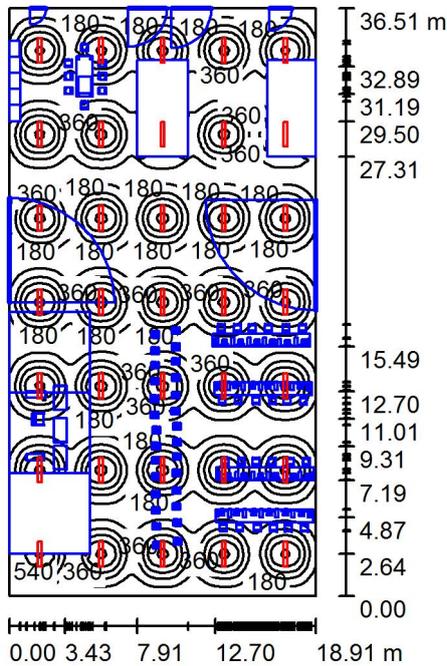
$E_{max}$  [lx]  
450

$E_{min} / E_m$   
0.647

$E_{min} / E_{max}$   
0.524

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Zona STAND / Resumen**



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

Valores en Lux, Escala 1:469

Superficie	r [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	361	64	956	0.178
Suelo	31	356	141	521	0.395
Techo	70	99	64	110	0.648
Paredes (4)	64	103	66	255	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	35	PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8-C 827 (1.000)	7262	8750	108.0
Total:			254187	306250	3780.0

Valor de eficiencia energética: 5.48 W/m<sup>2</sup> = 1.52 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 690.40 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

## Zona STAND / Lista de luminarias

---

35 Pieza PHILIPS TCS460 2xTL5-49W HFP D8-C\_827  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 7262 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm  
Potencia de las luminarias: 108.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 81 100 100 100 83  
Lámpara: 2 x TL5-49W/827 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Zona STAND / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 254187 lm  
 Potencia total: 3780.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	293	68	361	/	/
Suelo	283	73	356	31	35
Techo	0.00	99	99	70	22
Pared 1	15	79	94	64	19
Pared 2	28	80	108	64	22
Pared 3	13	80	93	64	19
Pared 4	28	80	108	64	22

Simetrías en el plano útil

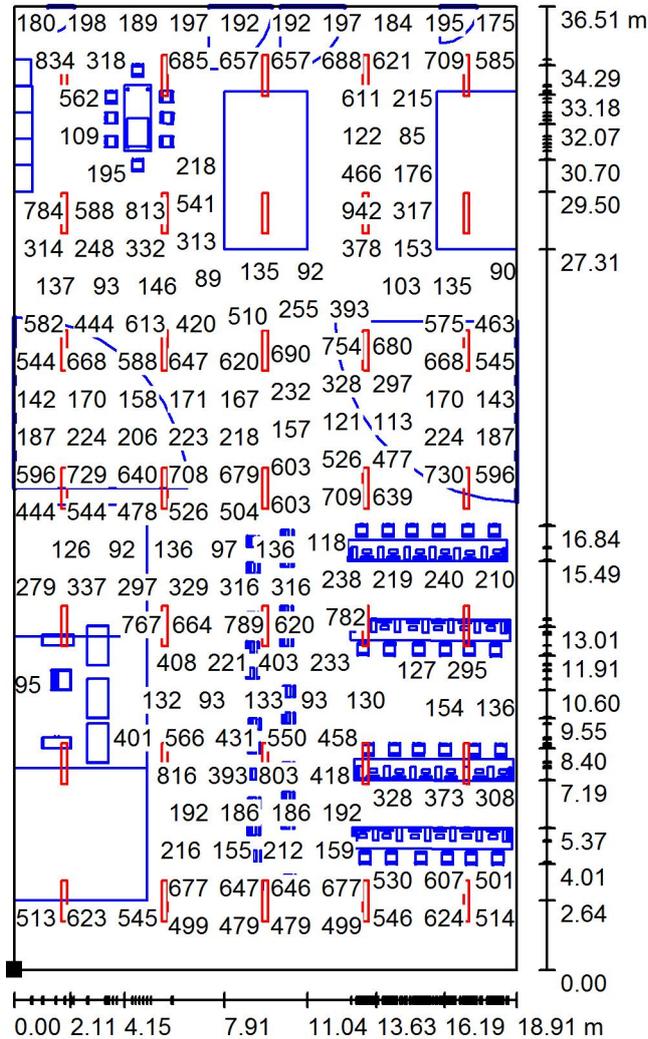
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.178 (1:6)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.067 (1:15)

Valor de eficiencia energética:  $5.48 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $690.40 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Zona STAND / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 286

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (86.647 m, 8.601 m, 0.850 m)

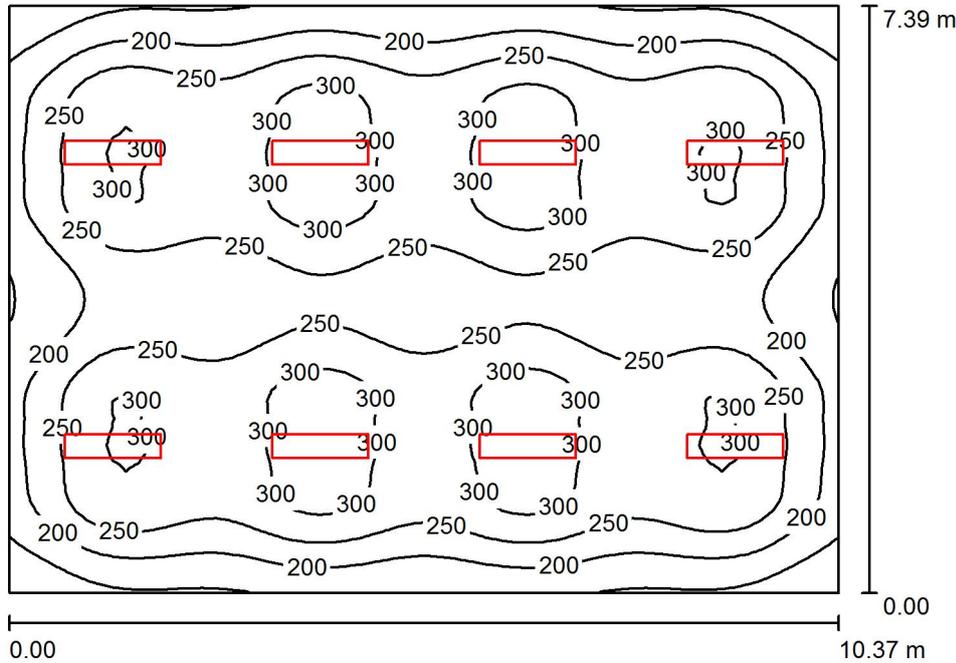


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
361	64	956	0.178	0.067

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala de maquinas / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.922 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:95

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	248	103	331	0.415
Suelo	20	222	124	299	0.559
Techo	70	44	31	52	0.703
Paredes (4)	50	92	37	194	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**UGR**  
 Pared izq 20  
 Pared inferior 20  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria  
 20 23  
 20 23

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS TBS460 1xTL5-54W HFP M2-H_965 (1.000)	3022	3825	59.0
Total:			24174	30600	472.0

Valor de eficiencia energética:  $6.16 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $76.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de maquinas / Lista de luminarias

8 Pieza PHILIPS TBS460 1xTL5-54W HFP M2-H\_965  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3022 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3825 lm  
Potencia de las luminarias: 59.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 63 93 99 100 79  
Lámpara: 1 x TL5-54W/965 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Sala de maquinas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24174 lm  
 Potencia total: 472.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	213	35	248	/	/
Suelo	182	39	222	20	14
Techo	0.00	44	44	70	9.87
Pared 1	45	39	85	50	13
Pared 2	66	38	104	50	16
Pared 3	45	39	85	50	13
Pared 4	66	38	104	50	16

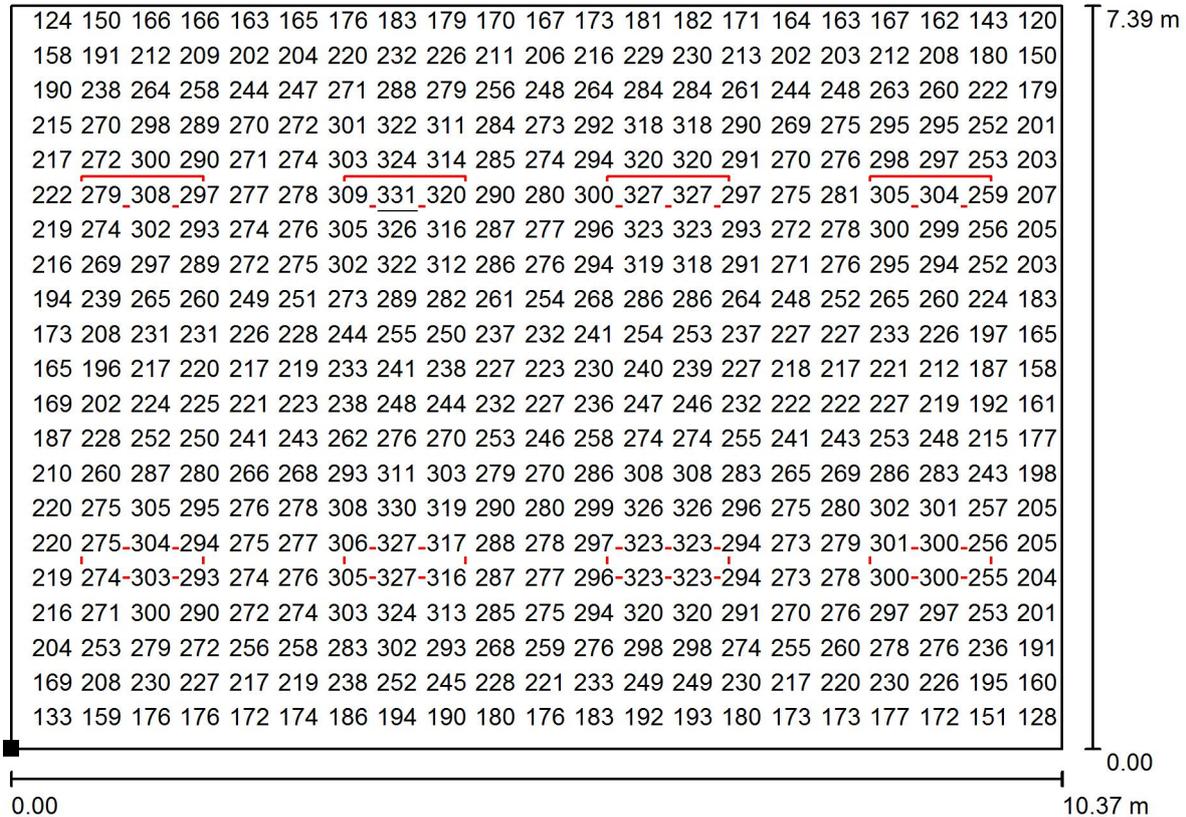
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.415 (1:2)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.311 (1:3)

**UGR** Longi- Tran al eje de luminaria  
 Pared izq 20 23  
 Pared inferior 20 23  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética:  $6.16 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $76.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Javier Rubio Rodríguez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Sala de maquinas / Plano útil / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 75

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (26.157 m, 8.601 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
248	103	331	0.415	0.311

## **Anexo III. Recorridos de evacuación**

# Proyecto de Iluminación de emergencia

**Proyecto :** Alumbrado de emergencia y recorridos de evacuación

**Descripción :**

**Proyectista :** Javier Rubio Rodríguez

**Empresa Proyectista :** Universidad de La Laguna

**Dirección :** Calle Padre Herrera, s/n, 38200

**Localidad :** La Laguna, Tenerife

**Teléfono:**

**Fax :**

**Mail:**

# Información adicional

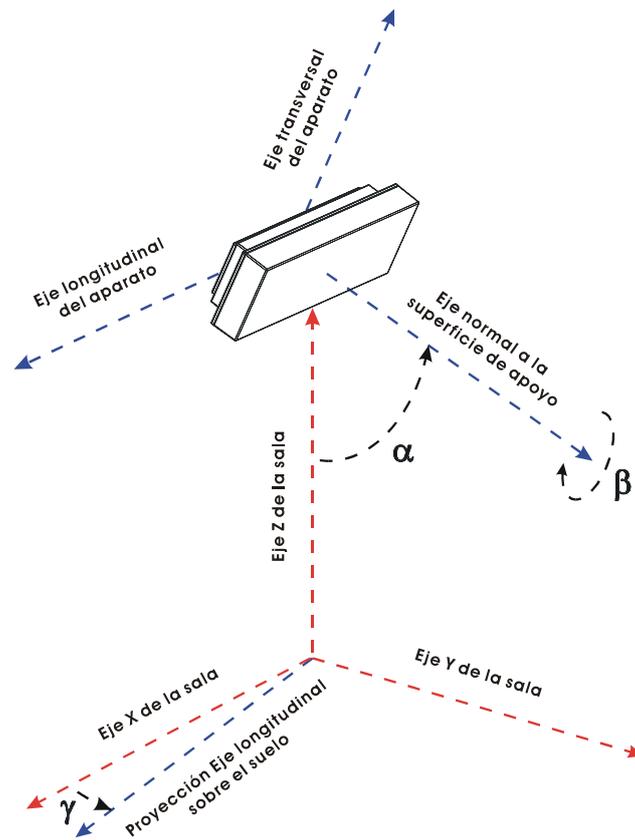
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

## Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

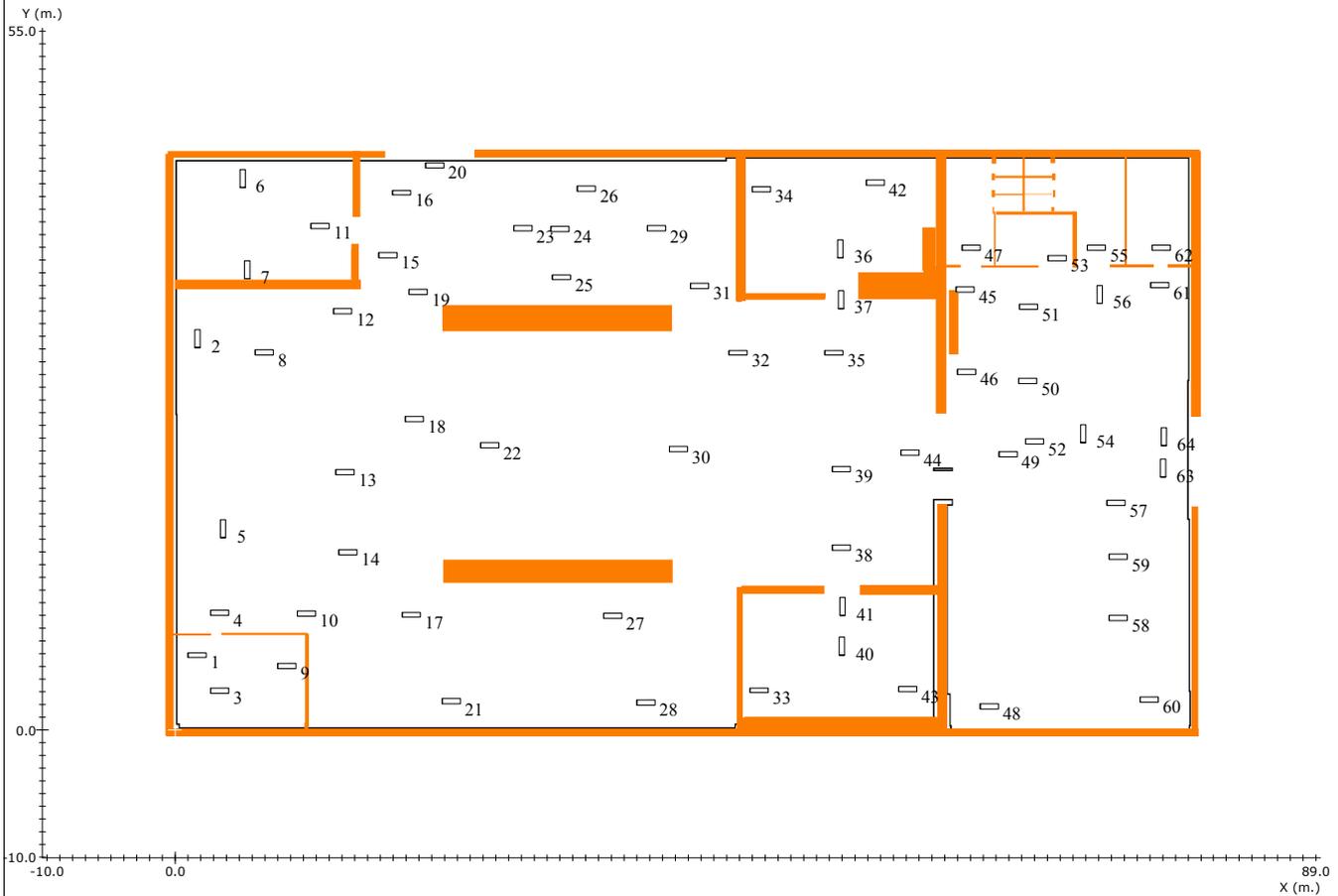
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

## Definición de ejes y ángulos



- g :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- a :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- b :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

## Plano de situación de Productos



## Situación de las Luminarias

N°	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	g	a	b	
1	HYDRA LD N3	Daisalux	1.68	5.91	2.50	0	0	0	--
2	HYDRA LD N3	Daisalux	1.75	30.82	2.50	90	0	0	--
3	HYDRA LD N3	Daisalux	3.46	3.12	2.50	0	0	0	--
4	HYDRA LD N3	Daisalux	3.46	9.25	2.50	0	0	0	--
5	HYDRA LD N3	Daisalux	3.75	15.87	2.50	90	0	0	--
6	HYDRA LD N3	Daisalux	5.26	43.41	2.50	90	0	0	--
7	HYDRA LD N3	Daisalux	5.60	36.23	2.50	90	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2:

N°	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	g	a	b	
8	HYDRA LD N3	Daisalux	6.92	29.70	2.50	0	0	0	--
9	HYDRA LD N3	Daisalux	8.70	5.07	2.50	0	0	0	--
10	HYDRA LD N3	Daisalux	10.26	9.19	2.50	0	0	0	--
11	HYDRA LD N3	Daisalux	11.28	39.68	2.50	0	0	0	--
12	HYDRA LD N3	Daisalux	13.05	32.93	2.50	0	0	0	--
13	HYDRA LD N3	Daisalux	13.21	20.28	2.50	0	0	0	--
14	HYDRA LD N3	Daisalux	13.49	14.02	2.50	0	0	0	--
15	HYDRA LD N3	Daisalux	16.58	37.36	2.50	0	0	0	--
16	HYDRA LD N3	Daisalux	17.65	42.27	2.50	0	0	0	--
17	HYDRA LD N3	Daisalux	18.40	9.08	2.50	0	0	0	--
18	HYDRA LD N3	Daisalux	18.68	24.49	2.50	0	0	0	--
19	HYDRA LD N3	Daisalux	18.97	34.47	2.50	0	0	0	--
20	HYDRA LD N3	Daisalux	20.25	44.43	2.50	0	0	0	--
21	HYDRA LD N3	Daisalux	21.52	2.28	2.50	0	0	0	--
22	HYDRA LD N3	Daisalux	24.56	22.40	2.50	0	0	0	--
23	HYDRA LD N3	Daisalux	27.15	39.46	2.50	0	0	0	--
24	HYDRA LD N3	Daisalux	30.03	39.40	2.50	0	0	0	--
25	HYDRA LD N3	Daisalux	30.16	35.62	2.50	0	0	0	--
26	HYDRA LD N3	Daisalux	32.05	42.58	2.50	0	0	0	--
27	HYDRA LD N3	Daisalux	34.11	8.97	2.50	0	0	0	--
28	HYDRA LD N3	Daisalux	36.73	2.17	2.50	0	0	0	--
29	HYDRA LD N3	Daisalux	37.53	39.46	2.50	0	0	0	--
30	HYDRA LD N3	Daisalux	39.23	22.10	2.50	0	0	0	--
31	HYDRA LD N3	Daisalux	40.92	34.97	2.50	0	0	0	--
32	HYDRA LD N3	Daisalux	43.92	29.68	2.50	0	0	0	--
33	HYDRA LD N3	Daisalux	45.56	3.14	2.50	0	0	0	--
34	HYDRA LD N3	Daisalux	45.74	42.54	2.50	0	0	0	--
35	HYDRA LD N3	Daisalux	51.40	29.68	2.50	0	0	0	--
36	HYDRA LD N3	Daisalux	51.90	37.86	2.50	90	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2:

N°	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	g	a	b	
37	HYDRA LD N3	Daisalux	51.92	33.88	2.50	90	0	0	--
38	HYDRA LD N3	Daisalux	51.93	14.36	2.50	0	0	0	--
39	HYDRA LD N3	Daisalux	51.93	20.55	2.50	0	0	0	--
40	HYDRA LD N3	Daisalux	52.00	6.63	2.50	90	0	0	--
41	HYDRA LD N3	Daisalux	52.07	9.74	2.50	90	0	0	--
42	HYDRA LD N3	Daisalux	54.63	43.08	2.50	0	0	0	--
43	HYDRA LD N3	Daisalux	57.14	3.23	2.50	0	0	0	--
44	HYDRA LD N3	Daisalux	57.32	21.81	2.50	0	0	0	--
45	HYDRA LD N3	Daisalux	61.63	34.64	2.50	0	0	0	--
46	HYDRA LD N3	Daisalux	61.72	28.18	2.50	0	0	0	--
47	HYDRA LD N3	Daisalux	62.08	37.96	2.50	0	0	0	--
48	HYDRA LD N3	Daisalux	63.51	1.88	2.50	0	0	0	--
49	HYDRA LD N3	Daisalux	64.96	21.70	2.50	0	0	0	--
50	HYDRA LD N3	Daisalux	66.47	27.46	2.50	0	0	0	--
51	HYDRA LD N3	Daisalux	66.56	33.30	2.50	0	0	0	--
52	HYDRA LD N3	Daisalux	67.01	22.71	2.50	0	0	0	--
53	HYDRA LD N3	Daisalux	68.78	37.14	2.50	0	0	0	--
54	HYDRA LD N3	Daisalux	70.80	23.30	2.50	90	0	0	--
55	HYDRA LD N3	Daisalux	71.86	37.96	2.50	0	0	0	--
56	HYDRA LD N3	Daisalux	72.09	34.28	2.50	90	0	0	--
57	HYDRA LD N3	Daisalux	73.38	17.86	2.50	0	0	0	--
58	HYDRA LD N3	Daisalux	73.56	8.79	2.50	0	0	0	--
59	HYDRA LD N3	Daisalux	73.56	13.64	2.50	0	0	0	--
60	HYDRA LD N3	Daisalux	75.99	2.42	2.50	0	0	0	--
61	HYDRA LD N3	Daisalux	76.82	34.99	2.50	0	0	0	--
62	HYDRA LD N3	Daisalux	76.89	37.96	2.50	0	0	0	--
63	HYDRA LD N3	Daisalux	77.04	20.60	2.50	90	0	0	--
64	HYDRA LD N3	Daisalux	77.10	23.06	2.50	90	0	0	--

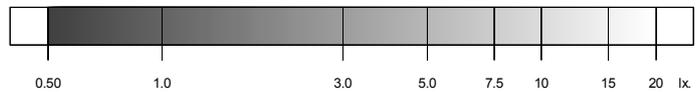
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2:

## Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



**Legenda:**



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

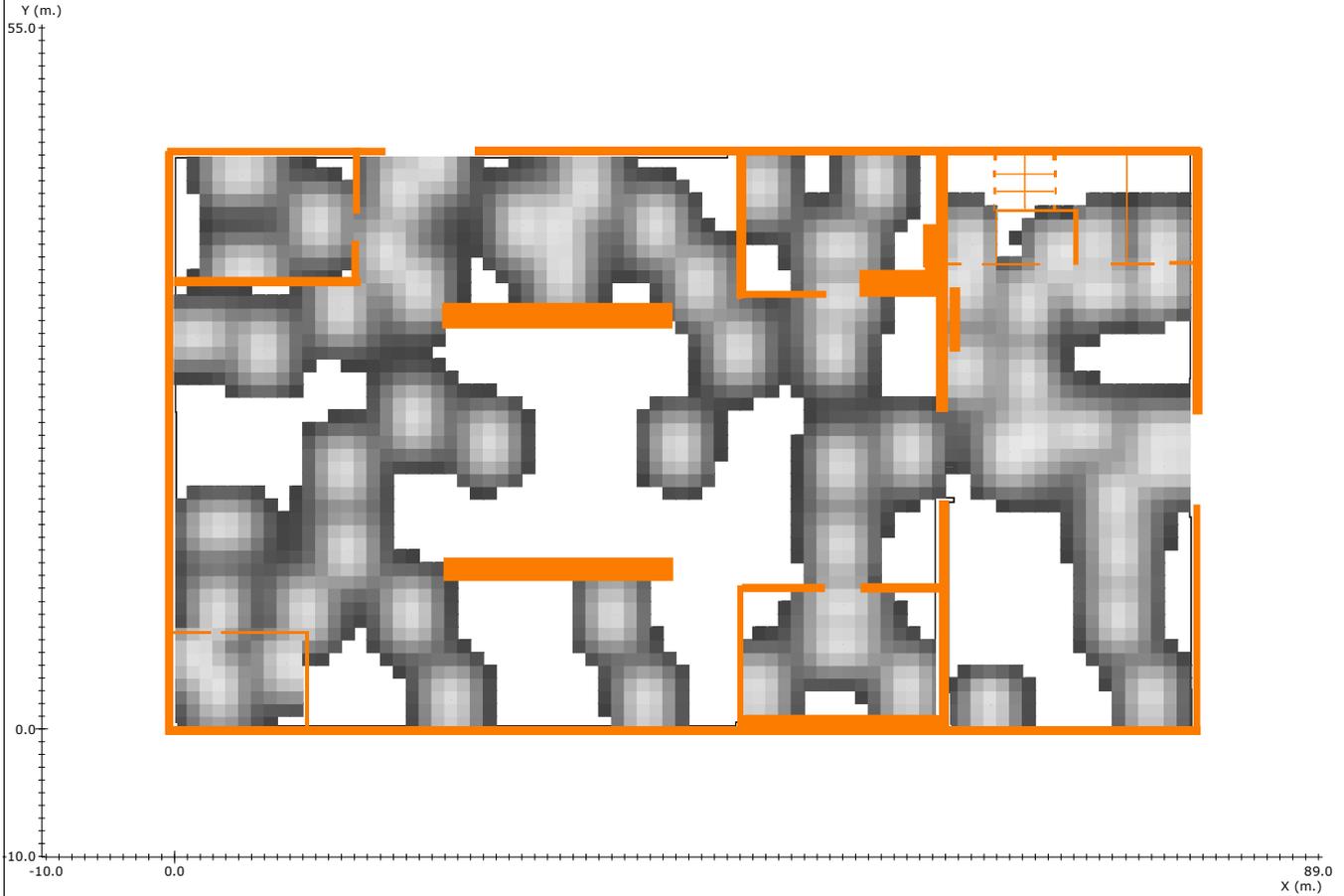
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	17.1 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	79.5 % de 3321.0 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	3.08 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	----	2.12 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

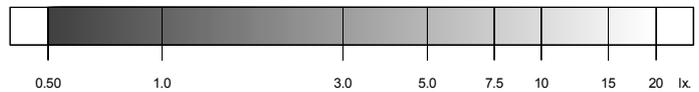
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



**Legenda:**



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

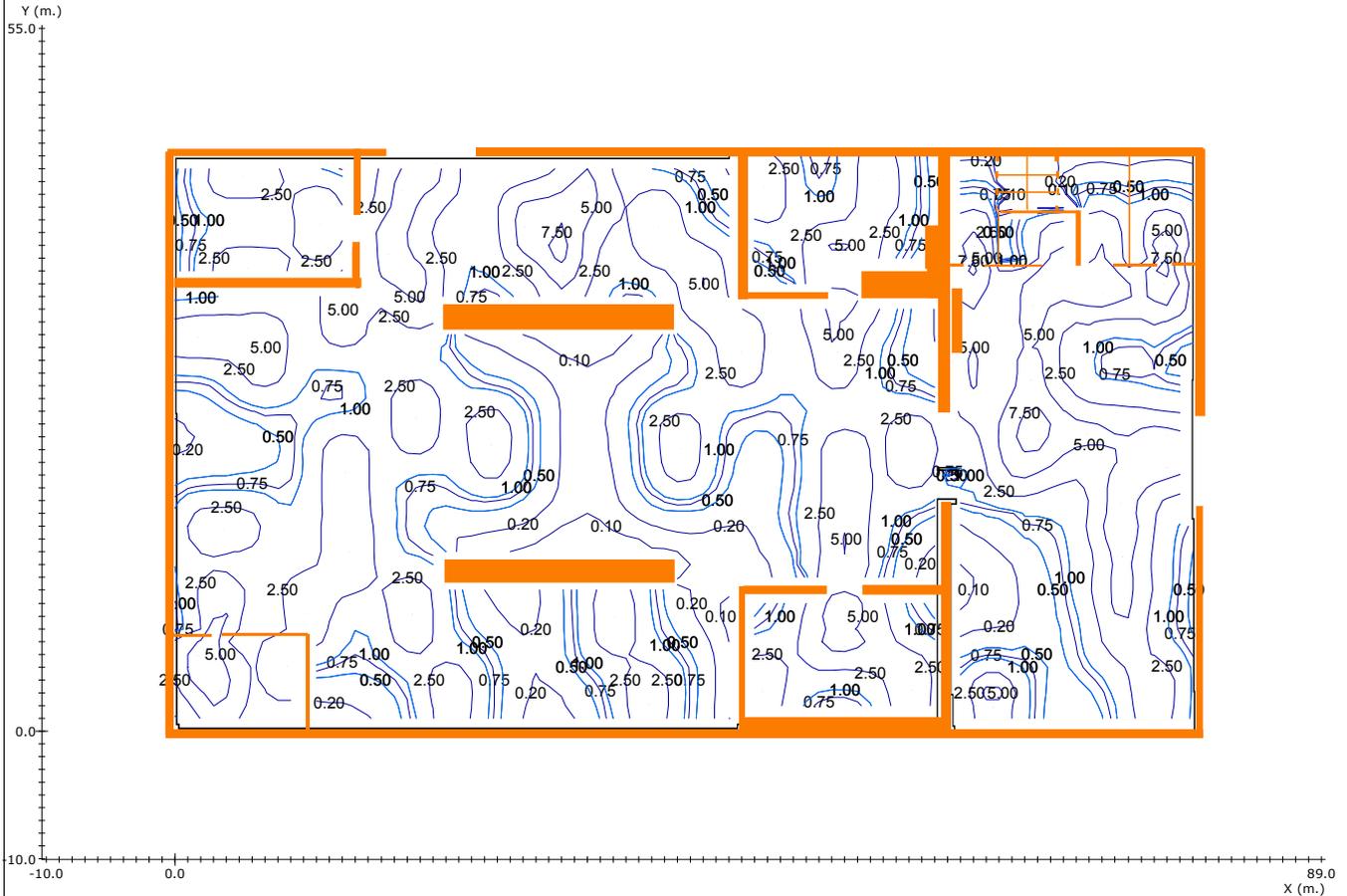
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	30.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	66.1 % de 3321.0 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	3.08 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	----	2.38 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



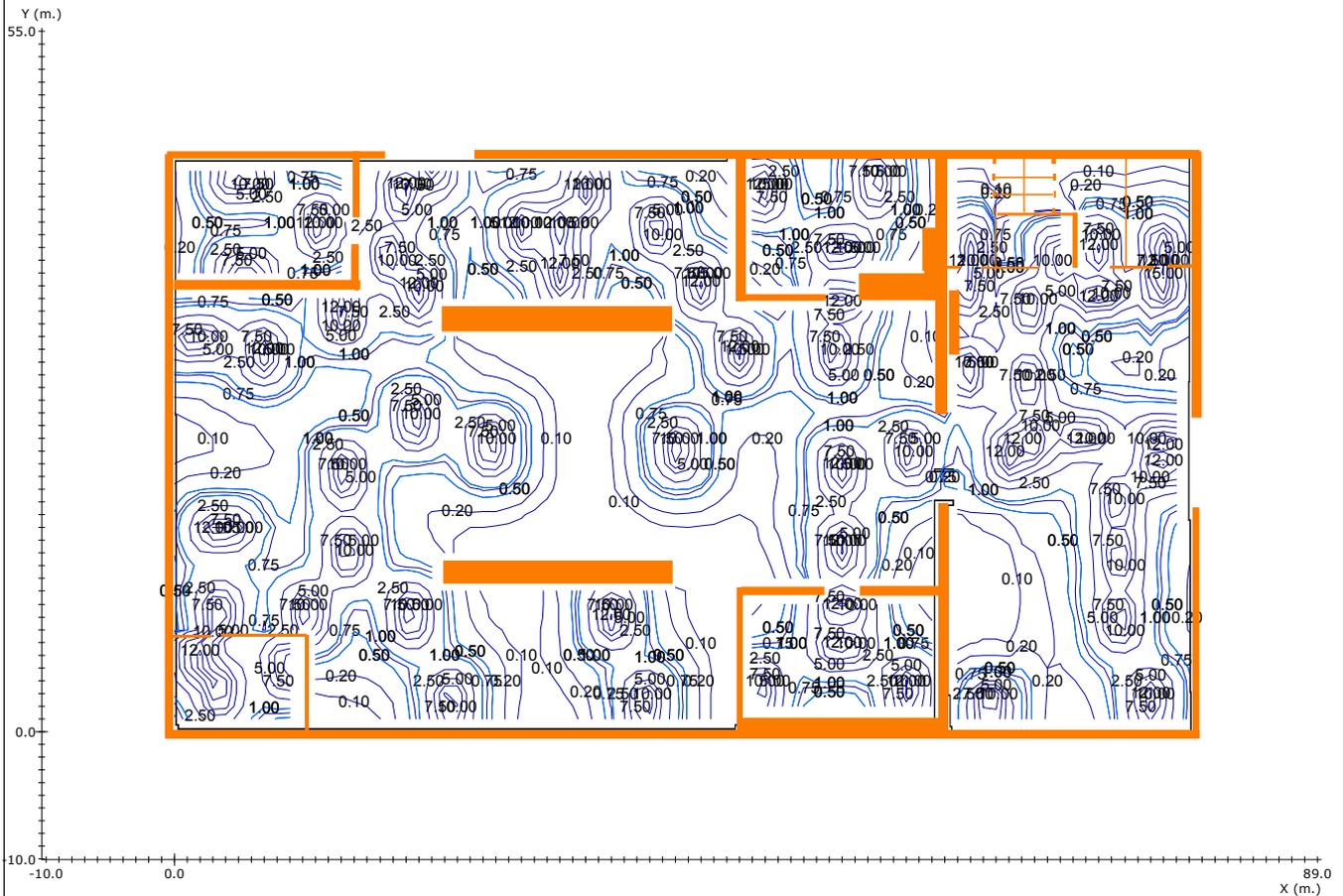
Factor de Mantenimiento: 1.000  
Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000  
Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

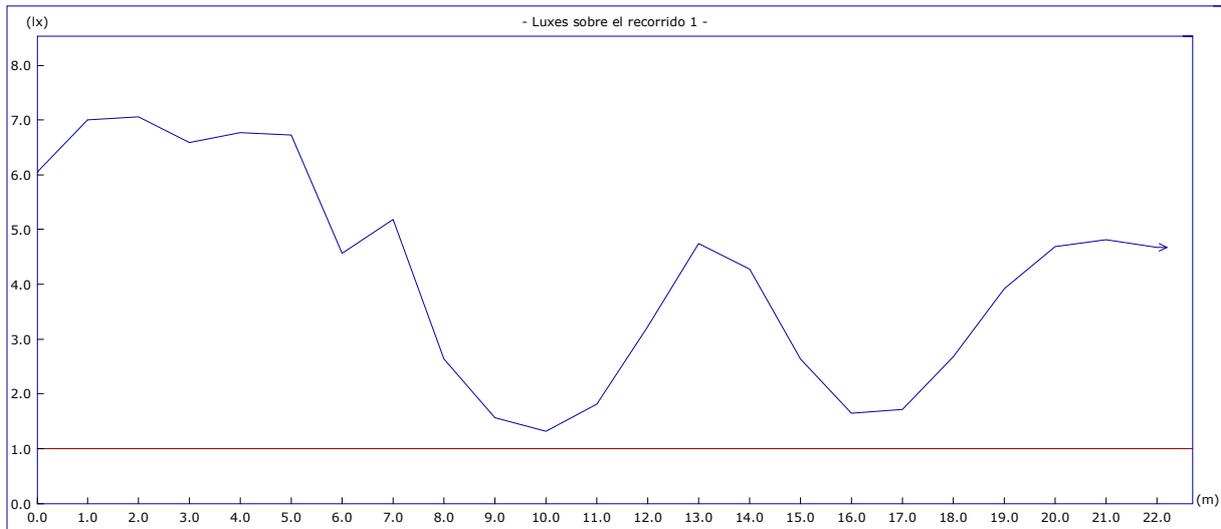
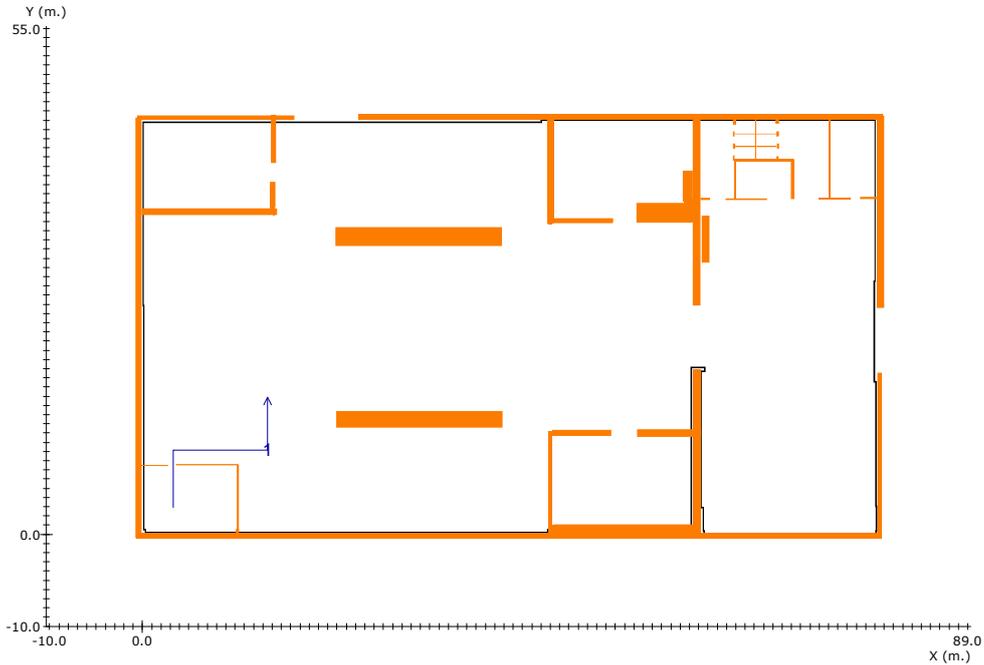
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	66.1 % de 3321.0 m <sup>2</sup>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	30.6 mx/mn
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	3.1 lm/m <sup>2</sup>

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

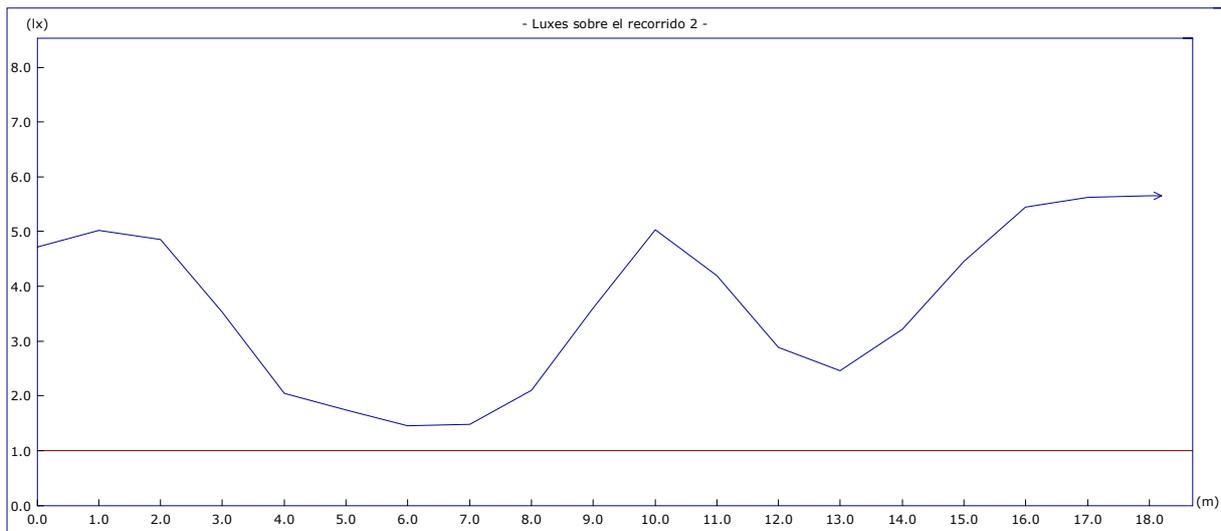
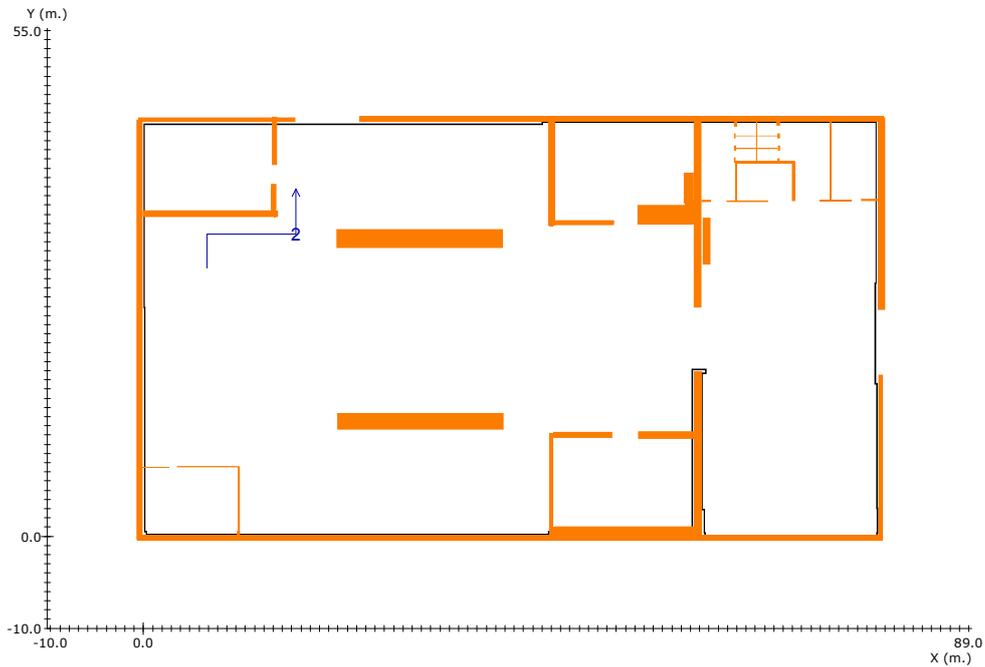
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	5.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.31 lx.
lx. máximos:	---	7.06 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

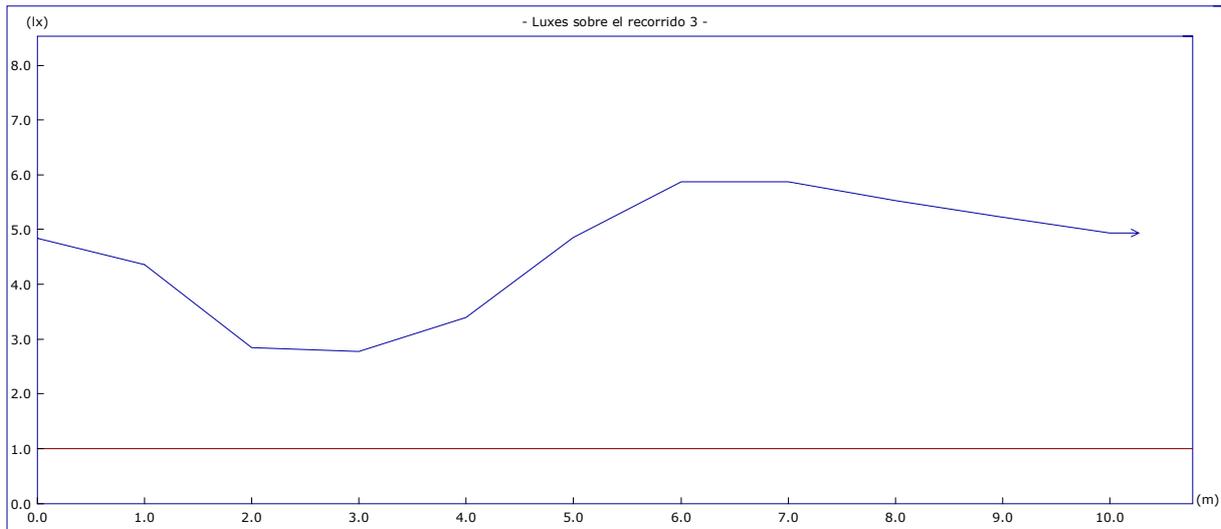
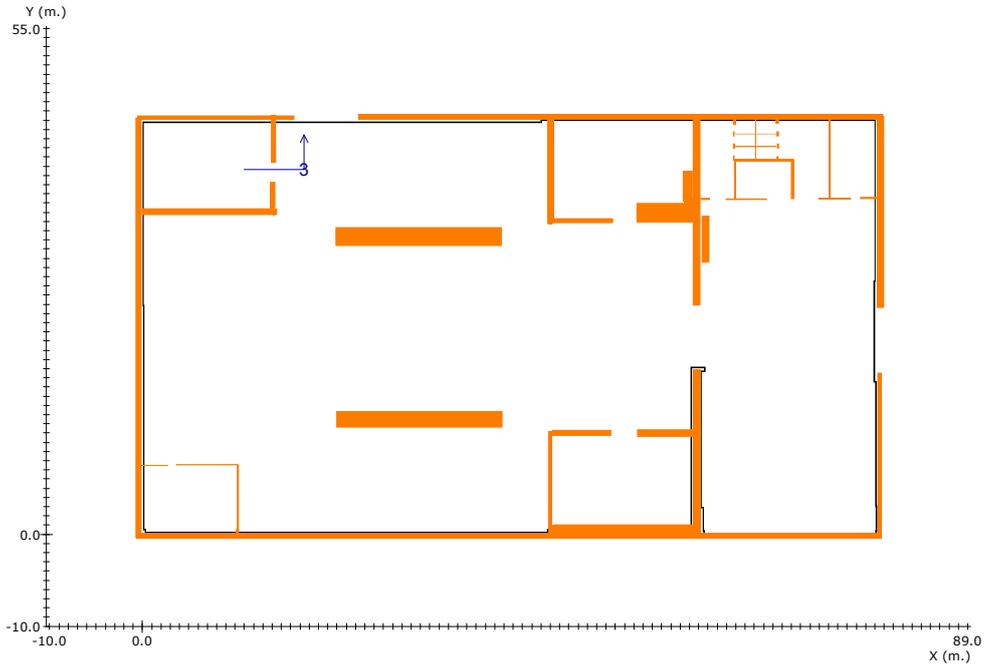
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	3.9 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.45 lx.
lx. máximos:	---	5.66 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

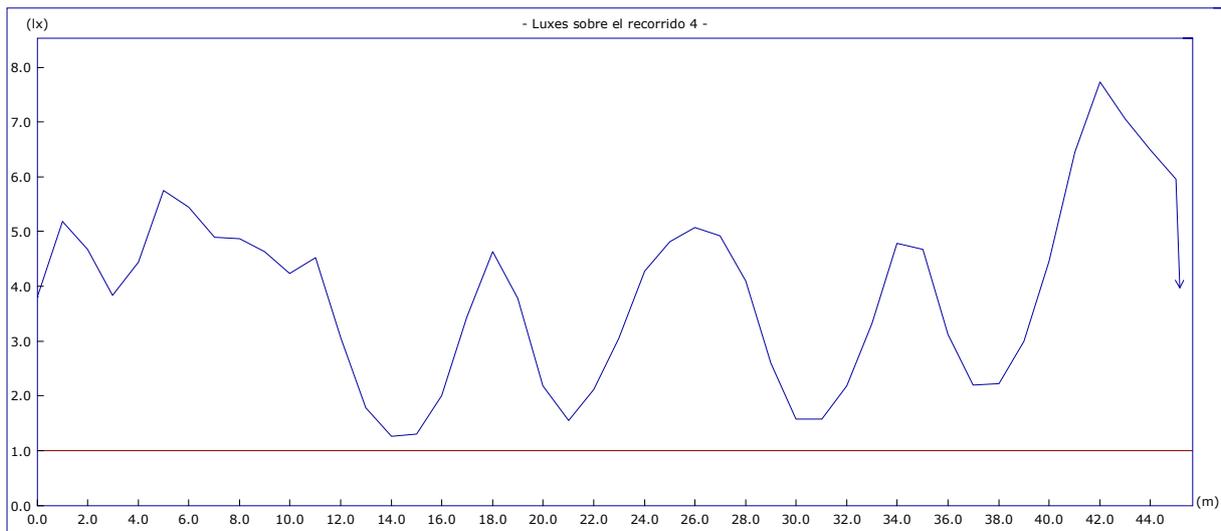
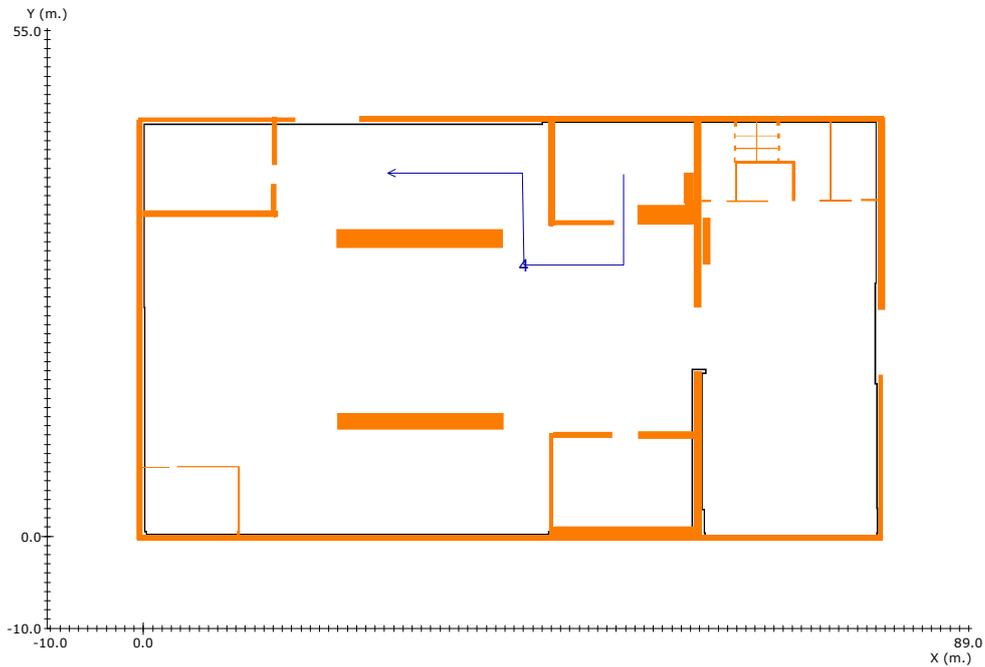
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.1 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.77 lx.
lx. máximos:	---	5.87 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

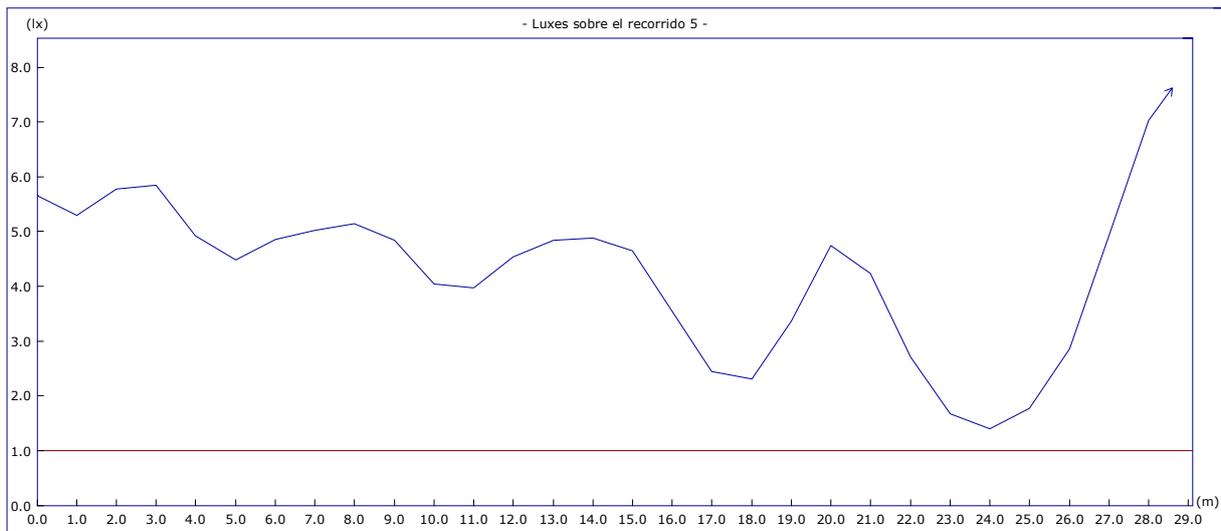
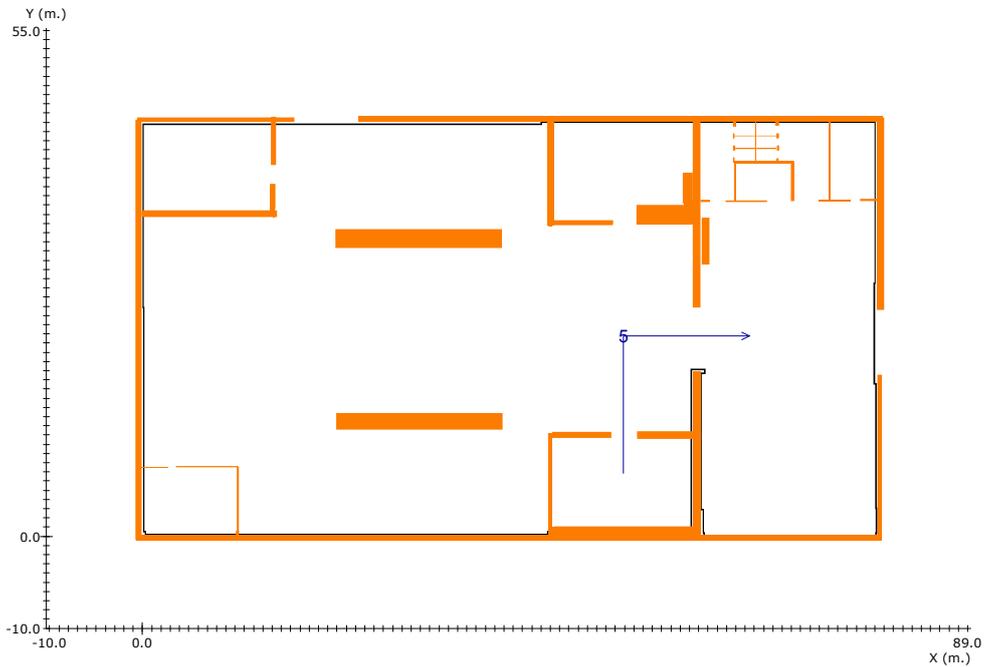
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	6.1 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.26 lx.
lx. máximos:	---	7.73 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

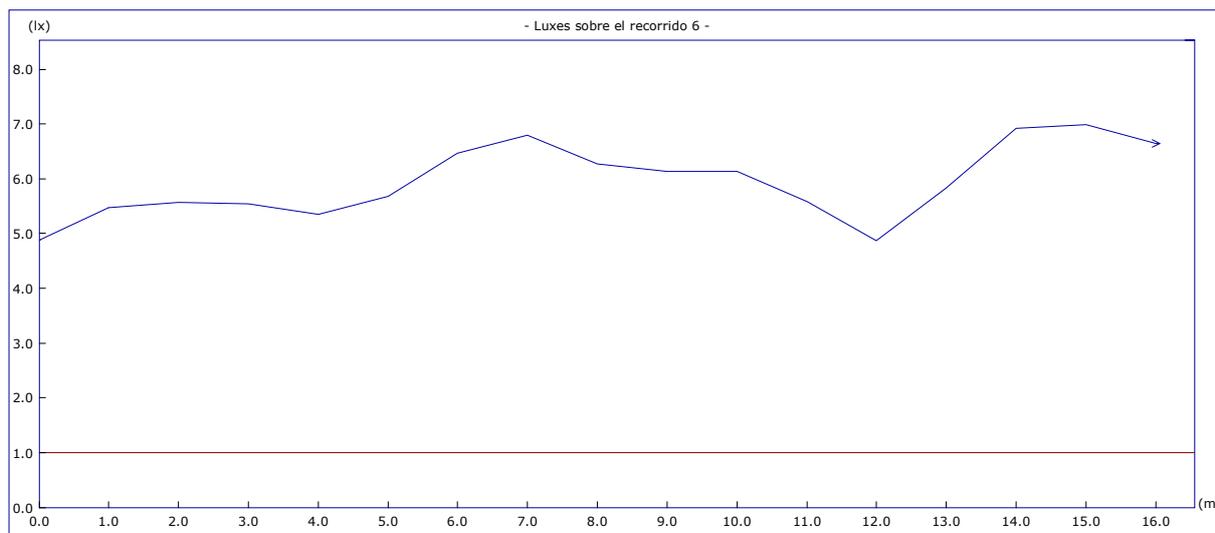
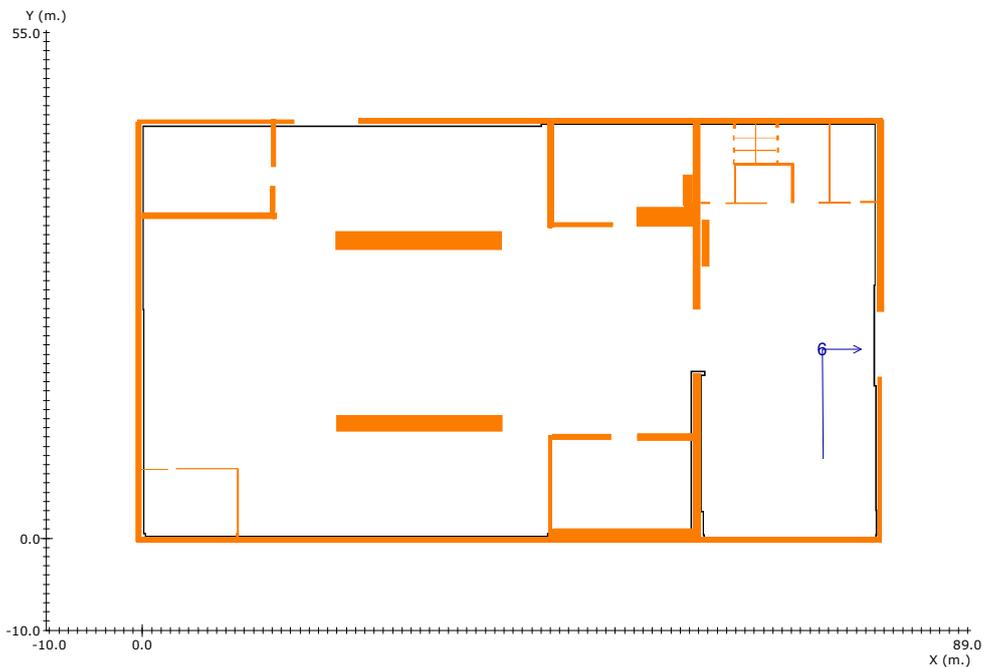
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	5.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.40 lx.
lx. máximos:	---	7.62 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

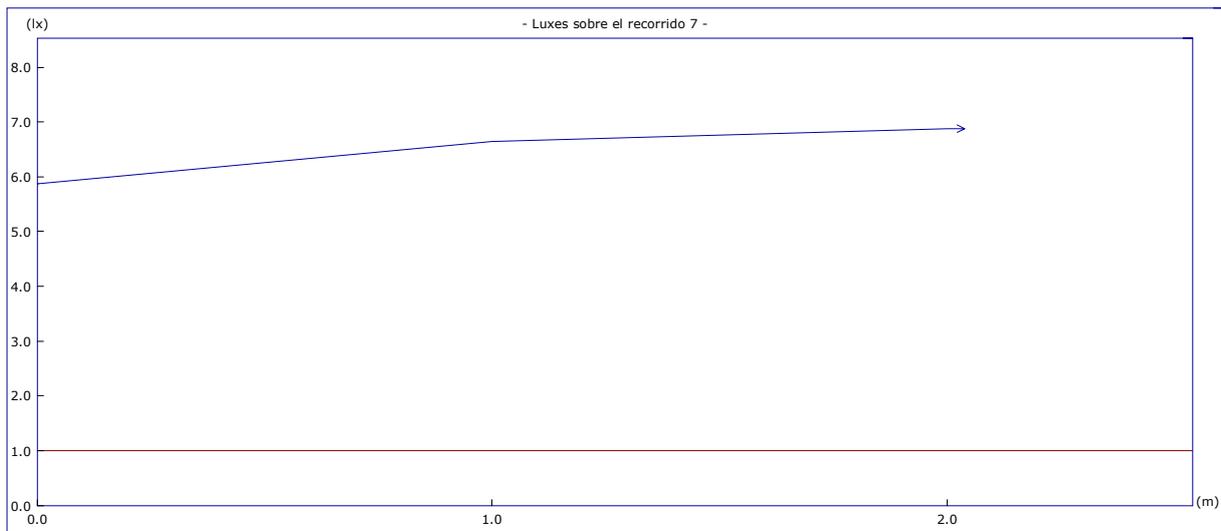
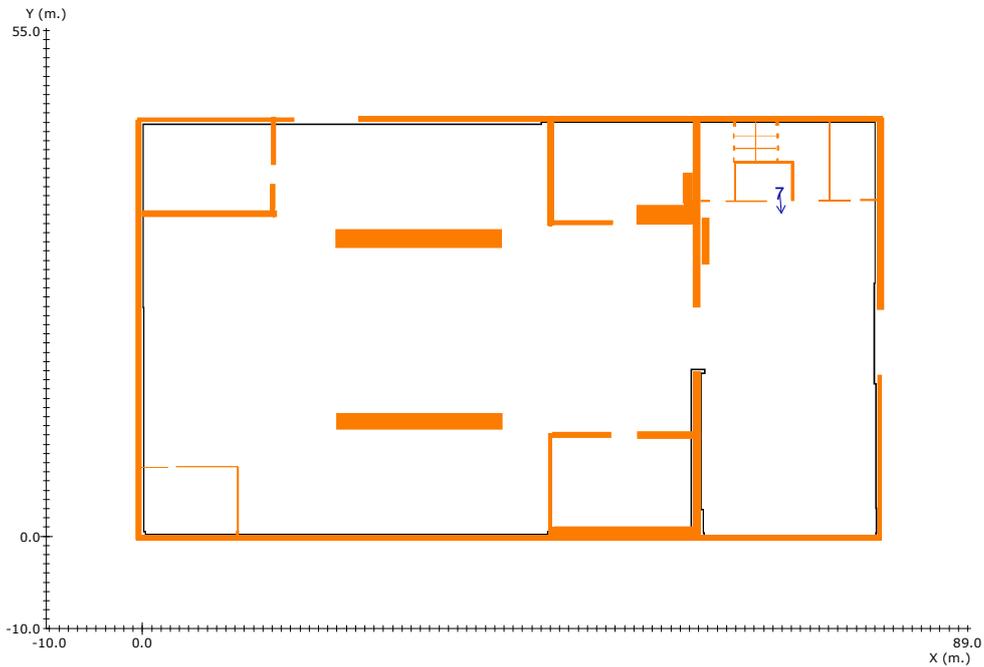
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	4.87 lx.
lx. máximos:	---	6.99 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

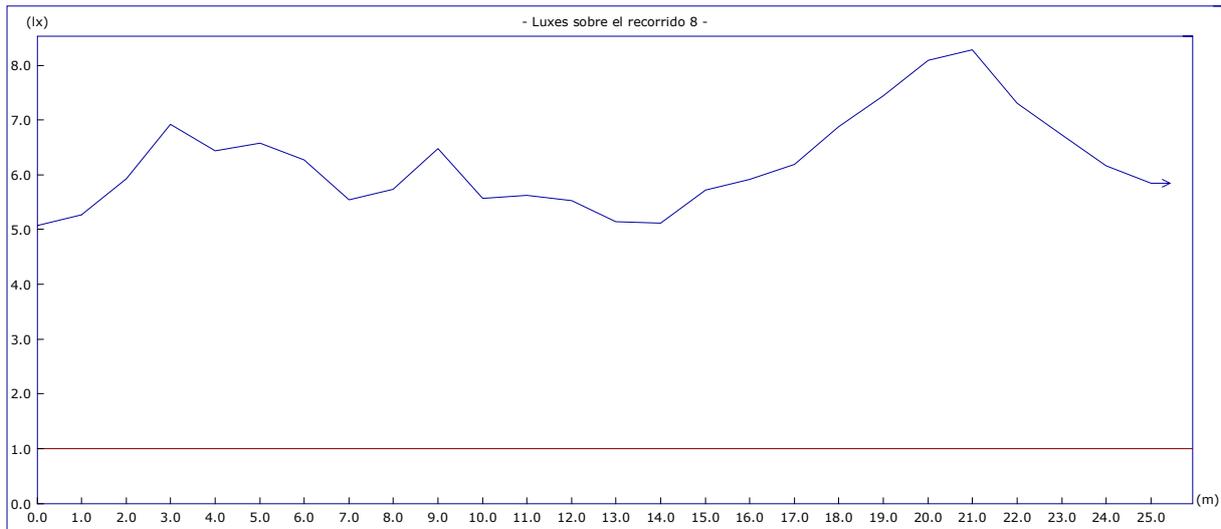
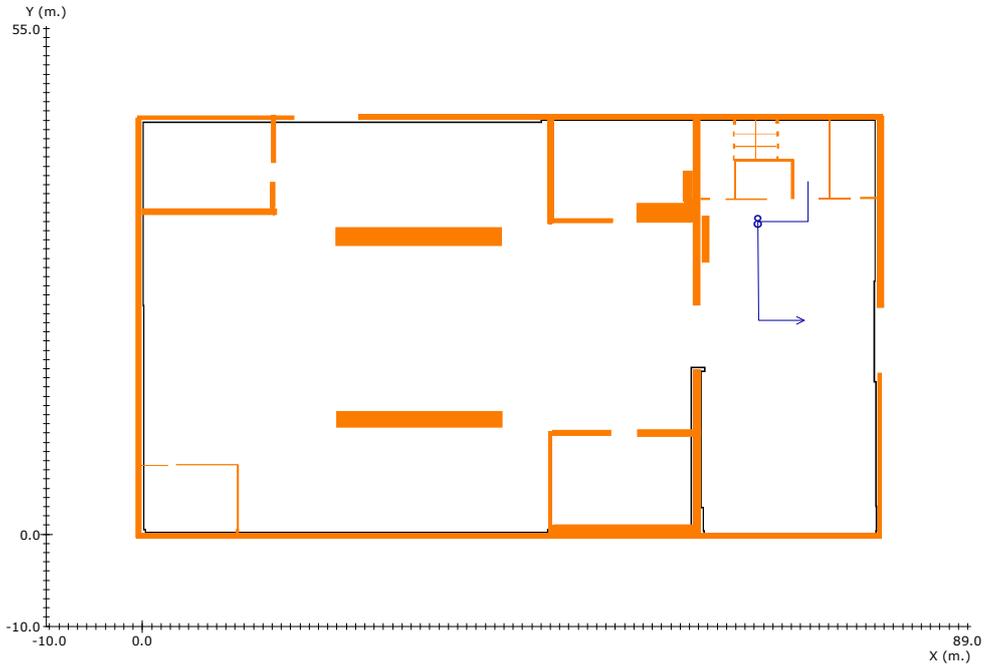
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.2 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	5.88 lx.
lx. máximos:	---	6.88 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.6 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

5.08 lx.

lx. máximos: ---

8.29 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

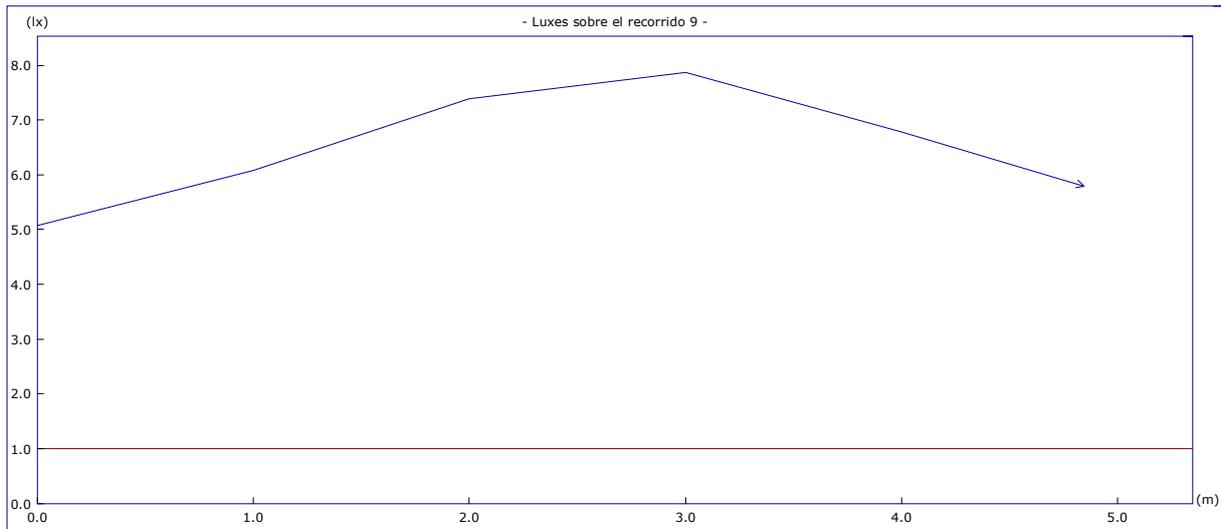
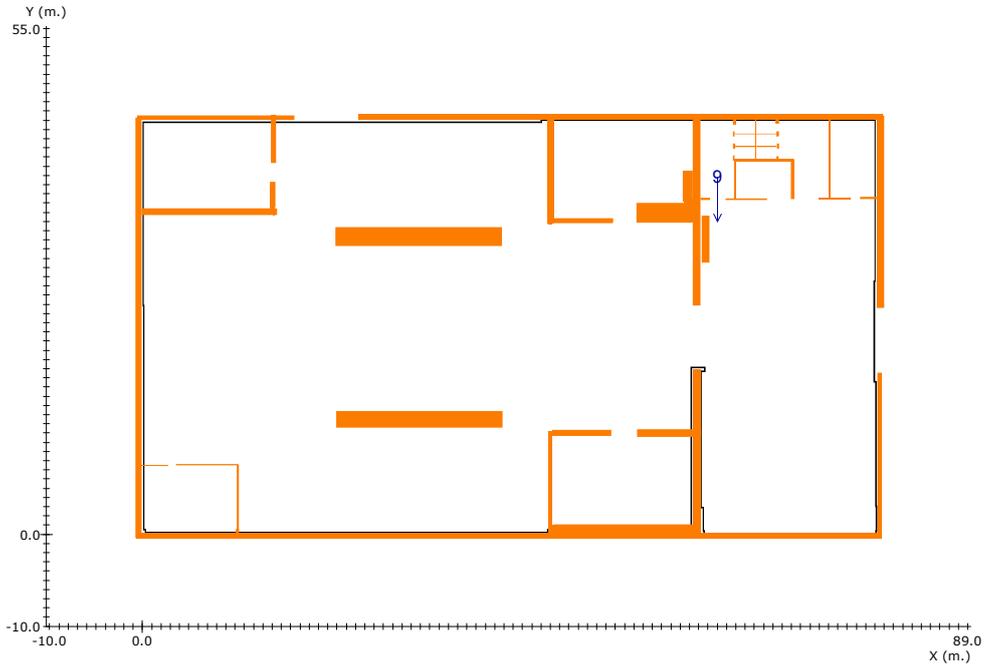
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

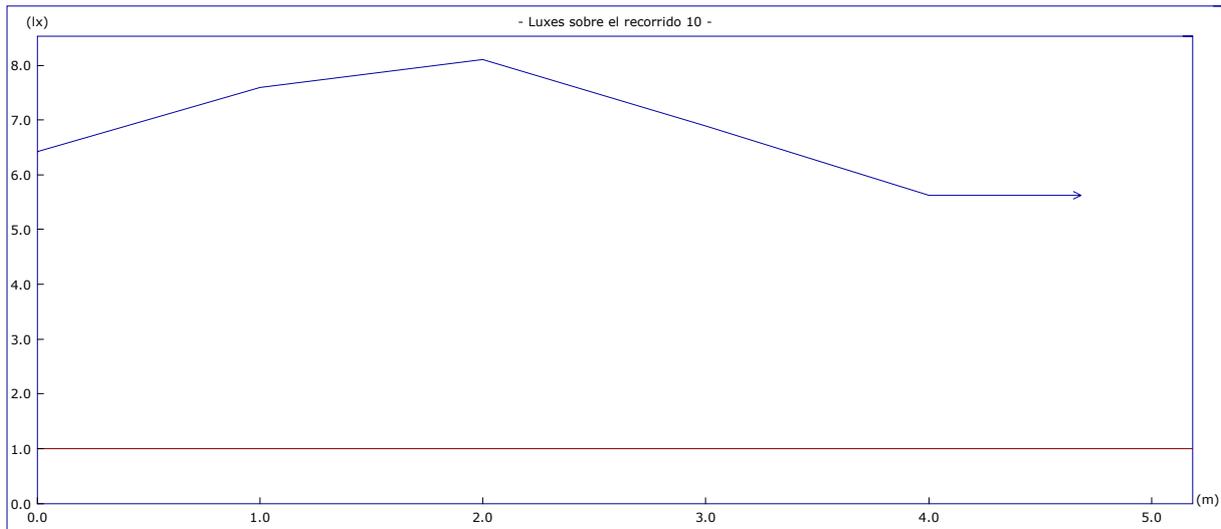
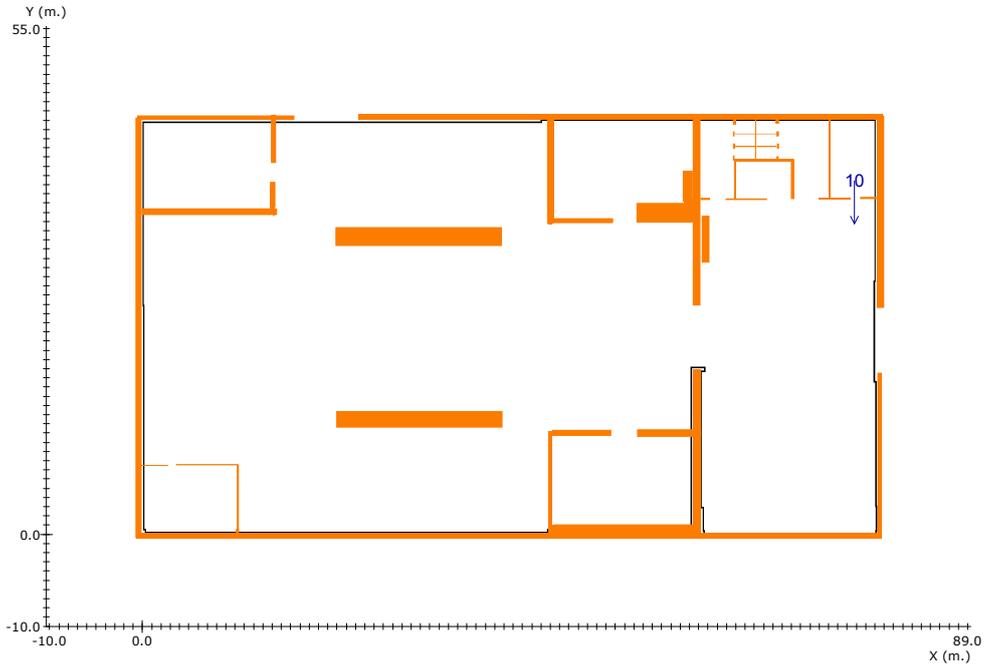
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.5 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	5.08 lx.
lx. máximos:	---	7.87 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

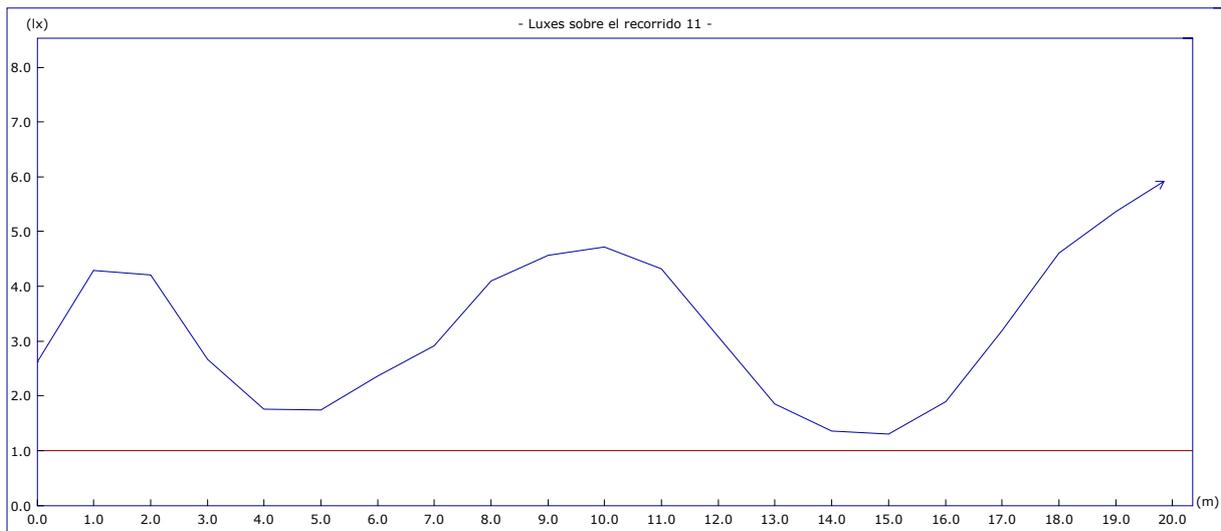
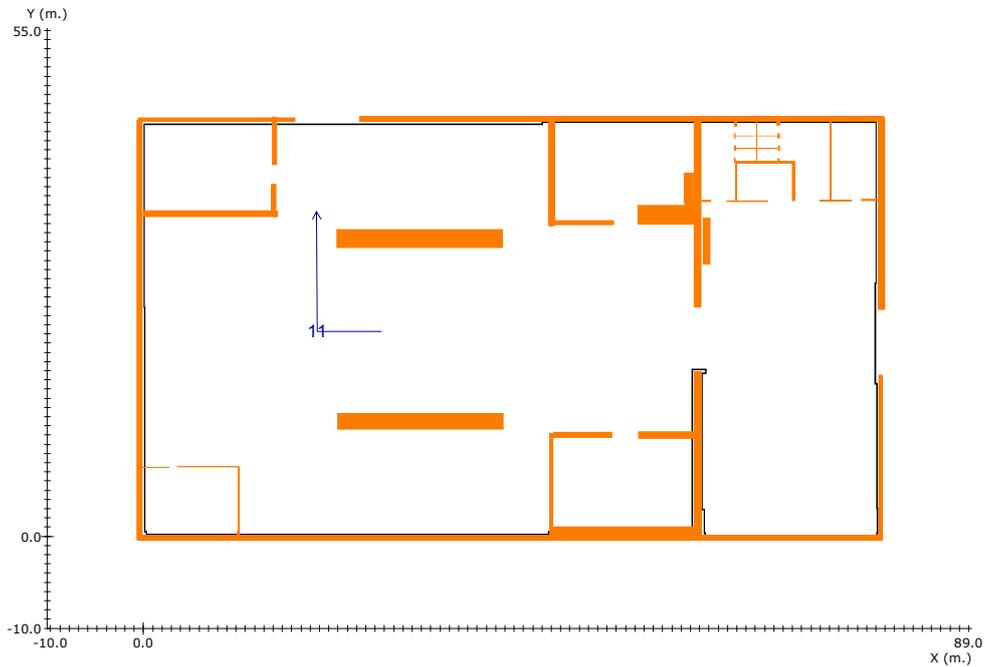
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	5.62 lx.
lx. máximos:	---	8.10 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Recorridos de Evacuación



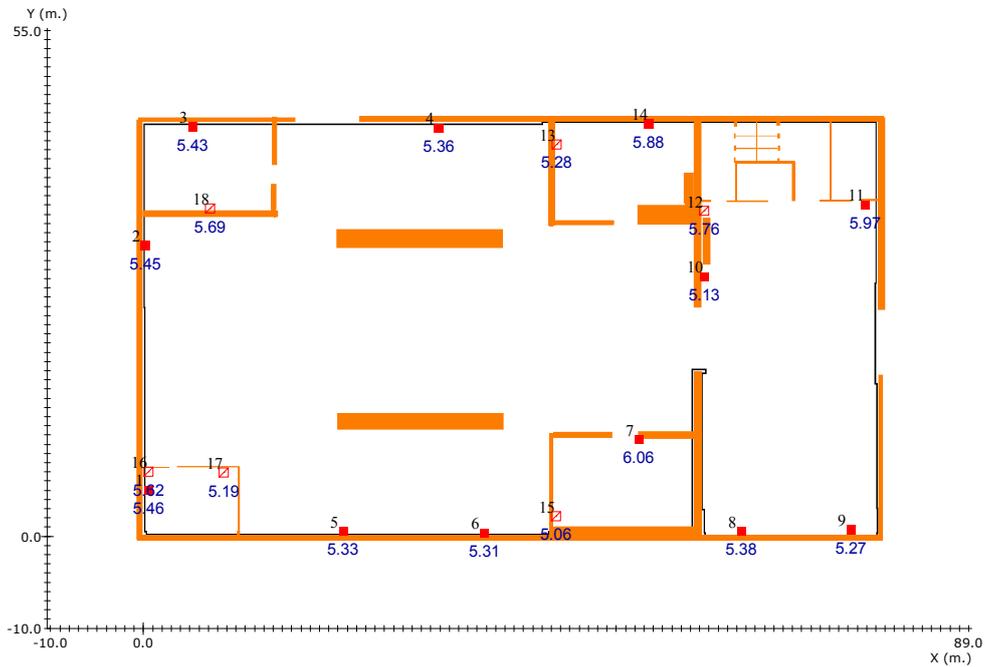
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
	Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	4.6 mx/mn
	lx. mínimos:	1.00 lx.	1.30 lx.
	lx. máximos:	---	5.92 lx.
	Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos



## Resultado de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

N°	Coordenadas		(°)	Objetivo (lx.)	Resultado* (lx.)	
	(m.) x	(m.) y				
1	0.53	5.09	1.20	-	5.00	5.46 (Horizontal)
2	0.25	31.64	1.20	-	5.00	5.45 (Horizontal)
3	5.32	44.58	1.20	-	5.00	5.43 (Horizontal)
4	31.86	44.41	1.20	-	5.00	5.36 (Horizontal)
5	21.50	0.52	1.20	-	5.00	5.33 (Horizontal)
6	36.82	0.41	1.20	-	5.00	5.31 (Horizontal)
7	53.45	10.55	1.20	-	5.00	6.06 (Horizontal)
8	64.46	0.56	1.20	-	5.00	5.38 (Horizontal)

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

(\*) Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h), en una superficie inclinada Horizontal o Verticalmente y orientada en el plano un ángulo gamma respecto al eje Y del plano en sentido antihorario

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

<u>N°</u>	<u>Coordenadas</u>			(°)	<u>Objetivo</u> (lx.)	<u>Resultado*</u> (lx.)
	(m.) x	(m.) y	(m.) h			
9	76.28	0.67	1.20	-	5.00	5.27 (Horizontal)
10	60.51	28.27	1.20	-	5.00	5.13 (Horizontal)
11	77.84	36.07	1.20	-	5.00	5.97 (Horizontal)
12	60.45	35.35	1.20	-	5.00	5.76 (Horizontal)
13	44.57	42.59	1.20	-	5.00	5.28 (Horizontal)
14	54.49	44.82	1.20	-	5.00	5.88 (Horizontal)
15	44.46	2.17	1.20	-	5.00	5.06 (Horizontal)
16	0.53	7.02	1.20	-	5.00	5.62 (Horizontal)
17	8.66	6.91	1.20	-	5.00	5.19 (Horizontal)
18	7.16	35.61	1.20	-	5.00	5.69 (Horizontal)

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

(\*) Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h), en una superficie inclinada Horizontal o Verticalmente y orientada en el plano un ángulo gamma respecto al eje Y del plano en sentido antihorario

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3:

## Lista de productos usados en el plano

Cantidad	Referencia	Fabricante
64	HYDRA LD N3	Daisalux

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2:

## **Anexo IV. Tabla de cálculos eléctricos**

Circuito	Tipo Sum	Aislam.	Montaje	Tabla	Tensión (V)	Pot.Cálcl(W)	FP	lb(A)	Long. Eq.(m)	Int. Máx. Adm lb(A)	Sección Calc.CT max (mm2)	Sección. Tabla(mm2)	Caída de tensión(V)	Caída de tensión(%)	Caída de tensión acm(%)	In(A)	Icc(A)	Pc(kA)	Ib<in<tz	Icc<Pc	Rcc	Línea
<b>ACOMETIDA 1</b>																						
Aco 1	T	XLPE	D: "Conductor multipolar enterrado"	52-2bis UNE 20460/ ITC 19	400	150.000	0,85	254,71	5	260	150											1x(4x150+1x75)
<b>ACOMETIDA 2</b>																						
Aco 1	T	XLPE	D: "Conductor multipolar enterrado"	52-2bis UNE 20460/ ITC 19	400	140.000	0,85	237,73	5	260	150											1x(4x150+1x75)
<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL 1</b>																						
DI 1	T	XLPE	D: "Conductor multipolar enterrado"	52-2bis UNE 20460/ ITC 19	400	150.000	0,9	240,56	15	260	150	150	0,85	0,21	0,21	250	88888,88889	100	Sí	Sí	0,0036	1x(4x150+1x75)
<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL 2</b>																						
DI 2	T	XLPE	D: "Conductor multipolar enterrado"	52-2bis UNE 20460/ ITC 19	400	140.000	0,9	224,53	15	260	120	120	0,99	0,25	0,25	250	71111,11111	100	Sí	Sí	0,0045	1x(4x150+1x75)
<b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 1 (CG 1)</b>																						
CG - Fuerza 1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 19	230	6000	0,85	30,69	38,8	57	3,28	6	7,03	3,06	3,27	32	1354,933726	6	Sí	Sí	0,1358	1x(3x6)
CG - Fuerza 2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 20	230	6000	0,85	30,69	42,1	57	3,56	6	7,63	3,32	3,53	32	1248,72752	6	Sí	Sí	0,14735	1x(3x6)
CG - Fuerza 3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 21	230	6000	0,85	30,69	45,4	57	3,84	6	8,22	3,58	3,79	32	1157,960982	6	Sí	Sí	0,1589	1x(3x6)
CG - Fuerza 4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 22	230	6000	0,85	30,69	48,7	57	4,11	6	8,82	3,84	4,05	32	1079,495453	6	Sí	Sí	0,17045	1x(3x6)
CG - Fuerza 5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 23	230	6000	0,85	30,69	52	57	4,39	6	9,42	4,10	4,31	32	1010,989011	6	Sí	Sí	0,182	1x(3x6)
CG - Fuerza 6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 24	230	6000	0,85	30,69	55,3	57	4,67	6	10,02	4,36	4,57	32	950,6587445	6	Sí	Sí	0,19355	1x(3x6)
CG - Fuerza 7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	6000	0,85	30,69	30,88	45	2,61	4	8,39	3,65	3,86	32	1134,961757	6	Sí	Sí	0,16212	1x(3x4)
CG - Fuerza 8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	6000	0,85	30,69	34,18	45	2,89	4	9,29	4,04	4,25	32	1025,383822	6	Sí	Sí	0,179445	1x(3x4)
CG - Fuerza 9	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	6000	0,85	30,69	37,48	57	3,17	6	6,79	2,95	3,17	32	1402,652843	6	Sí	Sí	0,13118	1x(3x6)
CG - Fuerza 10	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	6000	0,85	30,69	40,78	57	3,44	6	7,39	3,21	3,43	32	1289,147341	6	Sí	Sí	0,14273	1x(3x6)
CG - Fuerza 11	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	6000	0,85	30,69	44,08	57	3,72	6	7,99	3,47	3,69	32	1192,636764	6	Sí	Sí	0,15428	1x(3x6)
CG - Fuerza 12	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	6000	0,85	30,69	47,38	57	4,00	6	8,58	3,73	3,94	32	1109,570042	6	Sí	Sí	0,16583	1x(3x6)
CG - Fuerza 13	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	6000	0,85	30,69	18,7	45	1,58	4	5,08	2,21	2,42	32	1874,204227	6	Sí	Sí	0,098175	1x(3x4)
CG - Fuerza 14	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	6000	0,85	30,69	22	45	1,86	4	5,98	2,60	2,81	32	1593,073593	6	Sí	Sí	0,1155	1x(3x4)
CG - Fuerza 15	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	6000	0,85	30,69	25,3	45	2,14	4	6,88	2,99	3,20	32	1385,281385	6	Sí	Sí	0,132825	1x(3x4)
CG - Fuerza 16	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	230	6000	0,85	30,69	28,6	45	2,42	4	7,77	3,38	3,59	32	1225,441225	6	Sí	Sí	0,15015	1x(3x4)
CG - Fuerza 17	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 35	230	6000	0,85	30,69	31,9	45	2,69	4	8,67	3,77	3,98	32	1098,671443	6	Sí	Sí	0,167475	1x(3x4)
CG - Fuerza 18	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 36	230	6000	0,85	30,69	35,2	45	2,97	4	9,57	4,16	4,37	32	995,6709957	6	Sí	Sí	0,1848	1x(3x4)
CG - Fuerza 19	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 37	230	6000	0,85	30,69	14,1	45	1,19	4	3,83	1,67	1,88	32	2485,646741	6	Sí	Sí	0,074025	1x(3x4)
CG - Fuerza 20	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	6000	0,85	30,69	17,4	45	1,47	4	4,73	2,06	2,27	32	2014,23098	6	Sí	Sí	0,09135	1x(3x4)
CG - Fuerza 21	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 39	230	6000	0,85	30,69	20,7	45	1,75	4	5,63	2,45	2,66	32	1693,121693	6	Sí	Sí	0,108675	1x(3x4)
CG - Fuerza 22	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 40	230	6000	0,85	30,69	24	45	2,03	4	6,52	2,84	3,05	32	1460,31746	6	Sí	Sí	0,126	1x(3x4)
CG - Fuerza 23	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 41	230	6000	0,85	30,69	27,3	45	2,31	4	7,42	3,23	3,44	32	1283,79557	6	Sí	Sí	0,143325	1x(3x4)
CG - Fuerza 24	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 42	230	6000	0,85	30,69	30,6	45	2,58	4	8,32	3,62	3,83	32	1145,347028	6	Sí	Sí	0,16065	1x(3x4)
<b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 2 (CG 2)</b>																						
CG2 - SCT	T	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 19	400	8490	0,85	14,42	78	76	3,10	10	3,97	1,72	1,97	32	1139,60114	6	Sí	Sí	0,2808	1x(5x10)
CG2 - SCC	T	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 20	400	8490	0,85	14,42	84	76	3,33	10	4,27	1,86	2,11	32	1058,201058	6	Sí	Sí	0,3024	1x(5x10)
CG2 - SCSTAFF	T	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 21	400	21229,2	0,85	36,05	46	76	4,56	10	5,85	2,54	2,79	40	1932,36715	6	Sí	Sí	0,1656	1x(5x10)
CG2 - SCLAN	T	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 22	400	37547,2	0,85	63,76	19	105	3,33	16	2,67	1,16	1,41	80	7485,380117	10	Sí	Sí	0,04275	1x(5x10)
CG2 - SCSTAND	T	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 23	400	55790,6	0,85	94,74	80	269	20,86	70	3,82	1,66	1,91	100	7777,777778	10	Sí	Sí	0,04114286	1x(4x70+1x16)
CG2 - E.1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 24	230	80	0,85	0,24	5	24	0,00	1,5	0,05	0,02	0,27	10	1533,333333	6	Sí	Sí	0,12	1x(3x1,5)
CG2 - E.2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	88	0,85	0,26	10	24	0,01	1,5	0,11	0,05	0,29	10	766,666667	6	Sí	Sí	0,24	1x(3x1,5)
CG2 - E.3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	80	0,85	0,24	15	24	0,01	1,5	0,14	0,06	0,31	10	511,1111111	6	Sí	Sí	0,36	1x(3x1,5)
CG2 - E.4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	24	0,85	0,07	25	24	0,00	1,5	0,07	0,03	0,28	10	306,666667	6	Sí	Sí	0,6	1x(3x1,5)
CG2 - RACK	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	2000	0,85	7,39	5	33	0,10	2,5	0,72	0,32	0,56	10	2555,555556	6	Sí	Sí	0,072	1x(3x2,5)
CG2 - PCI	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	1000	0,85	3,70	50	33	0,51	2,5	3,62	1,58	1,82	10	255,5555556	6	Sí	Sí	0,72	1x(3x2,5)

**SUBCUADRO SALA TALLERES (SCT)**

SCT - FuerzaPC1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 24	230	3000	0,85	15,35	5	33	0,21	2,5	1,09	0,47	2,45	16	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCT - FuerzaPC2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	3000	0,85	15,35	10	33	0,42	2,5	2,17	0,95	2,92	16	2190,47619	6	Sí	Sí	0,084	1x(3x2,5)
SCT - FuerzaG1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	187,5	0,85	0,96	5	33	0,01	2,5	0,07	0,03	2,00	10	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCT - FuerzaG2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	187,5	0,85	0,96	10	33	0,03	2,5	0,14	0,06	2,03	10	2190,47619	6	Sí	Sí	0,084	1x(3x2,5)
SCT - FuerzaG3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	187,5	0,85	0,96	15	33	0,04	2,5	0,20	0,09	2,06	10	1460,31746	6	Sí	Sí	0,126	1x(3x2,5)
SCT - FuerzaG4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	187,5	0,85	0,96	18	33	0,05	2,5	0,24	0,11	2,08	10	1216,931217	6	Sí	Sí	0,1512	1x(3x2,5)
SCT - A.D1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	360	0,85	1,84	3,9	24	0,02	1,5	0,17	0,07	2,05	10	3369,96337	6	Sí	Sí	0,0546	1x(3x1,5)
SCT - A.D2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	360	0,85	1,84	10,8	24	0,05	1,5	0,47	0,20	2,18	10	1216,931217	6	Sí	Sí	0,1512	1x(3x1,5)
SCT - A.D3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	360	0,85	1,84	8	24	0,04	1,5	0,35	0,15	2,12	10	1642,857143	6	Sí	Sí	0,112	1x(3x1,5)
SCT - A.D4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	360	0,85	1,84	13,2	24	0,07	1,5	0,57	0,25	2,22	10	995,6709957	6	Sí	Sí	0,1848	1x(3x1,5)
SCT - E.5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	230	32	0,85	0,16	13,2	24	0,01	2,5	0,03	0,01	1,99	11	1659,451659	6	Sí	Sí	0,11088	1x(3x1,5)
SCT - Proyector1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	300	0,85	1,53	8	24	0,03	1,5	0,29	0,13	2,10	10	1642,857143	6	Sí	Sí	0,112	1x(3x1,5)

**SUBCUADRO SALA CONFERENCIAS (SCC)**

SCC - FuerzaPC3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 24	230	3000	0,85	15,35	5	33	0,21	2,5	1,09	0,47	2,58	16	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCC - FuerzaPC4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	3000	0,85	15,35	10	33	0,42	2,5	2,17	0,95	3,05	16	2190,47619	6	Sí	Sí	0,084	1x(3x2,5)
SCC - FuerzaG5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	187,5	0,85	0,96	5	33	0,01	2,5	0,07	0,03	2,14	10	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCC - FuerzaG6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	187,5	0,85	0,96	9	33	0,02	2,5	0,12	0,05	2,16	10	2433,862434	6	Sí	Sí	0,0756	1x(3x2,5)
SCC - FuerzaG7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	187,5	0,85	0,96	14	33	0,04	2,5	0,19	0,08	2,19	10	1564,62585	6	Sí	Sí	0,1176	1x(3x2,5)
SCC - FuerzaG8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	187,5	0,85	0,96	19	33	0,05	2,5	0,26	0,11	2,22	10	1152,882206	6	Sí	Sí	0,1596	1x(3x2,5)
SCC - A.F1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	360	0,85	1,84	8,2	24	0,04	1,5	0,36	0,16	2,26	10	1602,787456	6	Sí	Sí	0,1148	1x(3x1,5)
SCC - A.F2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	360	0,85	1,84	12,8	24	0,06	1,5	0,56	0,24	2,35	10	1026,785714	6	Sí	Sí	0,1792	1x(3x1,5)
SCC - A.F3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	360	0,85	1,84	3,7	24	0,02	1,5	0,16	0,07	2,18	10	3552,123552	6	Sí	Sí	0,0518	1x(3x1,5)
SCC - A.F4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	360	0,85	1,84	11,7	24	0,06	1,5	0,51	0,22	2,33	10	1123,321123	6	Sí	Sí	0,1638	1x(3x1,5)
SCC - E.6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	230	32	0,85	0,16	12	24	0,01	1,5	0,05	0,02	2,13	10	1095,238095	6	Sí	Sí	0,168	1x(3x1,5)
SCC - Proyector2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	300	0,85	1,53	10	24	0,04	1,5	0,36	0,16	2,26	10	1314,285714	6	Sí	Sí	0,14	1x(3x1,5)

**SUBCUADRO SALA STAFF (SCSTAFF)**

SCSTAFF- FuerzaPC5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 24	230	3000	0,85	15,35	5	33	0,21	2,5	1,09	0,47	3,26	16	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCSTAFF- FuerzaPC6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 25	230	3000	0,85	15,35	4,7	33	0,20	2,5	1,02	0,44	3,24	16	4660,587639	6	Sí	Sí	0,03948	1x(3x2,5)
SCSTAFF- FuerzaPC7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	3000	0,85	15,35	6,9	33	0,29	2,5	1,50	0,65	3,44	16	3174,603175	6	Sí	Sí	0,05796	1x(3x2,5)
SCSTAFF- FuerzaPC8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	3000	0,85	15,35	5,4	33	0,23	2,5	1,17	0,51	3,30	16	4056,43739	6	Sí	Sí	0,04536	1x(3x2,5)
SCSTAFF- FuerzaPC9	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	3000	0,85	15,35	6,5	33	0,27	2,5	1,41	0,61	3,41	16	3369,96337	6	Sí	Sí	0,0546	1x(3x2,5)
SCSTAFF- FuerzaPC10	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	3000	0,85	15,35	8,1	33	0,34	2,5	1,76	0,77	3,56	16	2704,291593	6	Sí	Sí	0,06804	1x(3x2,5)
SCSTAFF - A.C1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	360	0,85	1,84	7,2	24	0,04	1,5	0,31	0,14	2,93	10	1825,396825	6	Sí	Sí	0,1008	1x(3x1,5)
SCSTAFF - A.C2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	360	0,85	1,84	8,8	24	0,04	1,5	0,38	0,17	2,96	10	1493,506494	6	Sí	Sí	0,1232	1x(3x1,5)
SCSTAFF - A.C3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	360	0,85	1,84	2,5	24	0,01	1,5	0,11	0,05	2,84	10	5257,142857	6	Sí	Sí	0,035	1x(3x1,5)
SCSTAFF - A.C4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	360	0,85	1,84	5,6	24	0,03	1,5	0,24	0,11	2,90	10	2346,938776	6	Sí	Sí	0,0784	1x(3x1,5)
SCSTAFF - E.7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	231	360	1,85	0,84	5,6	24	0,01	2,5	0,14	0,06	2,85	11	3928,571429	7	Sí	Sí	0,04704	1x(3x1,5)
SCSTAFF - IMP	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	600	0,85	3,07	10	24	0,08	1,5	0,72	0,32	3,11	10	1314,285714	6	Sí	Sí	0,14	1x(3x1,5)

SUBCUADRO SALA LAN (SCLAN)

SCLAN - FuerzaG9	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	187,5	0,85	0,96	5	33	0,01	2,5	0,07	0,03	1,44	10	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x2,5)
SCLAN - FuerzaG10	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	187,5	0,85	0,96	15	33	0,04	2,5	0,20	0,09	1,50	10	1460,31746	6	Sí	Sí	0,126	1x(3x2,5)
SCLAN - FuerzaG11	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	187,5	0,85	0,96	30	33	0,08	2,5	0,41	0,18	1,59	10	730,1587302	6	Sí	Sí	0,252	1x(3x2,5)
SCLAN - FuerzaG12	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	187,5	0,85	0,96	45	33	0,12	2,5	0,61	0,27	1,68	10	486,7724868	6	Sí	Sí	0,378	1x(3x2,5)
SCLAN - Escenario1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	3000	0,85	15,35	20	33	0,84	2,5	4,35	1,89	3,30	15	1095,238095	6	Sí	Sí	0,168	1x(3x2,5)
SCLAN - MotorPuerta1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	225	0,85	1,15	45	33	0,14	2,5	0,73	0,32	1,73	10	486,7724868	6	Sí	Sí	0,378	1x(3x2,5)
SCLAN - Proyector3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	300	0,85	1,53	20	24	0,08	1,5	0,72	0,32	1,72	10	657,1428571	6	Sí	Sí	0,28	1x(3x1,5)
SCLAN - AireAcond	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	8000	0,85	40,92	20	45	2,25	4	7,25	3,15	4,56	50	1752,380952	6	Sí	Sí	0,105	1x(3x4)
SCLAN - A.A1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	230	2476,8	0,85	12,67		24	0,00	4	0,00	0,00	1,41	10	#! DIV/0!	6	Sí	Sí	0	1x(3x4)
SCLAN - A.A2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 35	230	2476,8	0,85	12,67	47,3	33	1,65	4	5,31	2,31	3,72	10	740,9644619	6	Sí	Sí	0,248325	1x(3x4)
SCLAN - A.A3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 36	230	2167,2	0,85	11,09	73	33	2,23	4	7,17	3,12	4,52	10	480,1043705	6	Sí	Sí	0,38325	1x(3x4)
SCLAN - A.A4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 37	230	1238,4	0,85	6,33	23	33	0,40	4	1,29	0,56	1,97	10	1523,809524	6	Sí	Sí	0,12075	1x(3x4)
SCLAN - A.A5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	2476,8	0,85	12,67	45	33	1,57	4	5,05	2,19	3,60	10	778,8359788	6	Sí	Sí	0,23625	1x(3x4)
SCLAN - A.A6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 39	230	2476,8	0,85	12,67	75	33	2,62	4	8,41	3,66	5,07	10	467,3015873	6	Sí	Sí	0,39375	1x(3x4)
SCLAN - A.A7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 40	230	1238,4	0,85	6,33	19	33	0,33	4	1,07	0,46	1,87	10	1844,611529	6	Sí	Sí	0,09975	1x(3x4)
SCLAN - A.A8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 41	230	2476,8	0,85	12,67	65	33	2,27	4	7,29	3,17	4,58	10	539,1941392	6	Sí	Sí	0,34125	1x(3x4)
SCLAN - A.A9	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 42	230	2476,8	0,85	12,67	90	33	3,14	4	10,10	4,39	5,80	10	389,4179894	6	Sí	Sí	0,4725	1x(3x4)
SCLAN - A.A10	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 43	230	1238,4	0,85	6,33	9,5	33	0,17	4	0,53	0,23	1,64	10	3689,223058	6	Sí	Sí	0,049875	1x(3x4)
SCLAN - A.A11	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 44	230	2476,8	0,85	12,67	85	33	2,96	4	9,53	4,15	5,56	10	412,32493	6	Sí	Sí	0,44625	1x(3x4)
SCLAN - A.A12	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 45	230	2167,2	0,85	11,09	92	33	2,81	4	9,03	3,93	5,34	10	380,952381	6	Sí	Sí	0,483	1x(3x4)

SUBCUADRO ZONA STAND (SCSTAND)

SCStand - Fuerza 25	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 26	230	6000	0,85	30,69	35	57	2,96	6	6,34	2,76	4,67	32	1502,040816	6	Sí	Sí	0,1225	1x(3x6)
SCStand - Fuerza 26	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 27	230	6000	0,85	30,69	37	57	3,13	6	6,70	2,91	4,82	32	1420,849421	6	Sí	Sí	0,1295	1x(3x6)
SCStand - Fuerza 27	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 28	230	6000	0,85	30,69	38	57	3,21	6	6,88	2,99	4,90	32	1383,458647	6	Sí	Sí	0,133	1x(3x6)
SCStand - Fuerza 28	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 29	230	6000	0,85	30,69	37	57	3,13	6	6,70	2,91	4,82	32	1420,849421	6	Sí	Sí	0,1295	1x(3x6)
SCStand - FuerzaStand1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 30	230	3000	0,85	15,35	9,15	33	0,39	2,5	1,99	0,86	2,77	16	2393,96305	6	Sí	Sí	0,07686	1x(3x2,5)
SCStand - FuerzaStand2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 31	230	3000	0,85	15,35	13,15	33	0,56	2,5	2,86	1,24	3,15	16	1665,761362	6	Sí	Sí	0,11046	1x(3x2,5)
SCStand - FuerzaStand3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 32	230	3000	0,85	15,35	17,2	33	0,73	2,5	3,74	1,63	3,53	16	1273,532669	6	Sí	Sí	0,14448	1x(3x2,5)
SCStand - FuerzaStand4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 33	230	3000	0,85	15,35	22,2	33	0,94	2,5	4,83	2,10	4,01	16	986,7009867	6	Sí	Sí	0,18648	1x(3x2,5)
SCStand - Escenario2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 34	230	1200	0,85	6,14	30	33	0,51	2,5	2,61	1,13	3,04	10	730,1587302	6	Sí	Sí	0,252	1x(3x2,5)
SCSStand - MotorPuerta2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 35	230	225	0,85	1,15	12	24	0,04	1,5	0,33	0,14	2,05	10	1095,638095	6	Sí	Sí	0,168	1x(3x1,5)
SCSStand - MotorPuerta3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 36	230	225	0,85	1,15	32	24	0,10	1,5	0,87	0,38	2,29	10	410,7142857	6	Sí	Sí	0,448	1x(3x1,5)
SCSStand - Proyector4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 37	230	300	0,85	1,53	26	24	0,11	1,5	0,94	0,41	2,32	10	505,4945055	6	Sí	Sí	0,364	1x(3x1,5)
SCStand - MaquinaExp1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 38	230	350	0,85	1,79	2,5	24	0,01	1,5	0,11	0,05	1,95	10	5257,142857	6	Sí	Sí	0,035	1x(3x1,5)
SCStand - MaquinaExp2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 39	230	350	0,85	1,79	3	24	0,01	1,5	0,13	0,06	1,96	10	4380,952381	6	Sí	Sí	0,042	1x(3x1,5)
SCStand - MaquinaExp3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 40	230	350	0,85	1,79	3,5	24	0,02	1,5	0,15	0,06	1,97	10	3755,102041	6	Sí	Sí	0,049	1x(3x1,5)
SCStand - MaquinaExp4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 41	230	350	0,85	1,79	4,5	24	0,02	1,5	0,19	0,08	1,99	10	2920,634921	6	Sí	Sí	0,063	1x(3x1,5)
SCStand - MaquinaExp5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 42	230	350	0,85	1,79	5,5	24	0,03	1,5	0,23	0,10	2,01	10	2389,61039	6	Sí	Sí	0,077	1x(3x1,5)
SCStand - AireAcond	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 43	230	3000	0,85	15,35	20	33	0,84	2,5	4,35	1,89	3,80	16	1095,238095	6	Sí	Sí	0,168	1x(3x2,5)
SCSStand - A.B1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 44	230	1555,2	0,85	7,95	9,26	24	0,20	1,5	1,74	0,76	2,67	10	1419,315026	6	Sí	Sí	0,12964	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 45	230	388,8	0,85	1,99	15,809	24	0,09	1,5	0,74	0,32	2,23	10	831,352846	6	Sí	Sí	0,221326	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 46	230	1555,2	0,85	7,95	18,2	24	0,40	1,5	3,42	1,49	3,40	10	722,1350078	6	Sí	Sí	0,2548	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 47	230	583,2	0,85	2,98	26	24	0,21	1,5	1,83	0,80	2,71	10	505,4945055	6	Sí	Sí	0,364	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 48	230	1555,2	0,85	7,95	30,5	24	0,67	1,5	5,73	2,49	4,40	10	430,9133489	6	Sí	Sí	0,427	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 49	230	388,8	0,85	1,99	34,6	24	0,19	1,5	1,62	0,71	2,62	10	379,8513625	6	Sí	Sí	0,4844	1x(3x1,5)
SCSStand - A.B7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 50	230	777,6	0,85	3,98	34,4	24	0,38	1,5	3,23	1,40	3,31	10	382,0598007	6	Sí	Sí	0,4816	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 51	230	367,2	0,85	1,88	10	24	0,05	1,5	0,44	0,19	2,10	10	1314,285714	6	Sí	Sí	0,14	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 52	230	367,2	0,85	1,88	5	24	0,03	1,5	0,22	0,10	2,01	10	2628,571429	6	Sí	Sí	0,07	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As3	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 53	230	183,6	0,85	0,94	2,5	24	0,01	1,5	0,06	0,02	1,93	10	5257,142857	6	Sí	Sí	0,035	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As4	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 54	230	367,2	0,85	1,88	22,3	24	0,12	1,5	0,99	0,43	2,34	10	589,3657912	6	Sí	Sí	0,3122	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As5	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 55	230	550,8	0,85	2,82	26,3	24	0,20	1,5	1,75	0,76	2,67	10	499,7284085	6	Sí	Sí	0,3682	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As6	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 56	230	367,2	0,85	1,88	30,1	24	0,16	1,5	1,33	0,58	2,49	10	436,6397722	6	Sí	Sí	0,4214	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As7	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 57	230	459	0,85	2,35	8	24	0,05	1,5	0,44	0,19	2,10	10	1642,857143	6	Sí	Sí	0,112	1x(3x1,5)
SCSStand - A.As8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 58	230	367,2	0,85	1,88	9,5	24	0,05	1,5	0,42	0,18	2,09	10	1383,458647	6	Sí	Sí	0,133	1x(3x1,5)
SCSStand - Almac1	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 59	230	734,4	0,85	3,76	25,8	24	0,27	1,5	2,29	0,99	2,90	10	509,4130676	6	Sí	Sí	0,3612	1x(3x1,5)
SCSStand - Almac2	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 60	230	367,2	0,85	1,88	30,3	24	0,16	1,5	1,34	0,58	2,49	10	433,7576615	6	Sí	Sí	0,4242	1x(3x1,5)
SCSStand - E.8	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 60	230	80	0,85	0,41	32	24	0,04	1,5	0,31	0,13	2,04	10	410,7142857	6	Sí	Sí	0,448	1x(3x1,5)
SCSStand- E.9	M	XLPE	E: "Conductor bandeja perforada"	52-1bis UNE 20460/ ITC 61	230	80	0,85	0,41	32	24	0,04	1,5	0,31	0,13	2,04	10	410,7142857	6	Sí	Sí	0,448	1x(3x1,5)

## **Anexo V. Equilibrado de cargas**

# ANEXO EQUILIBRADO DE CARGAS

## CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 1

Alumbrado				Fuerza					
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
					Fuerza 1	6000	30,59		
					Fuerza 2	6000		30,59	
					Fuerza 3	6000			30,59
					Fuerza 4	6000	30,59		
					Fuerza 5	6000		30,59	
					Fuerza 6	6000			30,59
					Fuerza 7	6000	30,59		
					Fuerza 8	6000		30,59	
					Fuerza 9	6000			30,59
					Fuerza 10	6000	30,59		
					Fuerza 11	6000		30,59	
					Fuerza 12	6000			30,59
					Fuerza 13	6000	30,59		
					Fuerza 14	6000		30,59	
					Fuerza 15	6000			30,59
					Fuerza 16	6000	30,59		
					Fuerza 17	6000		30,59	
					Fuerza 18	6000			30,59
					Fuerza 19	6000	30,59		
					Fuerza 20	6000		30,59	
					Fuerza 21	6000			30,59
					Fuerza 22	6000	30,59		
					Fuerza 23	6000		30,59	
					Fuerza 24	6000			30,59
					Total Fuerza		244,72	244,72	244,72
					Total Cuadro		244,72	244,72	244,72

## CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 2

### SUBCUADRO TALLERES

Alumbrado					Fuerza				
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
					Fuerza PC1	3000	15,35		
A.D1	360		1,84		Fuerza PC2	3000		15,35	
A.D2	360	1,84			Fuerza G1	187,5			0,96
A.D3	360			1,84	Fuerza G2	187,5			0,96
A.D4	360		1,84		Fuerza G3	187,5			0,96
E.5	24			0,12	Fuerza G4	187,5			0,96
					Proyector1	300			1,53
<b>Total Alumbrado</b>		1,84	3,68	1,96	<b>Total Fuerza</b>		15,35	15,35	5,37
					<b>Total Subcuadro</b>		17,19	19,03	7,33

### SUBCUADRO CONFERENCIAS

Alumbrado					Fuerza				
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
					Fuerza PC3	3000			15,35
A.F1	360			1,84	Fuerza PC4	3000		15,35	
A.F2	360		1,84		Fuerza G5	187,5	0,96		
A.F3	360	1,84			Fuerza G6	187,5	0,96		
A.F4	360			1,84	Fuerza G7	187,5	0,96		
E.6	32	0,14			Fuerza G8	187,5	0,96		
					Proyector2	300	1,53		
<b>Total Alumbrado</b>		1,98	1,84	3,68	<b>Total Fuerza</b>		5,37	15,35	15,35
					<b>Total Subcuadro</b>		7,35	17,19	19,03

### SUBCUADRO ZONA STAFF

Alumbrado					Fuerza				
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
A.C1	360	1,84			Fuerza PC5	3000	15,35		
A.C2	360		1,84		Fuerza PC6	3000		15,35	
A.C3	360			1,84	Fuerza PC7	3000			15,35
A.C4	360	1,84			Fuerza PC8	3000	15,35		
E.7	24	0,12			Fuerza PC9	3000		15,35	
<b>Total Alumbrado</b>		3,8	1,84	1,84	Fuerza PC10	3000			15,35
					Impresora	600		3,07	
					<b>Total Fuerza</b>		30,7	33,77	30,7
					<b>Total Subcuadro</b>		30,7	35,61	32,54

SUBCUADRO ZONA LAN									
Alumbrado					Fuerza				
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
A.A1	2476	12,67			Fuerza G9	187,5	0,96		
A.A2	2476		12,67		Fuerza G10	187,5		0,96	
A.A3	2167			12,67	Fuerza G11	187,5			0,96
A.A4	1238	6,33			Fuerza G12	187,5	0,96		
A.A5	2476		12,67		Escenario1	3000	15,35		
A.A6	2476	12,67			MotorPuerta1	225	1,15		
A.A7	1238		6,83		Proyector3	300		1,53	
A.A8	2476	12,67			AireAcond	8000			40,92
A.A9	2476		12,67		Total Fuerza		18,42	2,49	41,88
A.A10	1238			6,33	Total Subcuadro		62,76	47,33	71,97
A.A11	2476		12,67						
A.A12	2167			11,09					
Total Alumbrado		44,34	44,84	30,09					

SUBCUADRO ZONA STAND									
Alumbrado					Fuerza				
Circuito	Pins(W)	Intensidad fases			Circuito	Pins(W)	Intensidad fases		
		R	S	T			R	S	T
A.B1	1555	7,95			Fuerza25	6000	30,69		
A.B2	388,8		1,99		Fuerza26	6000		30,9	
A.B3	1555		7,95		Fuerza27	6000			30,69
A.B4	583			2,38	Fuerza28	6000	30,69		
A.B5	1555			7,95	FuerzaStand1	3000		15,35	
A.B6	388		1,99		FuerzaStand2	3000		15,35	
A.B7	777	3,36			FuerzaStand3	3000			15,35
A.As1	367	1,88			FuerzaStand4	3000			15,35
A.As2	367		1,88		Escenario2	1200	6,14		
A.As3	183			0,94	MotorPuerta2	225		1,15	
A.As4	367	1,88			MotorPuerta3	225		1,15	
A.As5	550			2,82	Proyector4	300		1,53	
A.As6	367		1,88		MaquinaExp1	350		1,79	
A.As7	459			2,35	MaquinaExp2	350		1,79	
A.As8	367	1,88			MaquinaExp3	350		1,79	
Almac1	734	3,76			MaquinaExp4	350	1,79		
Almac2	367		1,88		AireAcond	3000			15,35
E.7	80		0,41		Total Fuerza		69,31	70,8	76,74
E.8	80	0,41			Total Subcuadro		90,02	88,37	93,18
Total Alumbrado		20,71	17,57	16,44					

INTENSIDAD FASES CUADRO 1		
R	S	T
244,72	244,72	244,72

INTENSIDAD FASES CUADRO 2		
R	S	T
208,02	207,53	224,05

## **Anexo VI. Estudio Básico de Seguridad y Salud**

# Índice de Estudio Básico de Seguridad y Salud

<b>Capítulo 1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud .....</b>	<b>164</b>
<b>Capítulo 2. Características de la actividad.....</b>	<b>165</b>
2.1 Descripción de la obra .....	165
2.2 Presupuesto de contrato estimado .....	165
2.3 Duración estimada y nº de trabajadores.....	165
2.4 Obligatoriedad Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	165
<b>Capítulo 3. Recursos considerados .....</b>	<b>166</b>
3.1 Materiales.....	166
3.2 Energías y fluidos.....	166
3.3 Mano de obra .....	166
3.4 Herramientas.....	166
3.4.1 Eléctricas portátiles.....	166
3.4.2 Herramientas de mano .....	166
3.5 Medios auxiliares .....	167
<b>Capítulo 4. Identificación y valoración de riesgos .....</b>	<b>168</b>
<b>Capítulo 5. Planificación de la acción preventiva.....</b>	<b>170</b>
<b>Capítulo 6. Normas generales de salud. Disposiciones mínimas.....</b>	<b>173</b>
6.1 Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	173
6.2 Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras .....	173
<b>Capítulo 7. Normas específicas de actuación preventiva.....</b>	<b>181</b>
<b>Capítulo 8. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra .....</b>	<b>192</b>
<b>Capítulo 9. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra .....</b>	<b>199</b>
9.1 Servicio de prevención.....	199
9.2 Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra .....	199
9.3 Formación .....	200
9.4 Reconocimientos médicos .....	200
<b>Capítulo 10. Obligaciones de las partes implicadas .....</b>	<b>201</b>
<b>Capítulo 11. Plan de Seguridad y Salud .....</b>	<b>202</b>

# Capítulo 1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio básico de Seguridad y Salud al tratarse de una obra que no cumple con ninguno de los apartados del Art.4 ap.1.

El estudio básico precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## Capítulo 2. Características de la actividad

Esta obra consta de las distintas fases de ejecución e instalación para desarrollar la instalación eléctrica, de iluminación, contraincendios y de telecomunicaciones de un recinto ferial.

### 2.1 Descripción de la obra

Puesta en marcha de las instalaciones mencionadas así como la aplicación de las normas de seguridad e higiene que sean apropiadas

### 2.2 Presupuesto de contrato estimado

Se trata de una obra cuyo presupuesto de ejecución material, asciende a la cantidad de 201.439,00€.

### 2.3 Duración estimada y nº de trabajadores

Se calcula factible su realización en un plazo de tres (3) semanas, con una media de dos (2) operarios durante la ejecución de la misma.

### 2.4 Obligatoriedad Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea inferior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea inferior a 30 días laborables, no empleándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea inferior a 500.

Por lo tanto, en nuestro proyecto se redactará finalmente un ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

## Capítulo 3. Recursos considerados

### 3.1 Materiales

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, prensacables, apartamenta, cuadros, bandejas, soportes, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

### 3.2 Energías y fluidos

- Electricidad.
- Esfuerzo humano.

### 3.3 Mano de obra

- Oficial instalador.
- Oficial electricista.
- Oficial albañilería.
- Ayudante especialista.
- Ayudante electricista.
- Peón ordinario.

### 3.4 Herramientas

#### 3.4.1 Eléctricas portátiles

- Esmeriladora radial para metales.
- Taladradora.
- Martillo picador eléctrico.
- Punzadora hidráulica.
- Terrajadoras.
- Soldador sellador.

#### 3.4.2 Herramientas de mano

- Alicates y tenazas.
- Sierras.
- Detectores.

- Destornilladores y buscapolos.
- Palancas.
- Caja completa de herramientas de Electricista.

### 3.5 Medios auxiliares

- Andamio de borriquetas.
- Caballetes.
- Escaleras de mano.
- Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
- Letreros de advertencia a terceros.

## Capítulo 4. Identificación y valoración de riesgos

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	Muy alto	Alto	Moderado
	Media	Alto	Moderado	Bajo
	Baja	Moderado	Bajo	Muy bajo

Tabla 21. Grados de riesgo

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.

- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

## Capítulo 5. Planificación de la acción preventiva

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS									
Actividad: MONTAJE DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES/CONTRAINCENDIOS							INSTALACIÓN LAN PARTY		
Evaluación:		Periódica					Hoja nº: 1		
X		Inicial							
Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación	
	A	M	B	N/P	A	M	B	G. Riesgo	
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X				X	BAJA	
02.- Caídas de personas al mismo nivel			X				X	BAJA	
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			BAJA	
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		MEDIA	
05.- Caídas de objetos desprendidos			X			X		BAJA	
06.- Pisadas sobre objetos		X					X	BAJA	
07.- Choque contra objetos inmóviles			X				X	BAJA	
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		BAJA	
09.- Golpes por objetos y herramientas				X			X	N.P.	
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		BAJA	
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X			BAJA	
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X			BAJA	
13.- Sobreesfuerzos			X			X		MEDIA	
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				N.P.	
15.- Contactos térmicos				X				N.P.	
16.- Exposición a contactos eléctricos			X		X			MEDIA	
17.- Exposición a sustancias nocivas				X		X		N.P.	
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X			X		BAJA	
19.- Exposición a radiaciones			X			X		BAJA	
20.- Explosiones			X		X			BAJA	
21.- Incendios			X		X			BAJA	
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				N.P.	
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			BAJA	
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJA	
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				N.P.	
26.- E.P. producida por agentes físicos			X				X	MUY BAJA	
27.- Enfermedad sistémica				X				N.P.	
28.- Otros				X				N.P.	

Tabla 22. Evaluación de riesgos

GESTIÓN DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA					
Actividad: MONTAJE DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA/TELECOMUNICACIONES/CONTRAINCENDIOS			INSTALACIÓN LANPARTY		
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
				Si	No
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles	E.P.I.	X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco.	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	R.E.B.T. Y E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X	X	X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X	X	
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X	X	
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X	X	

25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistémica				X	
28.- Otros				X	

Tabla 23. Gestión de riesgos

## Capítulo 6. Normas generales de salud. Disposiciones mínimas

### 6.1 Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

### 6.2 Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras

#### Estabilidad y solidez

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

#### Instalaciones de suministro y reparto de energía

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- c) El proyecto, la realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

## Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

## Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

## Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

## Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

## Primeros auxilios

- a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.
- b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

## Servicios higiénicos

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo. Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales. Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios. Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

### **Locales de descanso o de alojamiento**

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

### **Mujeres embarazadas y madres lactantes**

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

### **Trabajos de minusválidos**

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

### **Disposiciones varias**

- a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## Estabilidad y solidez

- a) Los puestos de trabajo y las plataformas de trabajo, móviles o fijos, situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:
- El número de trabajadores que los ocupe.
  - Las cargas máximas, fijas o móviles, que puedan tener que soportar, así como su distribución
  - Los factores externos que pudieran afectarles

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

- b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

## Caídas de objetos

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

## Caídas de altura

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caídas de altura superior a 2 m de altura, se protegerán mediante barandillas, redes u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente, en todos sus bordes o huecos.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

## Factores atmosféricos

- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

## Andamios y escaleras

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:
  - 1) Antes de su puesta en servicio.
  - 2) A intervalos regulares en lo sucesivo.
  - 3) Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

## Aparatos elevadores

Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores, y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:
  - 1) Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
  - 2) Instalarse y utilizarse correctamente.
  - 3) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 4) Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
- En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

## Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
  - 1) Estar bien proyectadas y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - 2) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 3) Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.
- Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

## Instalaciones, máquinas y equipos

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
  - 1) Estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - 2) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 3) Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
  - 4) Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

## Instalaciones de distribución de energía

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente. Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

## Otros trabajos específicos

- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura inclinación o posible carácter o estando resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.
- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales. La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

## Capítulo 7. Normas específicas de actuación preventiva

### Riesgos más frecuentes durante la instalación

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- i) Otros.

### Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación

- a) Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- b) Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- c) Electrocutión o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- d) Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- e) Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- g) Otros.

### Normas de Actuación Preventiva

- Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.
- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc.) sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

## Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.

Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará la zona de riesgo.

## Protección de personas en instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y estará avalada por instalador autorizado y acreditado.

El grado de protección de los cuadros eléctricos debe ser 477, lo que significa que estará protegido, por una parte contra la penetración de polvo y por otra parte contra las proyecciones de agua en cualquier dirección. Este grado garantiza igualmente protección contra contactos directos.

La existencia de partes bajo tensión debe indicarse sobre la cubierta de la instalación o equipo, ya sea mediante señal de peligro o señal de prohibición.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conexión a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e ínter conexiónados con uniones antihumedad y antichoque. Dispondrán de fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos debidamente calibrados según la carga máxima a soportar.

Todos los armarios principales contarán con interruptores diferenciales de alta sensibilidad de forma que queden protegidos todos los circuitos y en perfecto estado de funcionamiento. Para que esta protección se considere suficiente, es imprescindible que todas las carcasas metálicas de equipos (hormigoneras, sierras circulares, grúas, etc.) tengan puesta a tierra.

Las dimensiones mínimas de las picas de tierra, si son barras de cobre o acero recubierto de cobre deben ser 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. En general, es recomendable instalar una toma de tierra en el fondo de la excavación de la obra en construcción tan pronto como sea posible. Esta toma de tierra, que además será válida para la instalación definitiva, será utilizada durante la ejecución de la obra. Se deberá siempre garantizar la continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de resistencia de 20 ohmios.

## Herramientas Eléctricas Portátiles

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios etc., serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.
- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.

- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc., los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.
- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

### Herramientas Eléctricas Manuales

- Deberán estar todas homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria CE sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".
- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:
  - Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.
  - Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.
- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

### Lámparas Eléctricas Portátiles

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Deberán responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20- 419
- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.
- Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.
- Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.
- Deben estar construías de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.
- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.
- Serán del grado de protección IP adecuado al lugar de trabajo.
- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

### Medios de protección personal

#### Ropa de trabajo

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

#### **Protección de cabeza**

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca CE. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 SS.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

#### **Protección de la vista**

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental. Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico. Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

#### **Protección de Pies**

Para trabajos con tensión:

- Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
- Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz. y marcado CE.

En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.

Para trabajos de montaje:

- Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

#### **Guantes aislantes**

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica. Homologados Clase II (1000 v) con marca CE " Guantes aislantes de la electricidad", donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general. Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE.

#### **Cinturón de seguridad**

Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

### **Protección del oído**

Se dispondrán para cuando se precise de protector antirruído Clase C, con marcado CE.

## **Medios de protección**

### **Banquetas de maniobra**

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas. En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

### **Comprobadores de tensión**

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

### **Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito**

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

#### **Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo**

Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.

Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

## Normas de carácter específico

### Manejo de herramientas manuales

Causas de los riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "in situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornilladores o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en los bolsillos, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán, limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antiimpactos.

### Manejo de herramientas punzantes

Causa de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en las manos.
- Para un buen funcionamiento deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de protección:

- Deben emplearse gafas antiimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

**Manejo de herramientas de percusión**

Causa de los riesgos:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.

- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

### **Máquinas eléctricas portátiles**

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

### **Manejo de cargas sin medios mecánicos**

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

- Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:
  - Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
  - Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
  - Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
  - Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
  - Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
  - Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
  - Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.
- Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:
  - Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
  - Entregar el material, no tirarlo.
  - Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
  - Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
  - En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
  - Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
  - En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
  - Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

### **Pistola fija clavos**

- Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.

- El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.
- El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas anti-impactos.
- Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.
- Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.
- No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.
- Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.
- La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.
- La pistola debe transportarse siempre descargada y aun así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

## Capítulo 8. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra

- Escaleras de mano.
- Andamios de estructura tubular.
- Andamios de borriqueta.
- Iluminación.
- Protección de personas en instalación eléctrica.
- Señalización.
- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Camión grúa.

### Escaleras de mano

- Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.
- Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construidas en el tajo mediante simple clavazón.
- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.
- Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.
- Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños. Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.
- Se tomarán las siguientes precauciones:
  - a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
  - b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.

- c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
  - d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
  - e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
  - f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
  - g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
  - h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
  - La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

### Andamios de estructura tubular

- Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablonés, carriles (perfiles "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.
- Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.
- Los andamios tubulares deben tener una plataforma de trabajo de 80 cm de ancho como mínimo, y de paso de 60 cm. como mínimo. Deben estar provistos de una barandilla exterior de 1 m de altura, con listón intermedio y rodapié. Los tablonés que formen la plataforma de trabajo deben estar sujetos a los perfiles tubulares del andamio mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.
- Para mejorar el reparto de cargas y la estabilidad del andamio, se deben utilizar siempre las placas de arranque. No se deben apoyar nunca los tubos directamente sobre el suelo.
- Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.
- No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de los mismos, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.
- El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

- Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

### Andamios de Borriqueta

- Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.
- Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.
- Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.
- Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.
- No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:
  - Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.
  - El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.
  - Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.
- Características de las tablas o tabloncillos que constituyen las plataformas:
  - Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
  - Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
  - No pueden montar entre sí formando escalones.
  - No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
  - Estarán sujetos por lías a las borriquetas.
  - Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

## Señalización

Será de aplicación el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

### Señales de seguridad de mayor uso en obras:

- Prohibido pasar a los peatones: Por donde no queremos que circule la gente o instalaciones que necesiten autorización de paso.
- Protección obligatoria de la cabeza: Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- Protección obligatoria de los pies: En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.
- Protección obligatoria de las manos: En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.
- Riesgo eléctrico: En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.

## Cinta de delimitación de zona de paso

La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

En caso de señalar obstáculos, zona de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color negro y amarillo, inclinadas 60° con respecto a la horizontal.

## Camión grúa

Riesgos detectables más comunes:

- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caídas al subir (o bajar) a la zona de mandos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos (verticales u horizontales).
- Otros.

Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán inclinaciones del 20% como norma general (salvo características especiales del camión en concreto), en prevención de los riesgos de atoramiento o vuelco.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe estacionar, el camión grúa a distancias inferiores a 2 m., del corte del terreno, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se realizará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.
- Al personal encargado del manejo del camión grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. Del recibí se dará cuenta a la Dirección facultativa (o Jefatura de obra).

Normas de seguridad para los operadores del camión grúa:

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Pueden volcar y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.

- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, podrá sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa, puede estar cargado de electricidad.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra”, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina. Si lo hunde, usted y la máquina se accidentarán.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras. Evitará accidentes.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en ella puede volcar.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que la respeten el resto del personal.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Evitará accidentes.

- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen, aparejos, balancines, eslingas o estrobos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

## Capítulo 9. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra

### 9.1 Servicio de prevención

El empresario deberá nombrar persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma. Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa
- Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores
- Distribución de riesgos en la empresa

### 9.2 Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en la obra

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal. El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro,

en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

### 9.3 Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de albañilería en general e instalación eléctrica, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar. Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc. Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

### 9.4 Reconocimientos médicos

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

## Capítulo 10. Obligaciones de las partes implicadas

- **De la propiedad:**

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra. Igualmente, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, las partidas incluidas en el Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.

- **De la empresa constructora:**

La/s Empresa/s Contratista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

Por último, la/s Empresa/s Contratista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

- **Del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra:**

Al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra le corresponderá el control y supervisión de la ejecución del Plan/es de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias. Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la/s Empresa/s Contratista/s, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

## Capítulo 11. Plan de Seguridad y Salud

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución. Este Plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos. Una copia del Plan deberá entregarse al Servicio de Prevención y Empresas subcontratista.

## Parte V. Conclusiones/Conclusions

## Conclusiones

Como hemos expuesto en el resumen al principio de nuestro proyecto, se ha realizado la instalación eléctrica, telecomunicaciones y contra incendios de una Lan Party

En un principio sabíamos la cantidad de conocimientos que son necesarios aplicar en este tipo de instalaciones ya que, abarca numerosos aspectos. Es necesario a la hora de realizar tu propia instalación tener en cuenta todo el Reglamento que opera alrededor de tu tipo de instalación además de ser capaz de elegir las opciones más adecuadas en cada momento

La instalación eléctrica se podía haber diseñado de muchas otras formas, tanto empotrada en obra o subterránea, pero hemos decidido hacerla por canalización de bandejas perforadas ya que consideramos que ha sido lo más óptimo.

En lo que respecta a este tipo de instalaciones, Canarias cada día va cogiendo más fuerza. El desarrollo de las nuevas tecnologías así como el interés de los jóvenes por adquirir este conocimiento hace que estos eventos crezcan año a año. En concreto, San Cristóbal de La Laguna cuenta con un alto número de estudiantes por lo que en mi opinión, un evento de estas características resultaría idóneo e influiría de manera muy positiva en la población canaria

Sin duda la aplicación de los conocimientos obtenidos tanto en la asignatura Oficina técnica como en Fundamentos de Ingeniería Eléctrica han sido fundamentales para la elaboración del proyecto.

## Conclusions

As we said before, we based our project on the realization of the electric installation, telecommunication and fire-safety installations of a Lan Party.

At first, we knew the quantity of knowledge needed to apply on this type of installations because it covers a lot of different aspects. When you make your own installation, you be aware about all the different regulation related with your type of installation, besides choosing the most viable and efficient option in each moment.

The electric installation could have been designed in many other ways, but we decided to apply the perforated tray model because we considered that it was the best option and the cheapest one.

Regarding this type of installations, Canarias is getting stronger in this field each day. The development of new technologies as well as the interest showed by the young population in learning this new learning, makes this type of events to grow faster. In particular, San Cristóbal de La Laguna has a high number of students with this characteristics so an event of this features would be very appropriate and it could have a very positive feedback.

Undoubtedly, the knowledge obtained by some of the subjects of the degree have been essential to elaborate and conclude our project.

## Parte VI. Planos

# Listado de Planos

**Plano 1. Instalación**

**Plano 2. Situación**

**Plano 3. Luminarias**

**Plano 4. Instalación eléctrica**

**Plano 5. Instalación contra incendios**

**Plano 6. Instalación de enlace**

**Plano 7. Cuadro General 1**

**Plano 8. Cuadro General 1.1**

**Plano 9. Cuadro General 1.2**

**Plano 10. Cuadro General 1.3**

**Plano 11. Cuadro General 2**

**Plano 12. Subcuadro Taller**

**Plano 13. Subcuadro Conferencia**

**Plano 14. Subcuadro STAFF**

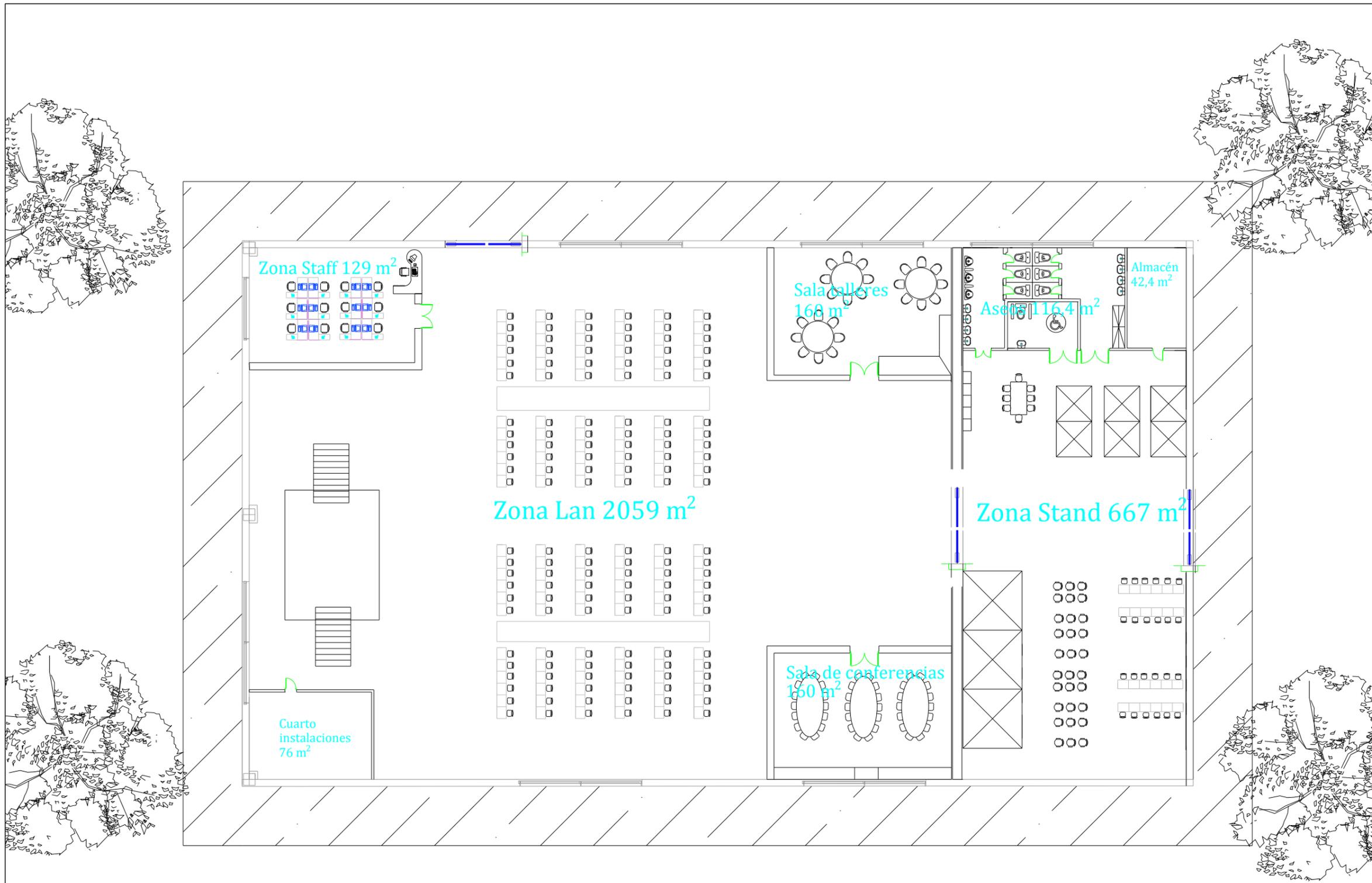
**Plano 15. Subcuadro LAN 1**

**Plano 16. Subcuadro LAN 2**

**Plano 17. Subcuadro STAND 1**

**Plano 18. Subcuadro STAND 2**

**Plano 19. Subcuadro STAND 3**



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez
Comprobado:		
id normas:	UNE-EN-DIN	
Escala:	<b>Plano Instalación</b>	
1:350		



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

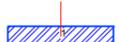
Lámina nº 1

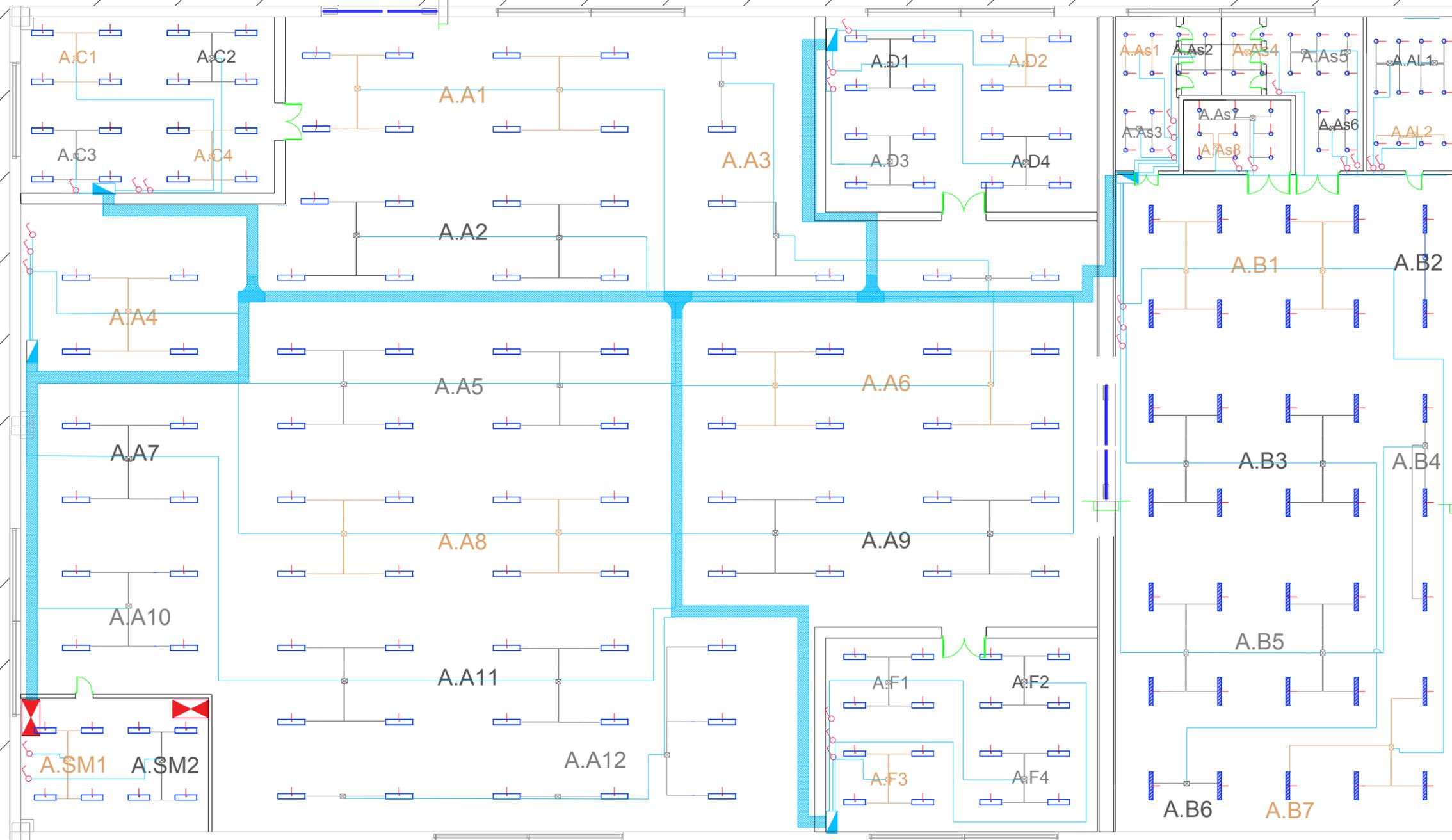
Nombre: Javier Rubio Rodríguez  
Curso: 4ºIEA



	Fecha:	Nombre:	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez	
Comprobado:			
id normas:	UNE-EN-DIN		
Escala:	1:2724		Lámina nº 2
	Plano Situación		Nombre: Javier Rubio Rodríguez
			Curso: 4ºIEA

# Leyenda

-  Philips FBH058 2xTL 18w
-  Philips FTBS460 2xTL5 80w
-  Philips FTCS460 2xTL5 49w
-  Philips FTBS460 2xTL5 25w
-  Cuadro General de Distribución
-  Subcuadros
-  Bandeja perforada
-  Bandeja perforada
-  Fase R
-  Fase S
-  Fase T
-  Caja de derivación
-  Interruptor simple



Fecha:	Nombre:	 <b>Universidad de La Laguna</b>	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado: 1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:			
id normas: UNE-EN-DIN			
Escala: 1:250	<b>Plano Luminarias</b>		Lámina nº 3
			Nombre: Javier Rubio Rodríguez
			Curso: 4ºIEA

# Leyenda



Toma monofásica 16A uso general



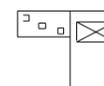
Toma monofásica 16A uso específico (PC, STANDS)



Toma monofásica 32A (Zona LAN PC)



ARQUETA A-3



Caja de Protección y Medida



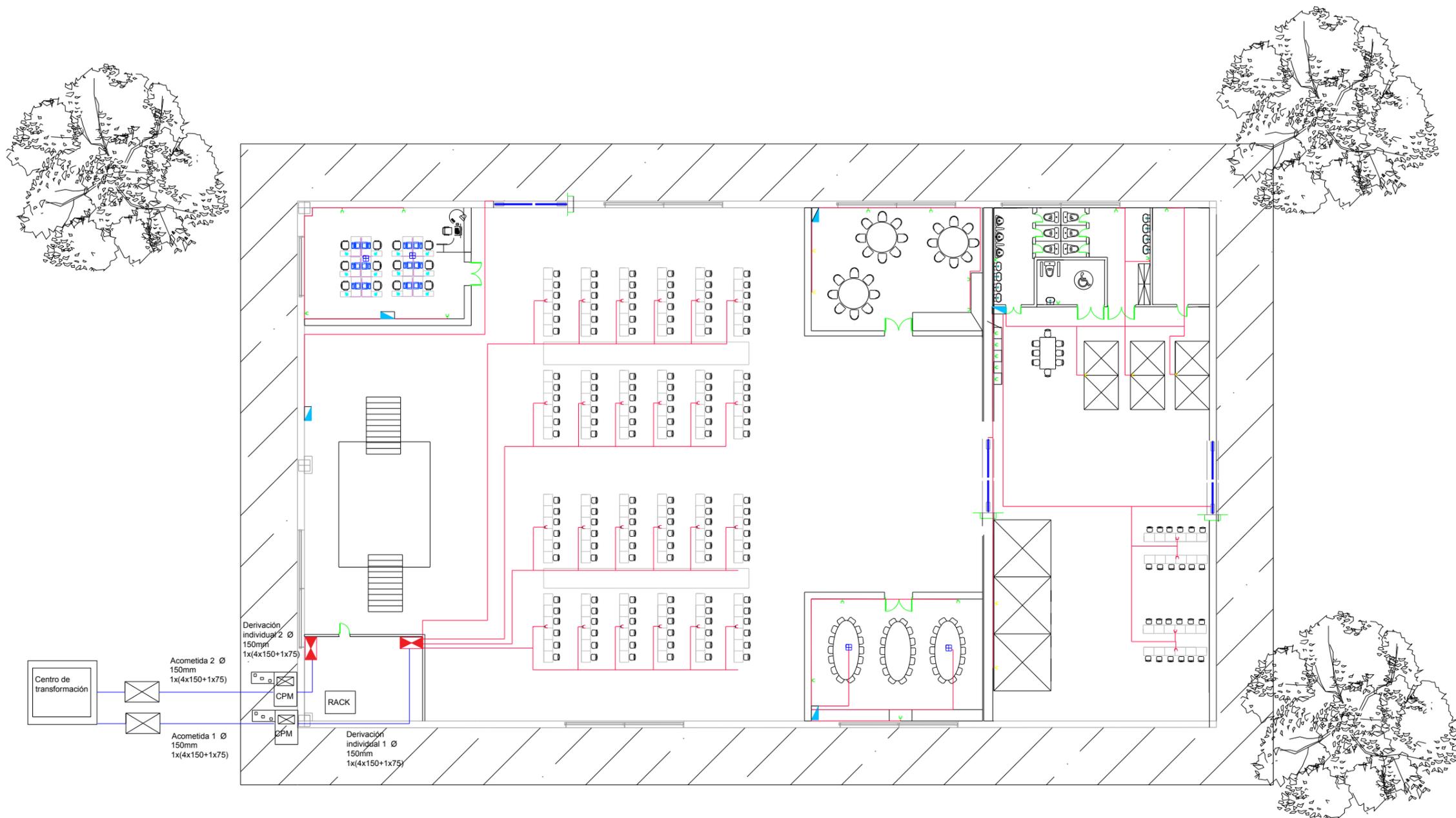
Cuadro General de Distribución



Subcuadro



Caja de fuerza en mesa



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez
Comprobado:		
id normas:	UNE-EN-DIN	
Escala:	1:400	
	<b>Plano Instalación Eléctrica</b>	



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

Lámina nº 4

Nombre: Javier Rubio Rodríguez

Curso: 4ºIEA

# Leyenda



Detector óptico de humo



Extintor polvo ABC



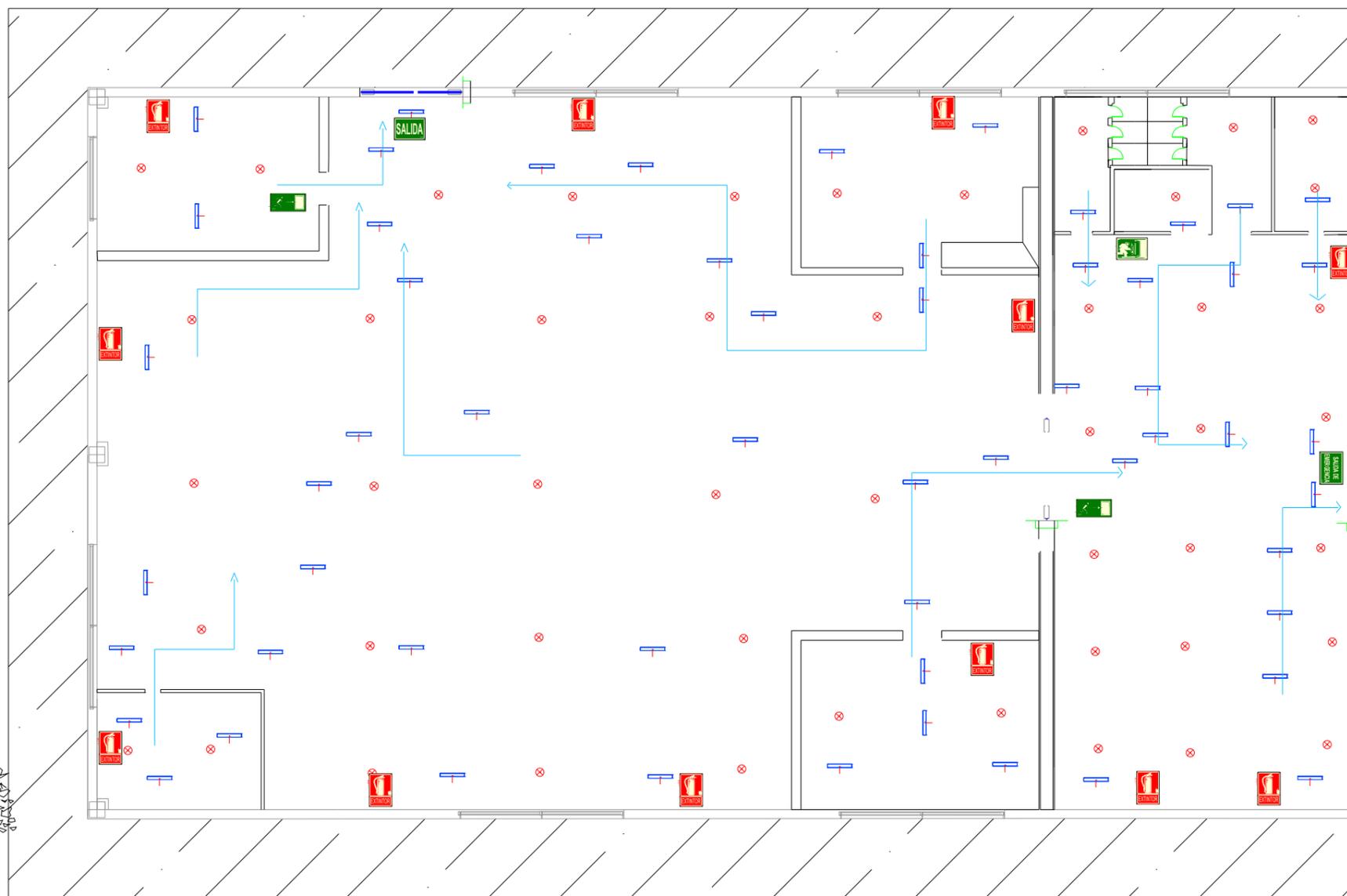
Señales de salida



Luminaria de emergencia Hydra LD N3 8W



Recorrido de emergencia



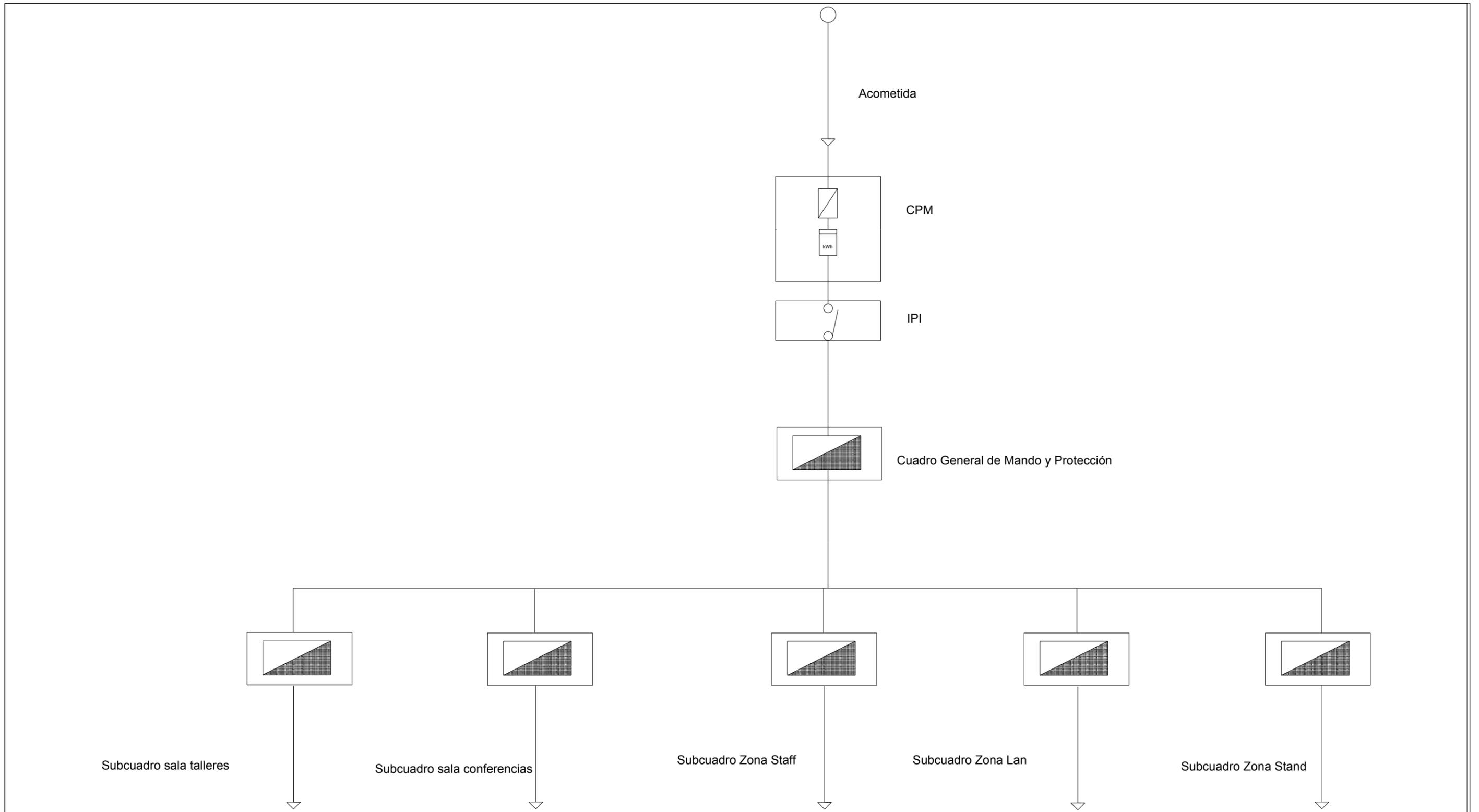
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez
Comprobado:		
id normas:	UNE-EN-DIN	
Escala:	Plano Instalación Contra Incendios	
1:350		



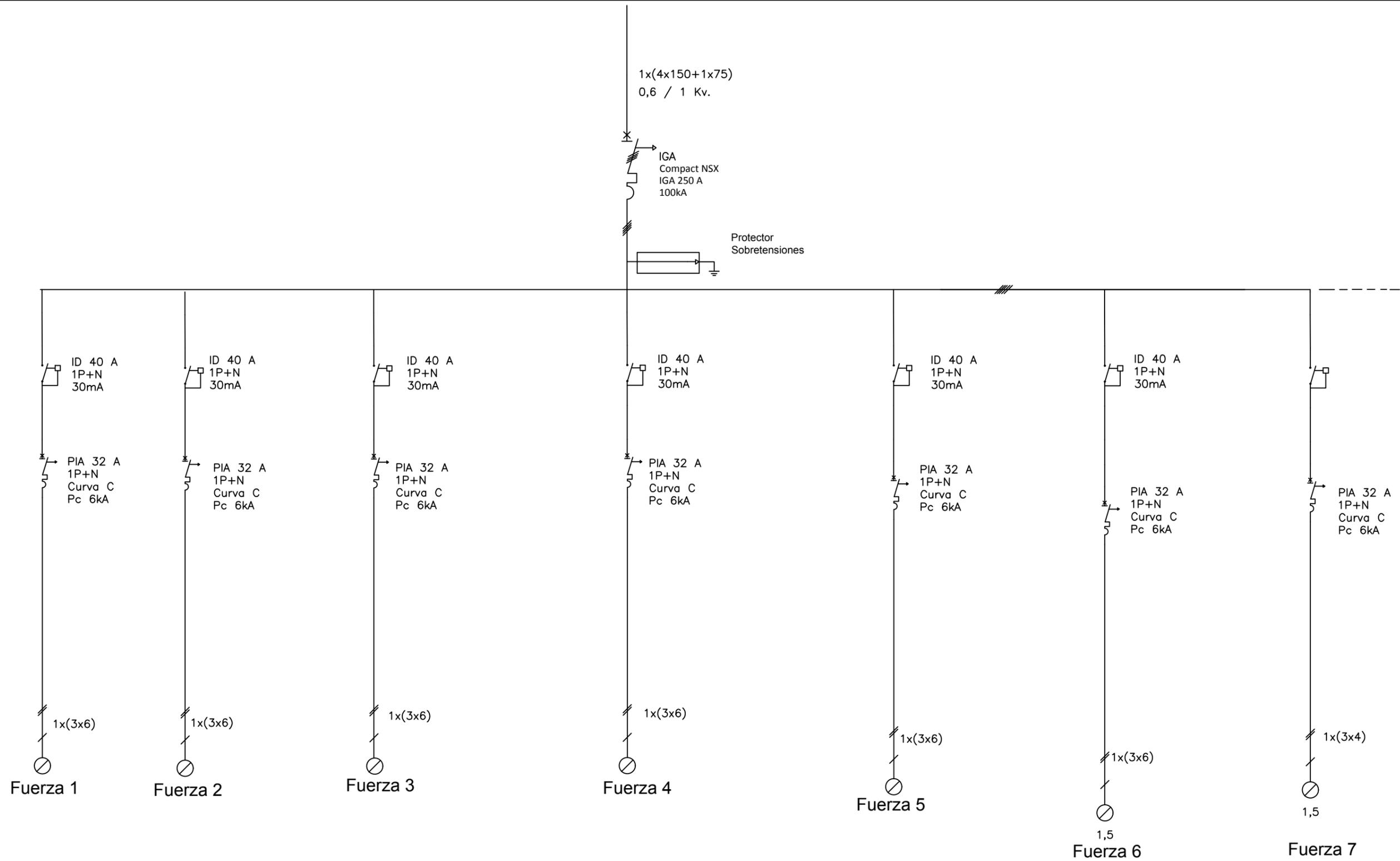
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

Lámina nº 5

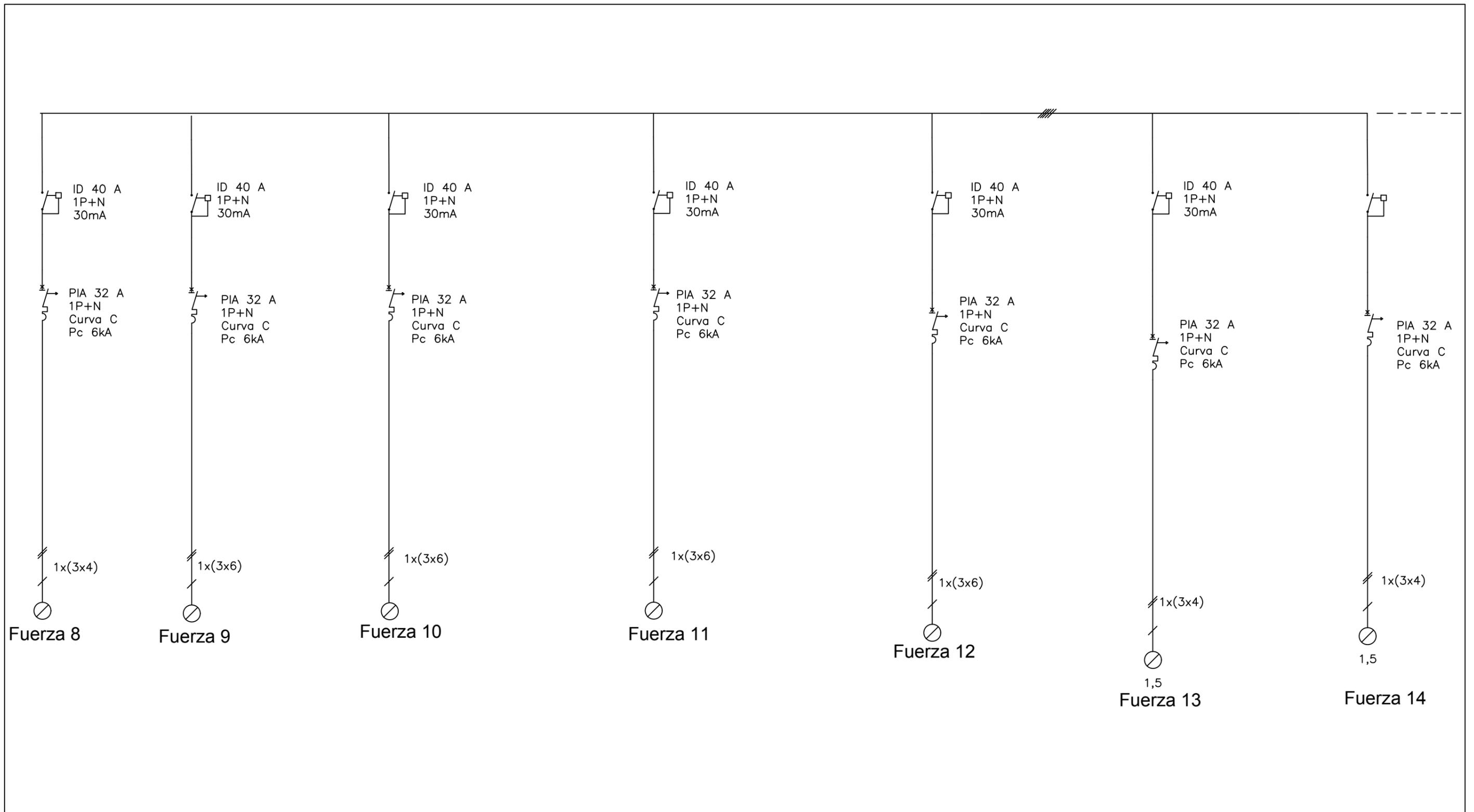
Nombre: Javier Rubio Rodríguez  
Curso: 4ºIEA



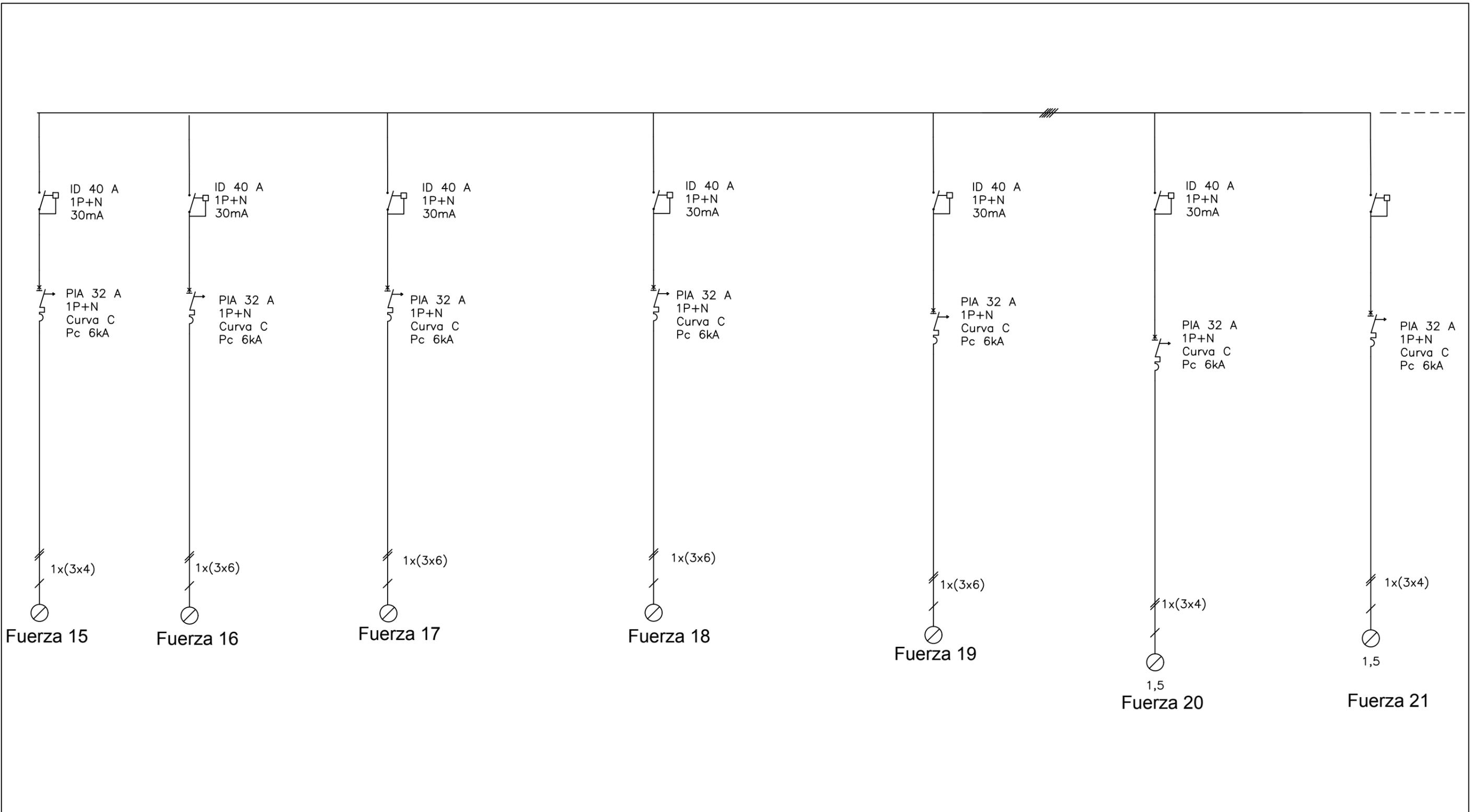
	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	<b>Esquema unifilar          Instalación de enlace</b>			Lámina nº 6
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez Curso: 4ºIEA



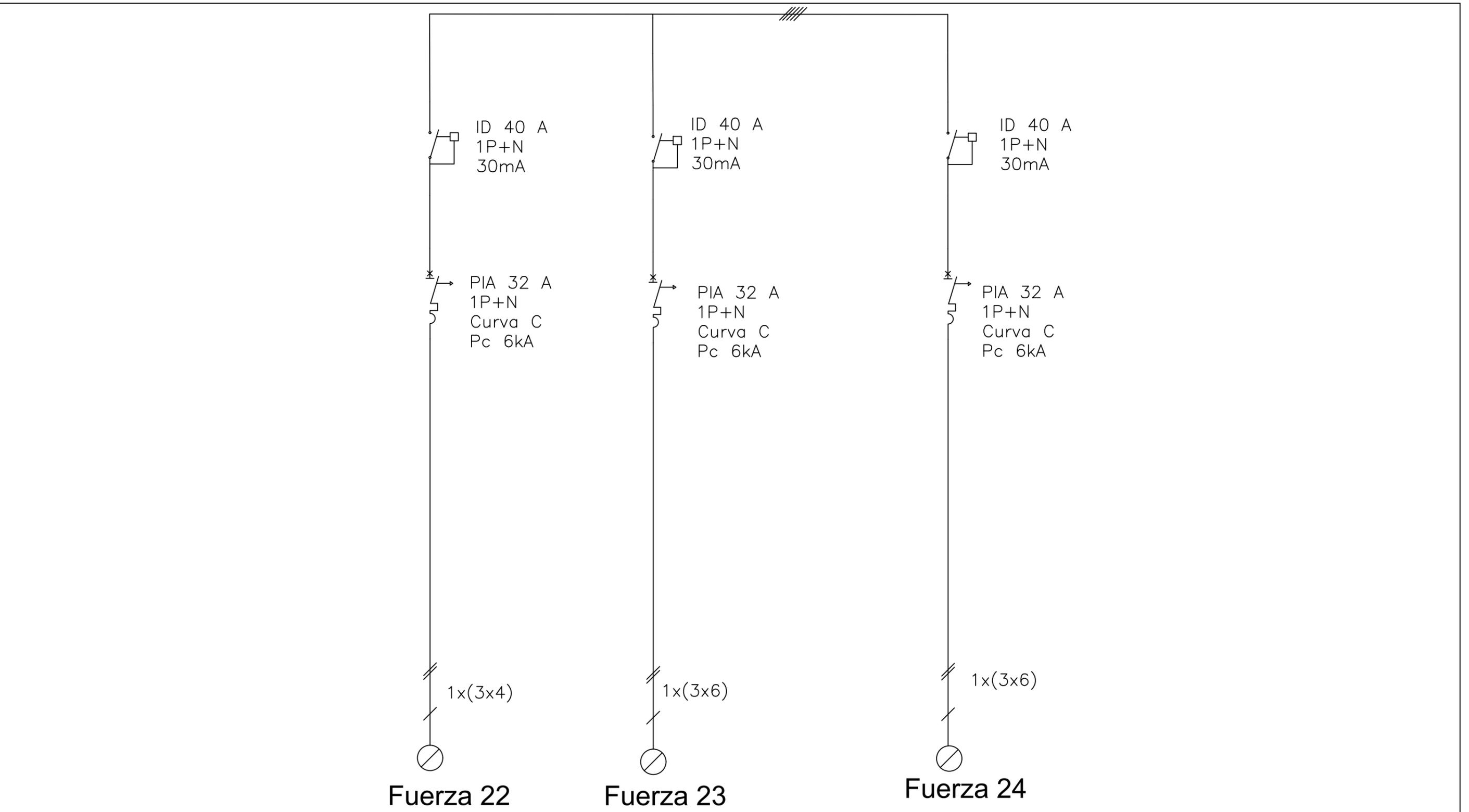
	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar CG1			Lámina nº 7
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez
				Curso: 4ºIEA



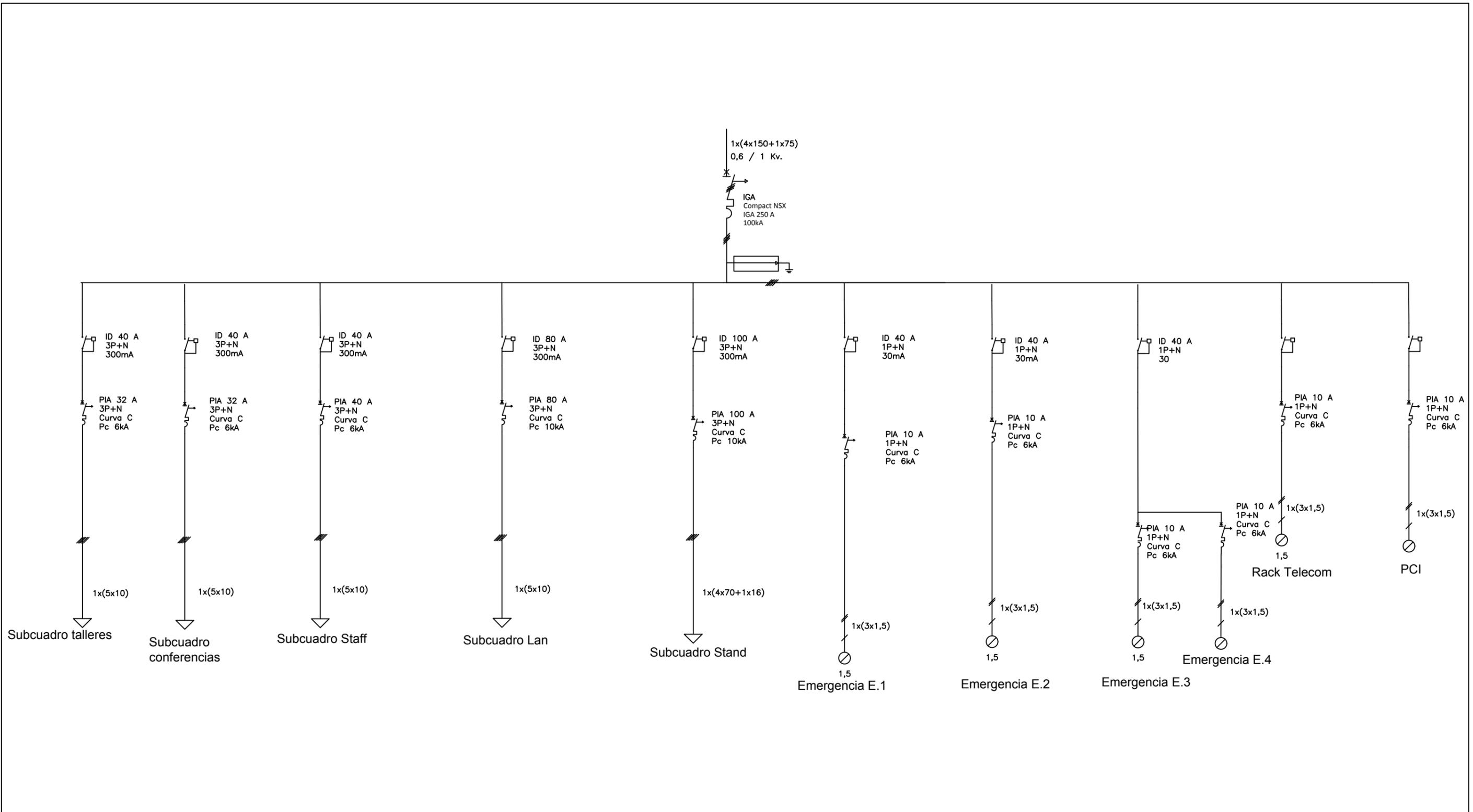
	Fecha:	Nombre:	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez	
Comprobado:			
id normas:	UNE-EN-DIN		
Escala:	Esquema unifilar CG1		Lámina nº 8
			Nombre: Javier Rubio Rodríguez
			Curso: 4ºIEA



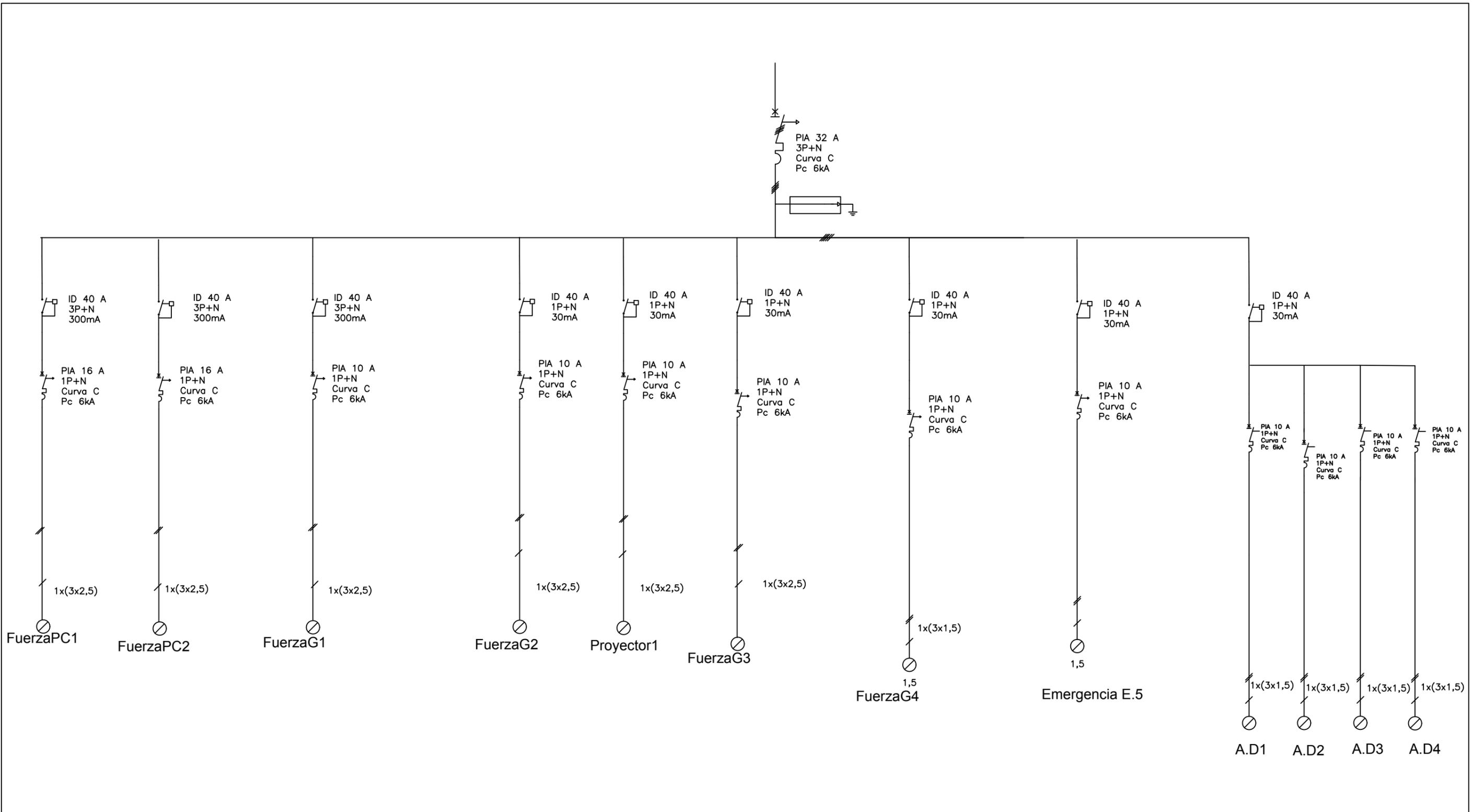
	Fecha:	Nombre:	 <b>Universidad de La Laguna</b>	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar CG1			Lámina nº 9
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez
				Curso: 4ºIEA



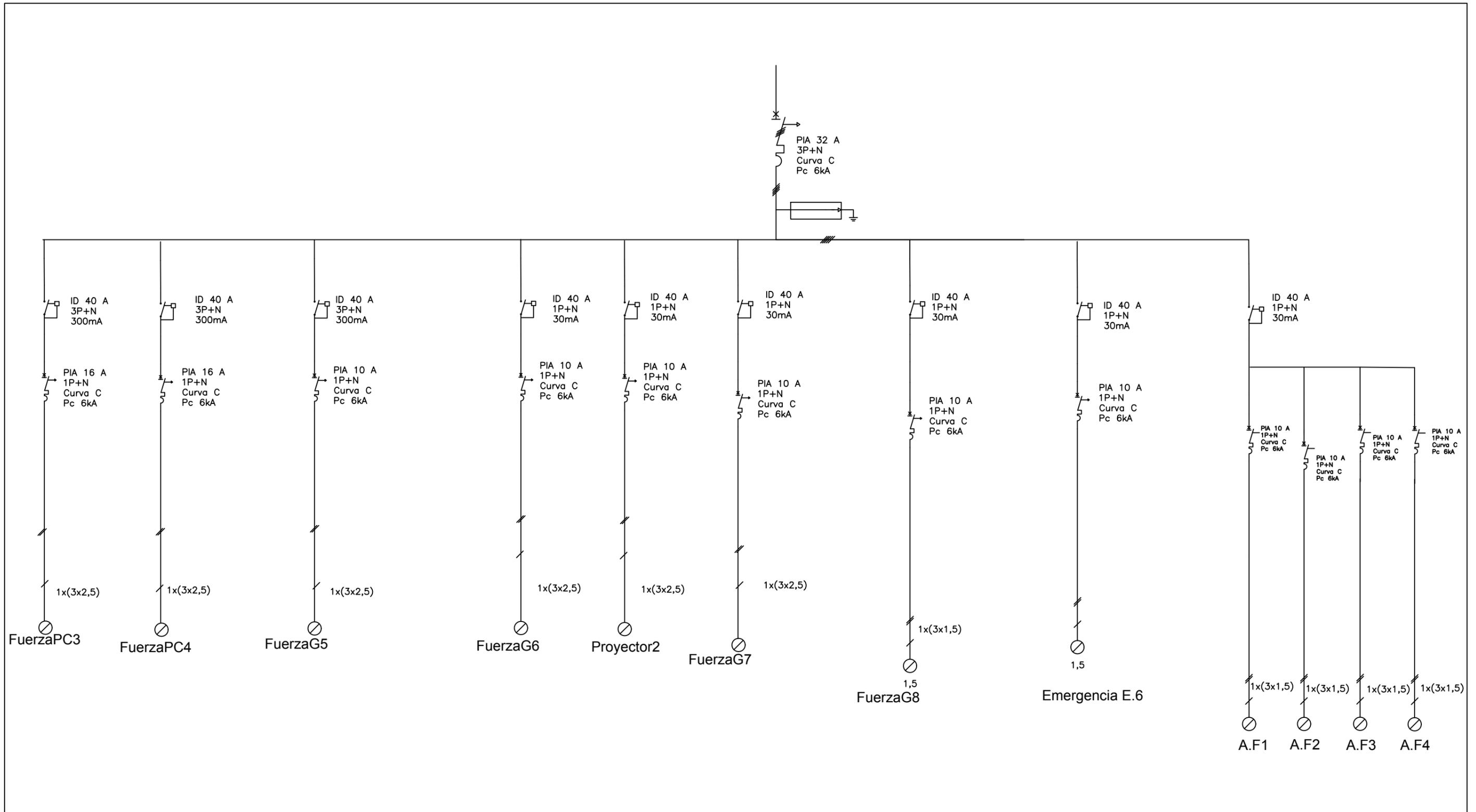
	Fecha:	Nombre:	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez	
Comprobado:			
id normas:	UNE-EN-DIN		
Escala:	Esquema unifilar CG1		Lámina nº 10
			Nombre: Javier Rubio Rodríguez
			Curso: 4ºIEA



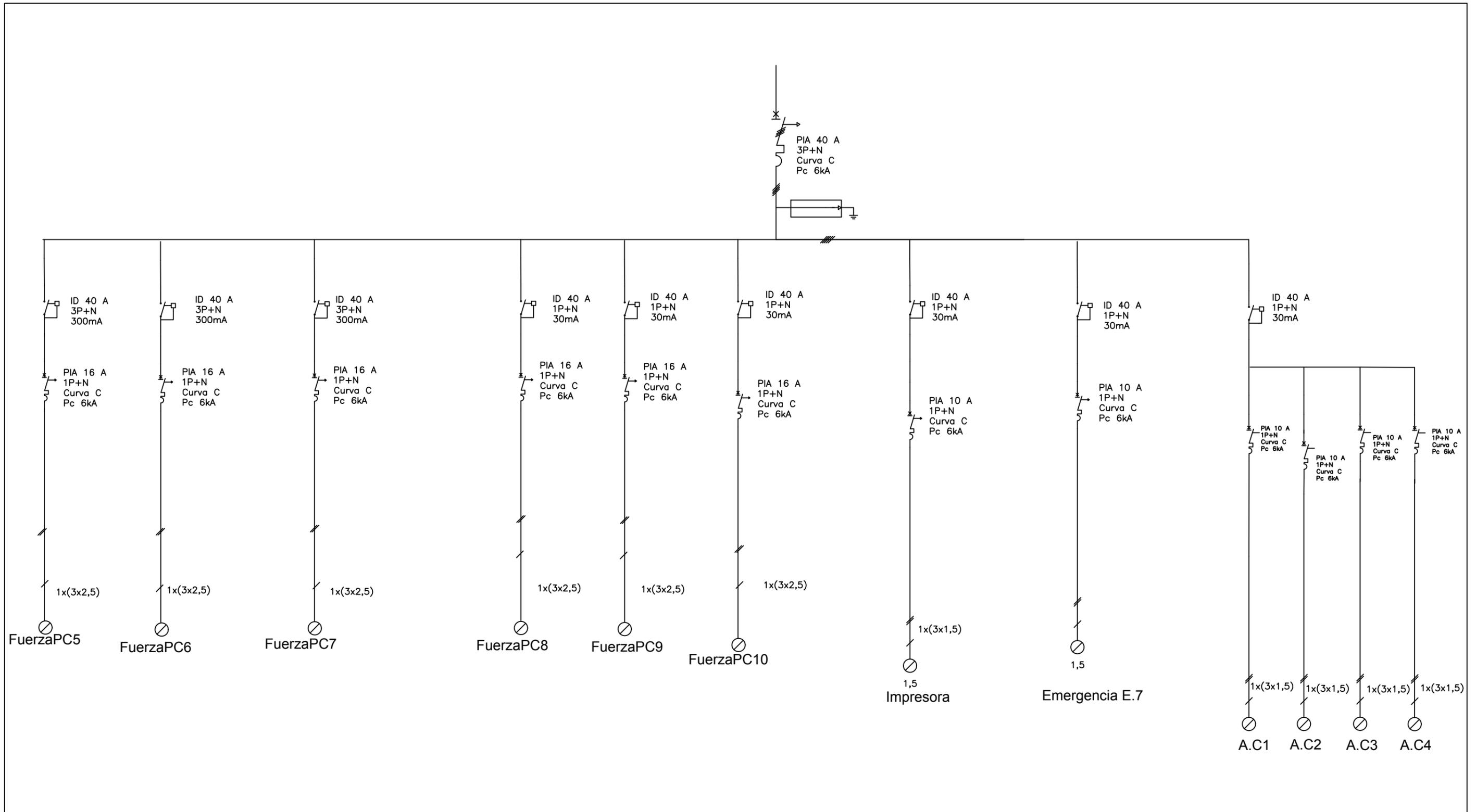
	Fecha:	Nombre:	 <b>Universidad de La Laguna</b>	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar CG2			Lámina nº 11
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez
				Curso: 4ºIEA



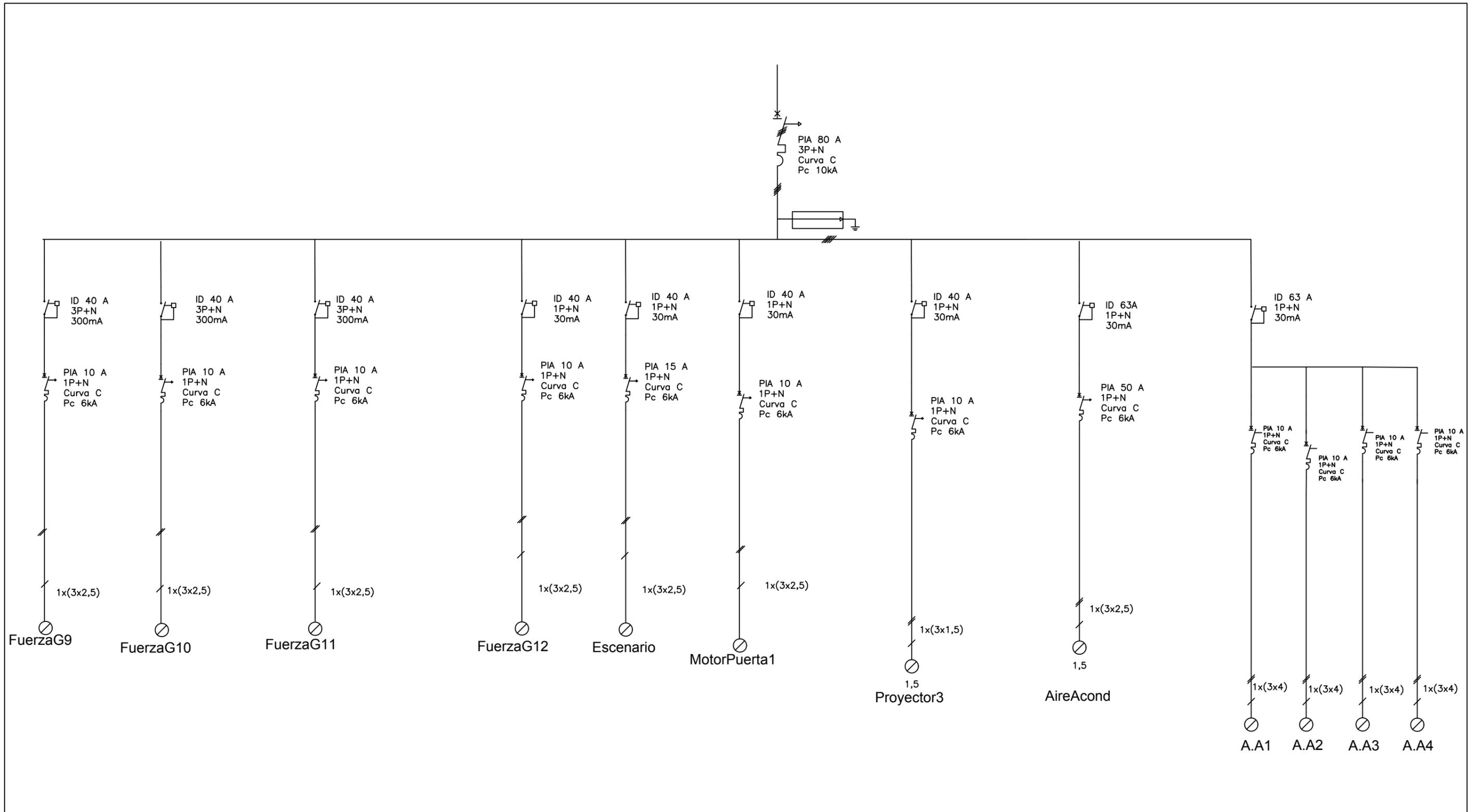
	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar subcuadro taller			Lámina nº 12
			Nombre:	Javier Rubio Rodríguez
			Curso:	4ºIEA



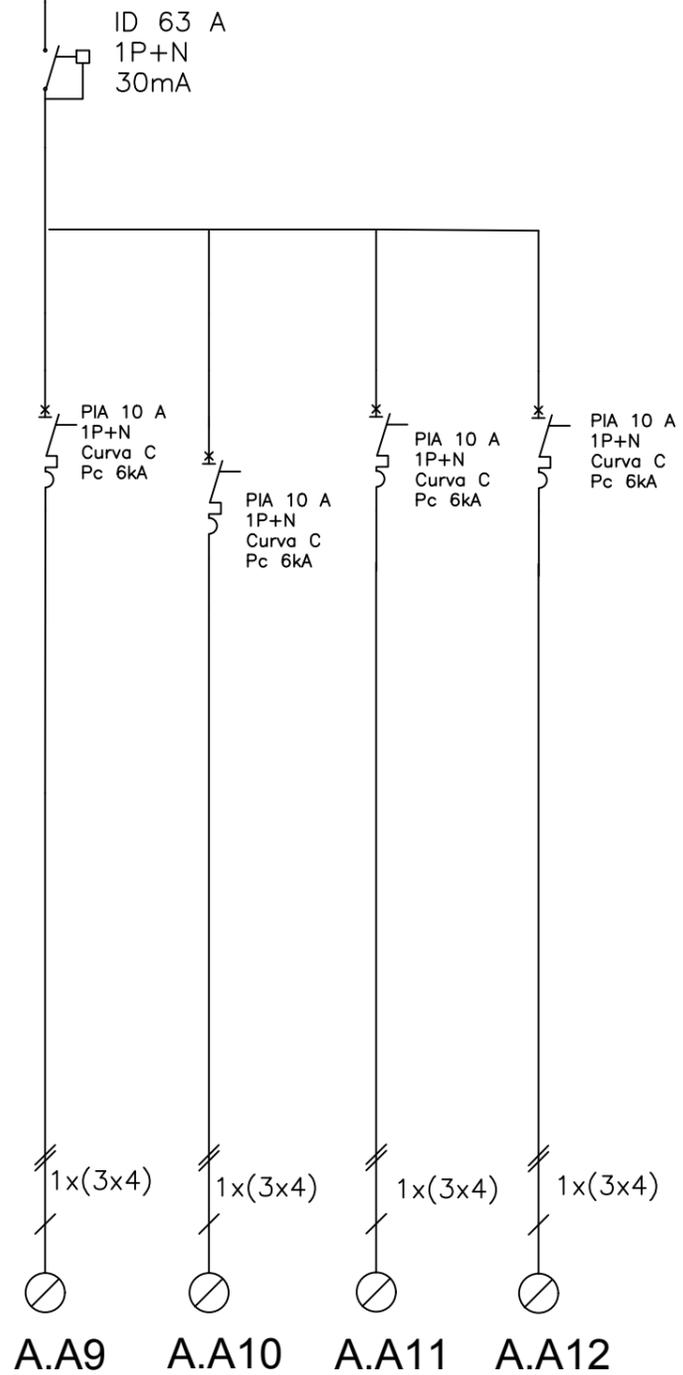
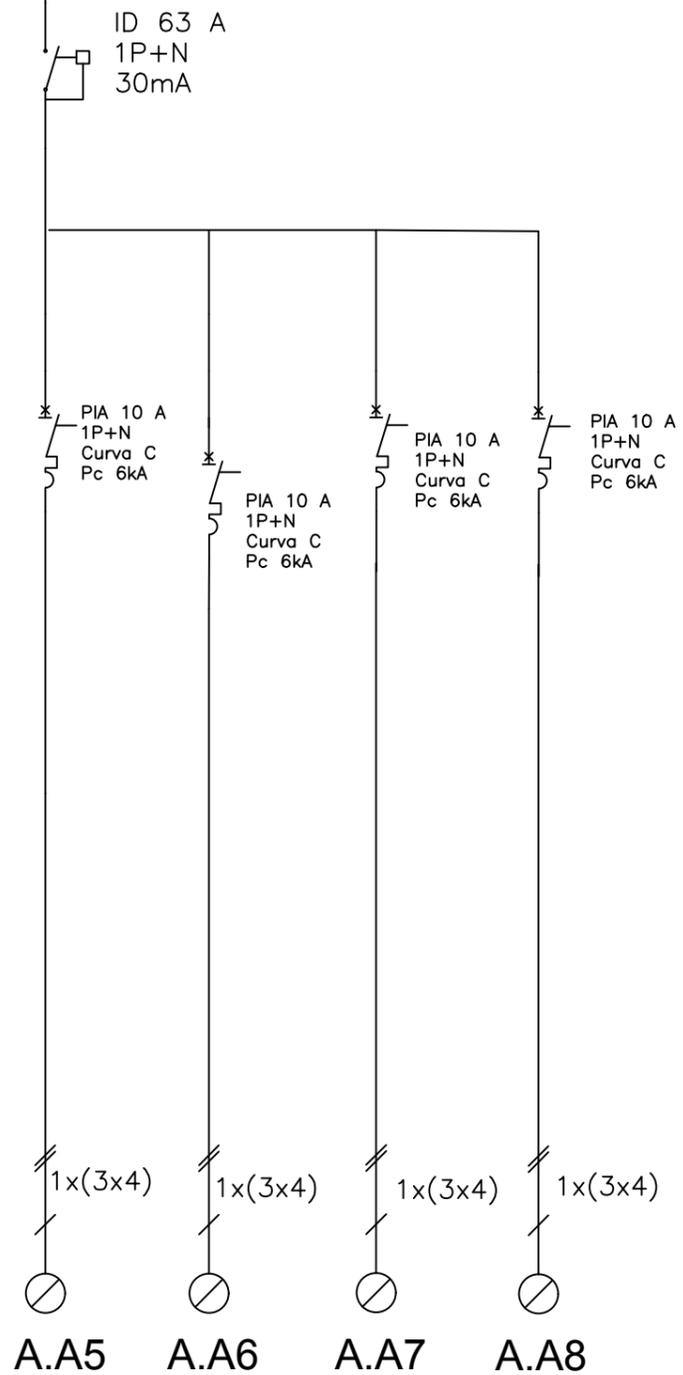
	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar subcuadro conferencia			Lámina nº 13
			Nombre:	Javier Rubio Rodríguez
			Curso:	4ºIEA



	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	<b>Esquema unifilar subcuadro staff</b>			Lámina nº 14
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez Curso: 4ºIEA



	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	<b>Esquema unifilar subcuadro Lan 1</b>			Lámina nº 15
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez
				Curso: 4ºIEA



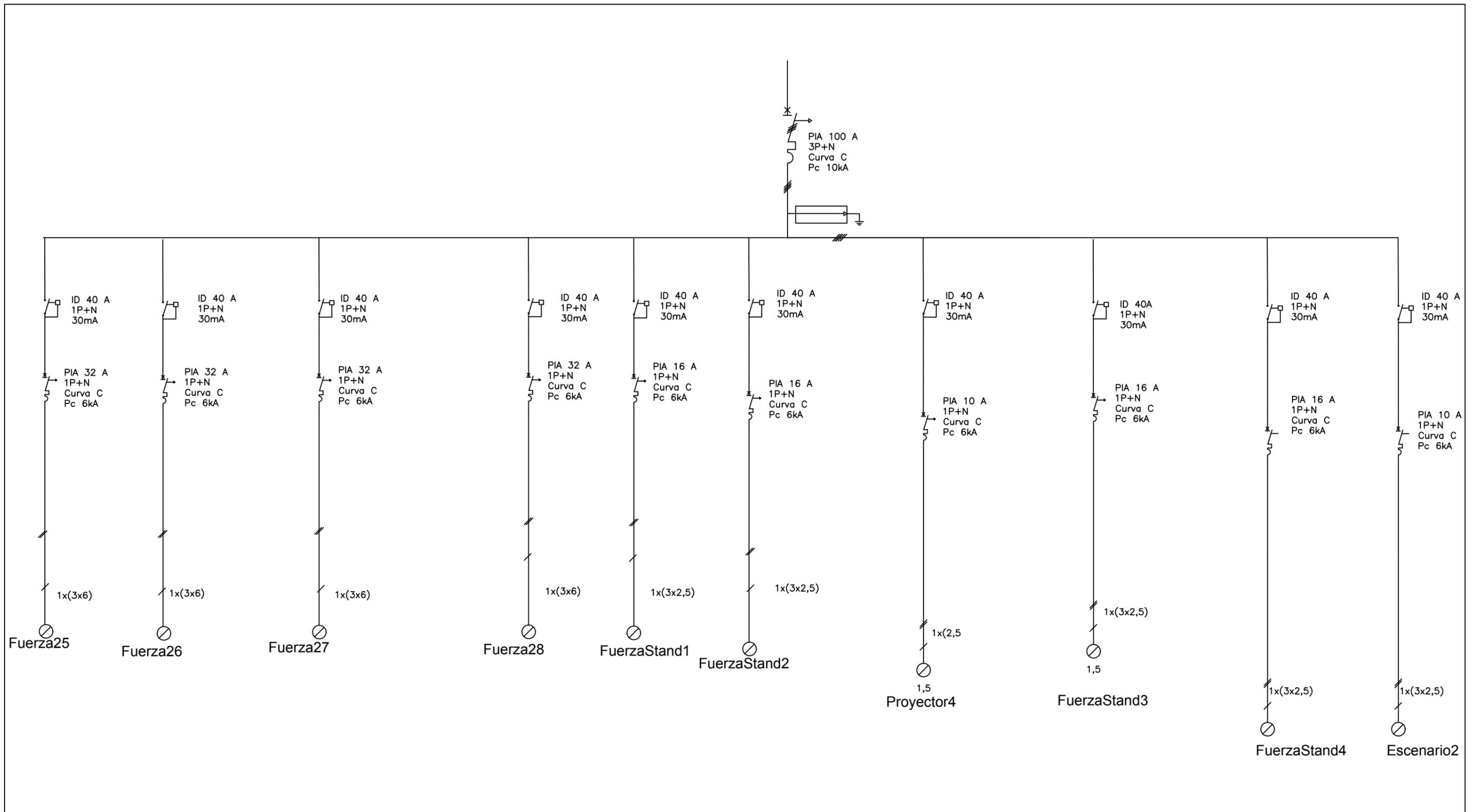
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez
Comprobado:		
id normas:	UNE-EN-DIN	



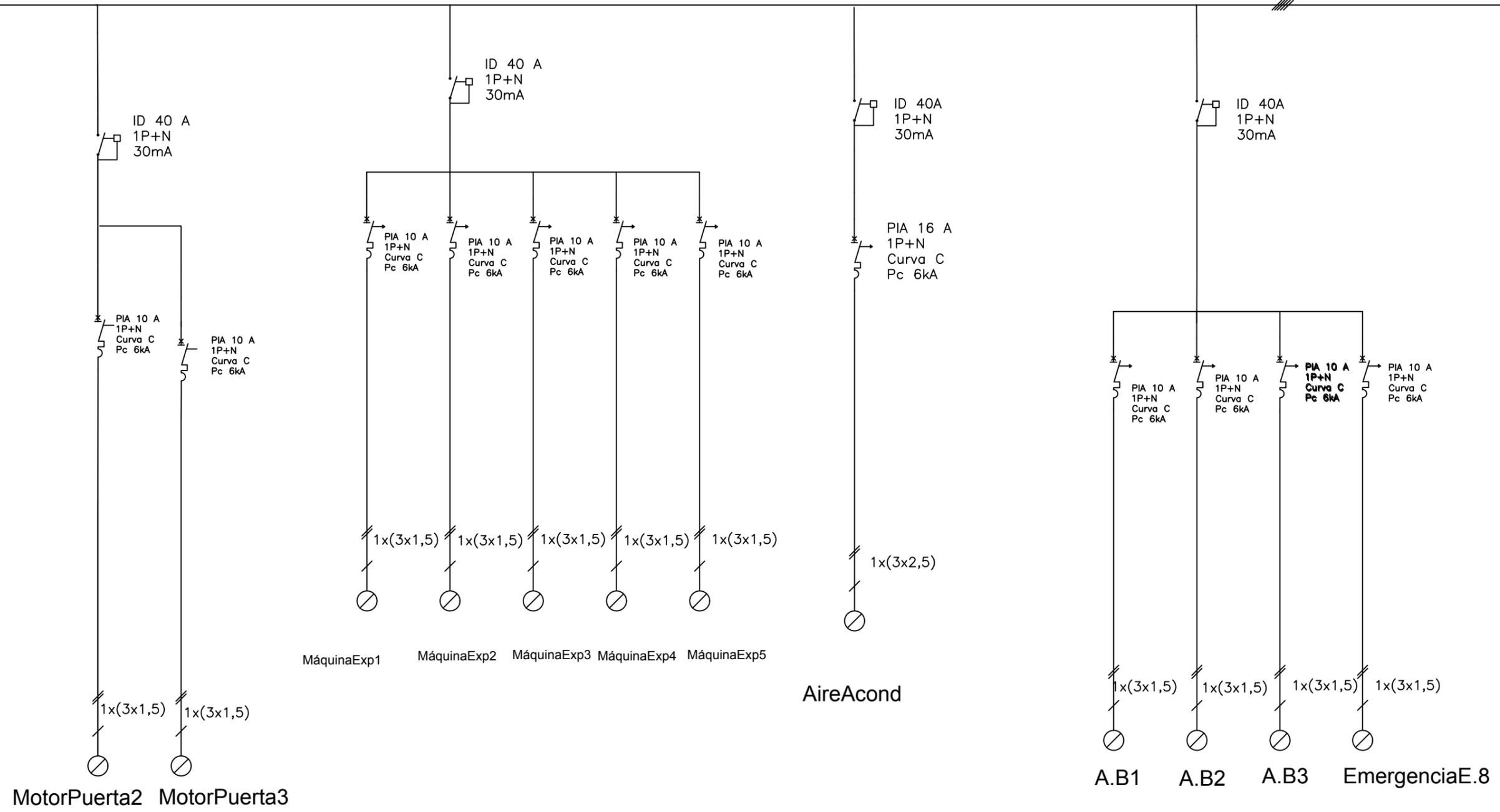
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
 Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

Esquema unifilar subcuadro Lan 2

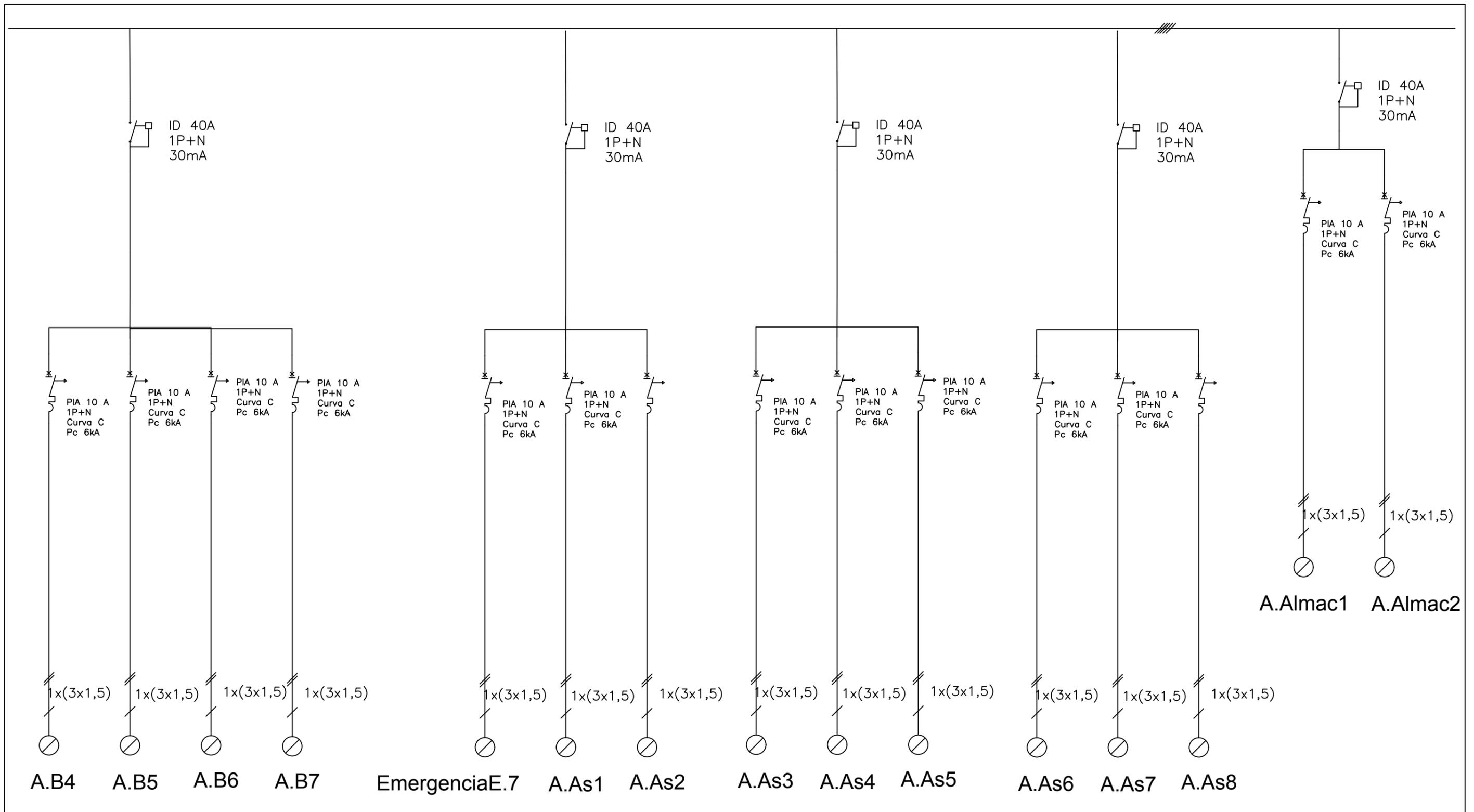
Lámina nº 16  
 Nombre: Javier Rubio Rodríguez  
 Curso: 4ºIEA



	Fecha:	Nombre:		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	<b>Esquema unifilar subcuadro Stand 1</b>			Lámina nº 17
			Nombre:	Javier Rubio Rodríguez
			Curso:	4ºIEA



	Fecha:	Nombre:	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez	
Comprobado:			
id normas:	UNE-EN-DIN		
Escala:	Esquema unifilar subcuadro Stand 2		Lámina nº 18
			Nombre: Javier Rubio Rodríguez
			Curso: 4ºIEA



	Fecha:	Nombre:	 <b>Universidad de La Laguna</b>	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
Dibujado:	1/Junio/2016	Javier Rubio Rodríguez		
Comprobado:				
id normas:	UNE-EN-DIN			
Escala:	Esquema unifilar subcuadro Stand 3			Lámina nº 19
				Nombre: Javier Rubio Rodríguez
				Curso: 4ºIEA

## **Parte VII. Pliego de condiciones**

# Índice de Pliego de condiciones

<b>Capítulo 1. Objeto.....</b>	<b>229</b>
<b>Capítulo 2. Normativa y campo de aplicación .....</b>	<b>230</b>
<b>Capítulo 3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Baja Tensión .....</b>	<b>231</b>
3.1 Condiciones generales .....	231
3.2 Canalizaciones eléctricas .....	231
3.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores .....	231
3.2.2 Conductores aislados enterrados .....	235
3.2.3 Conductores aislados en el interior de la construcción .....	235
3.2.4 Conductores aislados bajo canales protectoras .....	236
3.2.5 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	237
3.2.6 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas ...	237
3.2.7 Accesibilidad a las instalaciones .....	238
3.3 Conductores .....	238
3.3.1 Materiales .....	238
3.3.2 Dimensionado .....	239
3.3.3 Identificación de las instalaciones .....	240
3.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	240
3.4 Cajas de empalme .....	240
3.5 Mecanismos y tomas de corriente .....	241
3.6 Apartamiento de mando y protección .....	241
3.6.1 Cuadros eléctricos .....	241
3.6.2 Interruptores automáticos .....	243
3.6.3 Guardamotores .....	243
3.6.4 Fusibles .....	244
3.6.5 Interruptores diferenciales .....	244
3.6.6 Seccionadores .....	245
3.6.7 Embarrados .....	245
3.6.8 Prensaestopas y etiquetas .....	246
3.7 Receptores de alumbrado .....	246
3.8 Receptores a motor .....	247
3.9 Puestas a tierra .....	247
3.9.1 Uniones a tierra .....	248
3.10 Inspecciones de prueba en fábrica .....	250
3.11 Control .....	250
3.12 Seguridad .....	251
3.13 Limpieza .....	251
3.14 Mantenimiento .....	252
3.15 Criterios de medición .....	252
<b>Capítulo 4. Condiciones económicas .....</b>	<b>253</b>

4.1 Composición de los precios unitarios .....	253
4.2 Precio de contrata. Importe de contrata .....	254
4.3 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores .....	254
4.4 Relaciones valoradas y certificaciones.....	254
4.5 Pagos.....	255
4.6 Demora de los pagos.....	255
4.7 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios .....	255
4.8 Unidades de obras defectuosas pero aceptables.....	256
4.9 Seguro de las obras.....	256
4.10 Conservación de la obra .....	256
4.11 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario .....	257

## **Capítulo 5. Condiciones de índole facultativo ..... 258**

5.1 Técnico director de obra .....	258
5.2 Constructor o instalador .....	258
5.3 Verificación de los documentos del proyecto .....	259
5.4 Replanteo.....	259
5.5 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	259
5.6 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	260
5.7 Trabajos defectuosos.....	260
5.8 Materiales no utilizables.....	260
5.9 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	260
5.10 Limpieza de las obras .....	261
5.11 Documentación final de la obra .....	261
5.12 Certificado de dirección y finalización de obra .....	261
5.13 Certificado de instalación .....	261
5.14 Libro de órdenes .....	262

## Capítulo 1. Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores en Baja Tensión, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, así como la ORDEN de 16 de Abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

## Capítulo 2. Normativa y campo de aplicación

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la instalación eléctrica interior en BT, las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

## Capítulo 3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en Baja Tensión

### 3.1 Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y deben reunir las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción, así como las normas UNE del Reglamento de Baja Tensión en la REBT-ITC-BT-02 que sean de aplicación

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 entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

### 3.2 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos.

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.

#### 3.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).  
Los tubos se clasifican 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.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

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 los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN

50.86 -2-4. 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.

- **Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.**

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de Instalación y servicio	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	½	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado $15^\circ$
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 24. Características mínimas para los tubos en canalizaciones aéreas

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a  $16 \text{ mm}^2$ .

- **Tubos en canalizaciones enterradas.**

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
----------------	--------	-------

Resistencia a 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	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
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

Tabla 25. . Características mínimas para los tubos en canalizaciones enterradas

**Notas:**

- NA: No aplicable.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

**Instalación:**

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.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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.

### 3.2.2 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### 3.2.3 Conductores aislados en el interior de la construcción

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

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

### 3.2.4 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos. La mayor parte de nuestra instalación contará con este tipo de canales protectoras, siendo el método básico de instalación de nuestro recinto.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	Dimensión del lado mayor < 16 mm	Dimensión del lado mayor > 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/Aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4. No inferior a 2	4. No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	

Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
--	---------------

Tabla 26. Características de las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

### 3.2.5 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.

### 3.2.6 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.

### 3.2.7 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.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

## 3.3 Conductores

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

### 3.3.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal (instalación interior)
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
  - Instalación: Al aire o bandeja perforada (Método tipo E)
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: multipolar
  - Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.

- Tensión de prueba: 4.000 V.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño.

La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

### 3.3.2 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 ITC- BT-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. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, 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, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 3.3.3 Identificación de las instalaciones

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.

### 3.3.4 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:

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

Tabla 27. Valores mínimos de la resistencia de aislamiento

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.

## 3.4 Cajas de empalme

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.

### 3.5 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 °C 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.

### 3.6 Apartamenta de mando y protección

#### 3.6.1 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).

Cada circuito en salida de 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 adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

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.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

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.

### 3.6.2 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 sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas 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. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### 3.6.3 Guardamotores

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

### 3.6.4 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

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 contruidos 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. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### 3.6.5 Interruptores diferenciales

1º La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- **Protección por aislamiento de las partes activas.**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- **Protección por medio de barreras o envolventes.**

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda

de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

- **Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.**

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º) 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. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a 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).

### 3.6.6 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

### 3.6.7 Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

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 una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

### 3.6.8 Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

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.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

## 3.7 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

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.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE- EN 50.107.

### 3.8 Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

### 3.9 Puestas 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 instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno 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 sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 3.9.1 Uniones a tierra

#### **Tomas de tierra.**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### **Conductores de tierra.**

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

Tabla 28. Características de los conductores de tierra enterrados

\* 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.

### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- 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.

### Conductores 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:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 29. Sección mínima de los conductores de protección

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 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o

- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### 3.10 Inspecciones de prueba en fábrica

La aparatamenta 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 Mohm.
- 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 y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

### 3.11 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

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.

### 3.12 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.

### 3.13 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.

### 3.14 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.

### 3.15 Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## Capítulo 4. Condiciones económicas

### 4.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA (en nuestro caso IGIC) gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## 4.2 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## 4.3 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## 4.4 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta

al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

## 4.5 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## 4.6 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## 4.7 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

## 4.8 Unidades de obras defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## 4.9 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## 4.10 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales,

muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### **4.11 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

# Capítulo 5. Condiciones de índole facultativo

## 5.1 Técnico director de obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

## 5.2 Constructor o instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas

preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### 5.3 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### 5.4 Replanteo

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### 5.5 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

## 5.6 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## 5.7 Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

## 5.8 Materiales no utilizables

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

## 5.9 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

## 5.10 Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## 5.11 Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

## 5.12 Certificado de dirección y finalización de obra

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

## 5.13 Certificado de instalación

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

## 5.14 Libro de órdenes

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971

## Parte VIII. Presupuesto

---

# Índice de Presupuesto

Capítulo 1. Objeto.....	265
Capítulo 2. Presupuesto por capítulos.....	266

## Capítulo 1. Objeto

En primer lugar, se definirán las dimensiones de cada unidad de obra, siendo esta cada uno de los componentes en los cuales se puede descomponer una obra, a efectos de medición y valoración. En un sentido más general la unidad de obra es el elemento de la obra que, conceptualmente, puede separarse del resto por su localización o características

Una unidad de obra se compone de:

- Código de la unidad de obra
- Unidad de medida: (metro lineal, unidades, horas, porcentaje)
- Descripción de la unidad de obra
- Descomposición de la unidad de obra
- Mano de obra
- Maquinaria
- Unidades de obra auxiliares

Además, se aplicará un coste adicional referido a los costes indirectos y medios auxiliares de cada capítulo. Este coste adicional supone generalmente un 2% del precio total para el caso de costes indirectos (comunicaciones, gastos temporales, imprevistos..) y un 3% para medios auxiliares (plataformas de carga y descarga, escaleras..).

Finalmente, calcularemos el presupuesto de ejecución material que corresponde a la suma de los costes de todas las unidades de obra (capítulos) que incluye el proyecto. Para averiguar el coste final de nuestro proyecto, tendremos que calcular finalmente el presupuesto de ejecución por contrata, siendo este la suma del presupuesto de ejecución material más los Gastos Generales de Estructura y el Beneficio Industrial de la empresa que se adjudicará la obra, y el impuesto de valor añadido, en nuestro caso el IGIC.

## Capítulo 2. Presupuesto por capítulos

### Primer Capítulo: instalación de maquinaria

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
M01	ud	Impresora RICOH Aficio MP C3002 Multifuncional monocromático y a todo color	1	1.350,00 €	1.350,00 €
M02	ud	Benq MS527 3300 Lúmens DLP SVGA	4	285,00 €	1.140,00 €
M03	ud	704404 MOTOR PUERTA CORREDERA XP 300 1 Kit contiene: 1 motor de 12V, 4 m de cremallera, 1 mando a distancia, 1 luz intermitente y kit de tornillos para fijación	3	290,00 €	870,00 €
M04	ud	Malone PW-2522 Par de Altavoces PA 2x Subwoofer 38cm (15") 3000W	6	250,00 €	1.500,00 €
M05	ud	Aire acondicionado Mitsubishi Electric PEZS-71VJA	2	1.375,00 €	2.750,00 €
M06	ud	PlayStation4, Xbox One, Realidad Virtual.	8	300,00 €	2.400,00 €
M07	ud	PC sobremesa i7	36	1.000,00 €	36.000,00 €
M08	ud	Máquina comida caliente Jofemar Gourmet	5	3.900,00 €	19.500,00 €
M09	ud	Arduino Kit inicio	5	55,00 €	275,00 €
M010	ud	Regletas 16 y 32A, cables, clavijas RJ45, pantallas	1	500,00 €	500,00 €
MA	%	Medios auxiliares	2	66.285 €	1.325,70 €
CI	%	Costes indirectos	3	66.285 €	1.988,55 €
				<b>Total:</b>	<b>69.599,25 €</b>

Tabla 30. Presupuesto: Primer Capítulo

### Segundo Capítulo: Instalación de luminarias

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
L1/871150000359100	ud	PHILIPS TBS 460 2xTL5-25W	52	236,00 €	12.272,00 €
L2	ud	PHILIPS TBS 460 2xTL5-80W	82	300,00 €	24.600,00 €
L3/871150000411600	ud	PHILIPS TCS 460 2xTL5-49W	35	257,00 €	8.995,00 €
L4	ud	PHILIPS FBH058 2xPL-18W	35	96,55 €	3.379,25 €
L5	ud	PHILIPS FBS120 1X18W	20	56,55 €	1.131,00 €
L6	ud	HYDRA LD N3	47	45,00 €	2.115,00 €

MA	%	Medios auxiliares	2	52.492,25 €	1.049,85 €
CI	%	Costes indirectos	3	52.492,25 €	1.574,77 €
				<b>Total:</b>	<b>55.116,86 €</b>

Tabla 31. Presupuesto: Segundo Capítulo

### Tercer Capítulo: Instalación eléctrica e interior

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
IE01	m.l	Línea acometida 1 1x(4x150)mm+1x(1x75)mm, AFUMEX Cu aislamiento XLPE, RZ1-K 0,6-1KV, p.p de terminales, incluyendo canalización conexionado y material	5	17,47 €	87,35 €
IE02	m.l	Línea acometida 2 1x(4x150)mm+1x(1x75)mm, AFUMEX Cu aislamiento XLPE, RZ1-K 0,6-1KV, p.p de terminales, incluyendo canalización conexionado y material	5	17,47 €	87,35 €
IE03	m.l	Línea derivación individual 1 1x(4x150)mm+1x(1x75)mm, AFUMEX Cu aislamiento XLPE, RZ1-K 0,6-1KV, p.p de terminales, incluyendo canalización conexionado y material	10	17,47 €	174,70 €
IE04	m.l	Línea derivación individual 2 1x(4x150)mm+1x(1x75)mm, AFUMEX Cu aislamiento XLPE, RZ1-K 0,6-1KV, p.p de terminales, incluyendo canalización conexionado y material	15	17,47 €	262,05 €
IE05	m.l	Cable unipolar de cobre, 1,5mm <sup>2</sup> H07Z1-K(AS) XLPE, 450-750V	2000	0,14 €	280,00 €
IE06	m.l	Cable unipolar de cobre, 2,5mm <sup>2</sup> H07Z1-K(AS) XLPE, 450-750V	1500	0,24 €	360,00 €
IE07	m.l	Cable unipolar de cobre, 4mm <sup>2</sup> H07Z1-K(AS) XLPE, 450-750V	800	0,37 €	296,00 €
IE08	m.l	Cable unipolar de cobre, 6mm <sup>2</sup> H07Z1-K(AS) XLPE, 450-750V	700	0,58 €	406,00 €
IE09	m.l	Cable unipolar de cobre, 10mm <sup>2</sup> H07Z1-K(AS) XLPE, 450-750V	200	0,99 €	198,00 €
IE10	ud	Interruptor/Conmutador NIESSEN ZENIT	40	5,39 €	215,60 €
IE11	ud	Base SCHUKO 2P+T 16A	30	4,00 €	120,00 €
IE12	ud	Base SCHUKO 2P+T 32A	26	9,99 €	259,74 €
IE13	ud	Tomas RJ45	20	8,00 €	160,00 €

IE14	ud	Cajas de derivación para receptores. Caja estanca superficie rectangular	300	6,21 €	1.863,00 €
IE15	ud	Caja fuerza suelo	6	297,00 €	1.782,00 €
IE16	ud	Caja fuerza mesa de conferencias	6	200,00 €	1.200,00 €
IE17/DC78012	ud	Conjunto de protección y medida TMF10 para suministros individuales mayores de 15 kW, desde 200A hasta 400A en acometidas trifásicas. Envoltente fabricada en poliéster prensado en caliente, reforzado con fibra de vidrio, 3 Bases fusibles seccionables en carga de tamaño 3, hasta 630A. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo	2	1.000,00 €	2.000,00 €
IE18	ud	Picas de tierra 2m de longitud	13	14,90 €	193,70 €
IE19	m	Conductor anillo de cobre	250	2,80 €	700,00 €
IE20	ud	Ud. de Cuadro General de Baja Tensión, de SCHNEIDER o similar, con puertas metacrilato, cerradura y grado de protección IP-30. Totalmente colocado, conexionado y funcionando perfectamente. Armarios de chapa, tipo Prisma PH, de 800 x 800 x 2.100 mm., totalmente equipados, con puerta transparente. Aparatación según esquema unifilar todo marca SCHNEIDER. Se incluye batería de condensadores marca Schneider equipada con filtro de armónicos, con protecciones, y todos los elementos necesarios para su montaje y su correcto funcionamiento. Conexionado a interruptores automáticos	2	6.000,00 €	12.000,00 €
IE21	ud	Ud. de Subcuadro eléctrico de SCHNEIDER o similar, armario de chapa, tipo Prisma, con puertas metacrilato, cerradura y grado de protección IP-30. Aparatación según esquema unifilar. Marca SCHNEIDER. Embarrado de pletina de cobre para distribución de energía en el cuadro. Cableado de cobre para circuitos de potencia.	3	1.500,00 €	4.500,00 €

IE22	ud	Ud. de Subcuadro eléctrico de SCHNEIDER o similar, armario de chapa, tipo Prisma, con puertas metacrilato, cerradura y grado de protección IP-30. Aparamenta según esquema unifilar. Marca SCHNEIDER. Embarrado de pletina de cobre para distribución de energía en el cuadro. Cableado de cobre para circuitos de potencia.	2	3.000,00 €	6.000,00 €
IE23	ud	Arqueta de registro tipo A2 para conexionado de electricidad en exteriores, de medidas libres interiores 46x71x70 cm. Incluyendo excavación en zanja realizada con bloque hueco de hormigón vibrado de 9x25x50 cm, enfoscada y gruñida interiormente, con tapa y marco de hierro fundido normalizado de 710x400mm con fondo de arena totalmente ejecutada y acabada según Norma Endesa 7-2A	2	285,00 €	570,00 €
IE24	m	Bandeja metálica 600x60, construida en chapa de acero REJIBAND o similar. Incluye parte proporcional de soportes, tapas y piezas para su correcto montaje	300	45,00 €	13.500,00 €
IE25	m	Bandeja metálica 300x60, Construida en chapa de acero REJIBAND o similar. Incluye parte proporcional de soportes, tapas y piezas para su correcto montaje	300	27,70 €	8.310,00 €
MA	%	Medios auxiliares	2	55.525 €	1.110,51 €
CI	%	Costes indirectos	3	55.525 €	1.665,76 €
				<b>Total:</b>	<b>58.301,76 €</b>

Tabla 32. Presupuesto: Tercer Capítulo

### Cuarto Capítulo: instalación de telecomunicación

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
T01	ud	Rack Soimer Telecomunicaciones 600x900. Puerta con cristal de seguridad. Fácil acceso	1	405,00 €	405,00 €
T02	ud	Servidores	2	400,00 €	800,00 €
T03	m.l	Latiguillo de Telecomunicaciones, Cable,RJ-45 Jack	50	8,42 €	421,00 €
T04	m.l	Cable UTP CAT5e	1500	0,17 €	255,00 €

T05	m.l	Cable UTP CAT6	500	0,40 €	200,00 €
T06	ud	Router VPN Gigabit, asegura una conexión de red de alta velocidad, segura y fiable	1	182,95 €	182,95 €
T07	ud	Switch central Planet GSW-1600HP 16 bocas	1	315,00 €	315,00 €
T08	ud	Switch 28 bocas D-link DGS-1210 28-Port	7	360,00 €	2.520,00 €
T09	ud	Switch de 16 bocas TP-LINK-16-Port	1	79,90 €	79,90 €
T10	ud	Crimpadora cable de redes rj45	5	15,00 €	75,00 €
T11	ud	Clavijas RJ45	300	5,34 €	1.602,00 €
T12	ud	Testeador de red RJ45	2	10,25 €	20,50 €
MA	%	Medios auxiliares	2	6.876 €	137,53 €
CI	%	Costes indirectos	3	6.876 €	206,29 €
				<b>Total</b>	<b>7.220,17 €</b>

Tabla 33. Presupuesto: Cuarto Capítulo

### Quinto Capítulo: instalación contra incendios

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
CI01	ud	Pulsadores manuales contra incendios PFE-L/B Prodein	4	23,80 €	95,20 €
CI02	ud	Sirena interior marca Prodein 100dB	2	167,00 €	334,00 €
CI03	ud	Detector óptico de humo	47	48,62 €	2.285,14 €
CI04	ud	Extintor polvo ABC Eficacia 21A	12	42,20 €	506,40 €
CI05	ud	Señalizaciones de equipos contra incendios (Placas de salida de emergencia y puntos de seguridad) Medidas normalizadas 210x210	18	5,00 €	90,00 €
MA	%	Medios auxiliares	2	3.311 €	66,21 €
CI	%	Costes indirectos	3	3.311 €	99,32 €
				<b>Total</b>	<b>3.476,28 €</b>

Tabla 34. Presupuesto: Quinto Capítulo

### Sexto Capítulo: Protecciones

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
MO01	h	Oficial 1º instalador	5	18,33 €	91,65 €

MO02	h	Oficial 1º Albañilería	10	18,33 €	183,30 €
MO03	h	Oficial 1º electricista	40	17,82 €	712,80 €
MO04	h	Ayudante especialista	5	17,47 €	87,35 €
MO05	h	Ayudante electricista	30	15,00 €	450,00 €
MO06	h	Peón ordinario	40	15,00 €	600,00 €
				<b>Total</b>	<b>2.125,10 €</b>

Tabla 35. Presupuesto: Sexto Capítulo

## Séptimo Capítulo: Mano de obra

Código/Referencia	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe total
MO01	h	Oficial 1º instalador	5	18,33 €	91,65 €
MO02	h	Oficial 1º Albañilería	10	18,33 €	183,30 €
MO03	h	Oficial 1º electricista	40	17,82 €	712,80 €
MO04	h	Ayudante especialista	5	17,47 €	87,35 €
MO05	h	Ayudante electricista	30	15,00 €	450,00 €
MO06	h	Peón ordinario	40	15,00 €	600,00 €
				<b>Total</b>	<b>2.125,10 €</b>

Tabla 36. Presupuesto: Séptimo Capítulo

## Presupuesto por contrata y resumen

<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>201.439,00 €</b>
<b>Capítulos/Secciones</b>	<b>Total (€)</b>
Instalación de maquinaria	69.599,25 €
Instalación de luminarias	55.116,86 €
Instalación eléctrica/interior	58.301,76 €
Instalación de telecomunicación	7.220,17 €
Instalación PCI	3.476,28 €
Protecciones	5.599,58 €
Mano de obra	2.125,10 €
Beneficio industrial (6%)	12.086,34 €
Gastos generales (16%)	32.230,24 €
Impuesto IGIC (7%)	14.100,73 €
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>259.856,31 €</b>

Tabla 37. Presupuesto por contrata y resumen

El presupuesto final de la obra asciende a un total de DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SEIS CON TREINTA Y UNO EUROS.