



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

**PROYECTO DE INSTALACIÓN
ELÉCTRICA DE NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA A LA
FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS**

Alumno: David Expósito García
Tutor: Prof. D. Manuel Gómez González
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Junio, 2020.

RESUMEN.

En el presente proyecto se diseña y calcula la instalación eléctrica de una nave industrial situada en el polígono Guadiel, Guarromán (Jaén), cuya finalidad es la fabricación de carrocerías para vehículos pesados.

El diseño abarca el cálculo de conductores, protecciones, iluminación y tomas de fuerza necesarias que tendrá que tener la nave para un buen funcionamiento a nivel industrial.

Para la realización de los cálculos, se ha utilizado el reglamento electrotécnico de baja tensión, por lo que se hará referencia a este a lo largo del proyecto.

Los cálculos eléctricos han sido realizados a mano, utilizando como herramienta para el cálculo y exposición de resultados el programa Excel.

No obstante, se han comprobado que los resultados son correctos mediante el programa CIEBT de dmELECT, así como la utilización de dicho programa para la realización de los esquemas unifilares de nuestro proyecto.

El cálculo de la iluminación se ha realizado con ayuda del programa Dialux.

El proyecto constará de los siguientes documentos principales:

- Documento 1: Memoria descriptiva.
- Documento 2: Cálculos.
- Documento 3: Planos.
- Documento 4: Pliego de condiciones.
- Documento 5: Estudio básico de seguridad y salud.
- Documento 6: Presupuesto.
- Documento 7: Bibliografía.

Índice

RESUMEN.....	2
DOCUMENTO 1	
MEMORIA	8
1 Finalidad del proyecto	9
1.2 Datos del proyecto.....	9
1.2 Normativa	10
1.3 Características de la nave.....	11
1.4 Maquinaria instalada.....	11
1.5 Iluminación general nave industrial.....	12
1.5.1 Distribución iluminancia por zonas	14
1.5.1.1 Oficina 1	14
1.5.1.2 Oficina 2.	15
1.5.1.3 Entrada-sala de cuadros.	16
1.5.1.4 Aseos oficina.	17
1.5.1.5 Aseos personal de taller	18
1.5.1.6 Comedor.	18
1.5.1.7 Sala de exposiciones.	19
1.5.1.8 Almacén chapa.....	20
1.5.1.9 Almacén general.	21
1.5.1.10 Taller, área de trabajo.	21
1.5.2 Elección de luminarias.....	22
1.6 Previsión de cargas.	23
1.7 Cargas instaladas.....	23
1.7.1 Maquinaria instalada.	24
1.7.2 Alumbrado general.....	24
1.7.3 Alumbrado de emergencia.....	25
1.7.4 Tomas de fuerza.	26
1.8 Distribución de la instalación, cuadros y sub-cuadros.	26
1.9 Protecciones	36
1.9.1 Interruptor magneto-térmico.	36
1.9.2 Interruptor diferencial automático.	37
1.10 Conductores empleados.....	39
1.11 Sección de los conductores.....	40
1.12 Canalización del cableado.....	41

1.13 Puesta a tierra.	41
DOCUMENTO 2	
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	43
2 Cálculos justificativos.....	44
2.1 Cálculos secciones.....	44
2.1.1 Cálculo de sección por intensidad máxima admisible.	44
2.1.2 Cálculo de secciones por criterio de máxima caída de tensión.	51
2.1.3 Resultados en la elección de conductores.	58
2.2 Cálculo de interruptor magneto-térmico. Corrientes de cortocircuito.	61
DOCUMENTO 3	
PLANOS.....	69
3.1 Plano de situación	70
3.2 Plano de emplazamiento.....	71
3.3 Plano fábrica general	72
3.4 Plano fábrica iluminación	73
3.5 Plano de esquema unifilar C.G.D 1/2.....	74
3.6 Plano de esquema unifilar C.G.D 2/2.....	75
3.7 Plano de esquema unifilar sub-cuadro 2/1	76
3.8 Plano de esquema unifilar sub-cuadro 2/2.....	77
3.9 Plano de esquema unifilar sub-cuadros comedor, almacén.....	78
3.10 Plano de esquema unifilar sub-cuadros ofi 1-ofi 2	79
DOCUMENTO 4	
PLIEGO DE CONDICIONES.....	80
4 Pliego de condiciones	81
4.1 Pliego de condiciones generales	81
4.1.1 Ámbito y objeto de aplicación.....	81
4.1.2 Disposiciones generales.....	81
4.1.3 Condiciones facultativas	81
4.1.3 Seguridad en el trabajo	82
4.1.4 Seguridad pública.....	82
4.1.5 Organización en el trabajo	82
4.1.5.1 Datos de la obra.	82
4.1.5.2 Replanteo de la obra.	83

4.1.5.3 Condiciones generales.	83
4.1.7 Planificación.	83
4.1.8 Suministro de material	83
4.1.9 Medidas de montaje.....	84
4.1.10 Planos	84
4.1.11 Variaciones del proyecto.....	84
4.1.12 Protección.....	84
4.1.13 Limpieza.....	84
4.1.14 Andamios y parejos	85
4.1.15 Albañilería.....	85
4.1.16 Energía eléctrica.....	85
4.1.17 Ruidos y vibraciones.....	85
4.1.18 Accesibilidad.	85
4.1.19 Canalizaciones	85
4.1.20 Protección partes móviles	86
4.1.21 Temperatura	86
4.1.22 Cuadros y líneas eléctricas.....	86
4.1.23 Identificación.....	86
4.1.24 Pruebas parciales.....	86
4.1.25 Pruebas finales	87
4.1.26 Recepción provisional.....	87
4.1.27 Periodo de garantía	87
4.1.28 Recepción definitiva.....	87
4.1.29 Permisos.	87
4.1.30 Subcontratación de las obras	87
4.1.31 Riesgos.....	88
4.1.32 Rescisión del contrato	88
4.1.33 Pago de la obra	88
4.2 Pliego de condiciones técnicas	89
4.2.1 Generalidades.....	89
4.2.2 Instalaciones eléctricas.	89
4.2.2.1 Dispositivos de protección.....	89
4.2.2.2 Instalación interior	89

4.2.2.3 Elementos de protección	89
4.2.2.4 Conductores.....	90
4.2.2.5 Sub-cuadros y agrupaciones.	90
4.2.2.6 Rigidez eléctrica y aislamiento	90
4.2.2.7 Conexiones eléctricas	91
4.2.2.8 Canalización para conductores.	91
4.3 Toma de tierra	91
4.3.1 Conductores	91
4.3.2 Resistencia.....	92
DOCUMENTO 5	
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	93
5.Estudio básico de seguridad y salud.....	94
5.1 Objeto del estudio	94
5.2 Riesgos frecuentes	94
5.3 Normas básicas de seguridad	94
5.4 Equipos de protección individual	95
5.5 Equipos de protección colectiva.....	95
5.6 Medidas de seguridad en las instalaciones eléctricas	95
5.7 Medidas de seguridad contra incendios	96
5.8 Señalización	96
4.9 Normativa de aplicación.....	100
DOCUMENTO 6	
PRESUPUESTO.....	101
6.Presupuesto.....	102
6.1 Conductores	102
6.2 Instalación tubos conductores	104
6.3 Cuadros eléctricos.	105
6.4 Protección magnetotérmica.	106
6.5 Protección diferencial.....	107
6.6 Presupuesto iluminación, tomas de fuerza.....	108
6.7 Resumen presupuesto. Presupuesto ejecución material.	108
6.8 Presupuesto por contrata	109

DOCUMENTO 7

<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	110
7.Bibliografía	111

DOCUMENTO 1

MEMORIA

1 Finalidad del proyecto

La finalidad de este proyecto es la electrificación de una nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías, concretamente para la fabricación de remolques y semirremolques para vehículos pesados (camiones, tráiler, etc.), así como la fabricación de grúas porta coches y bateas.

Para la correcta electrificación, se diseñará la estructura adecuada de conductores en función de la maquinaria empleada, así como la iluminación de las distintas zonas de la nave (zonas de fabricación, oficinas, etc), con arreglo al reglamento electrotécnico de Baja tensión, y tomando las medidas de seguridad establecidas por la normativa.

1.2 Datos del proyecto.

Nombre del proyecto: **Instalación eléctrica en nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías.**

SITUACIÓN: La nave a electrificar se encuentra situada en el polígono Guadiel, parcela 11, ubicado en el término municipal de Guarromán.

Proyecto a realizar a petición de:

- Escuela politécnica superior de Linares
- Universidad de Jaén
- Calle: Ronda sur S/N
- Municipio: Linares (Jaén)

Proyecto realizado por:

- Autor: David Expósito García
- Dirección: Carretera Madrid-Cádiz Km 319, S/N
- Municipio: Andújar (Jaén)
- Teléfono: 676490238
- Correo electrónico: davideg89@hotmail.com

1.2 Normativa

En este apartado citaremos la normativa que se ha utilizado para la realización de nuestro proyecto.

-Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, y sus guías técnicas complementarias.

Particularmente, las guías técnicas utilizadas:

- BT-03. INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-04. DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-05. VERIFICACIONES E INSPECCIONES. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-10. PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-12. ESQUEMAS. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-13. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-14. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-15. DERIVACIONES INDIVIDUALES. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-16. CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-19. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES. Edición: Febrero 2009; Revisión: 2
 - BT-20. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. SISTEMAS DE INSTALACIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - BT-21. TUBOS Y CANALES PROTECTORAS. Edición: Septiembre 2003;
 - BT-18. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. Edición: Octubre 2005; Revisión: 1
 - BT-22. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES. Edición: Octubre 2005; Revisión: 1
 - BT-23. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES. Edición: Noviembre 2019; Revisión: 4
 - BT-24. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. Edición: Junio 2019; Revisión: 2
- También, se han utilizado los anexos nombrados a continuación:
- CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1
 - VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Edición: Septiembre 2003; Revisión: 1

Por último, también se han empleado Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

1.3 Características de la nave.

A continuación, se detallan cada una de las áreas que componen la nave, así como la extensión de cada una de estas áreas.

Áreas	Extensión (m ²)
Oficina 1	113,19
Oficina 2	38,5
Entrada-sala cuadros	77,5
Aseos oficina	38,5
Aseos taller	8,12
Comedor	93,7
Sala exposiciones	145
Almacén chapa	300
Almacén gral.	675
Taller	6380
Extensión total	7919,51

Tabla 1.1

1.4 Maquinaria instalada.

Para un óptimo de desarrollo de la actividad la nave industrial a estudiar dispone de una maquinaria para tal fin.

A continuación, se enumera cada una de las máquinas empleadas, así como la potencia y el factor de potencia de cada uno de ellos:

Maquina	Potencia (w)	F. potencia	Cantidad
Corte láser	5000	0,85	1
Plegadora	3000	0,86	3
Máquina de soldadura	3500	0,85	6
Compresor aire	3000	0,85	2
Cizalla	2500	0,85	2

Tabla 1.2

La potencia para abastecer a la nave industrial será suministrada por ENDESA, con una tensión de 400V, y una frecuencia de 50 HZ, bajo acometida subterránea.

1.5 Iluminación general nave industrial.

Para el buen funcionamiento de la actividad industrial, dotaremos de la iluminación adecuada a la nave industrial, diferenciando la iluminación en cada una de las distintas áreas de trabajo, siguiendo la norma establecida en la normativa UNE-EN12464.

Para el cálculo adecuado, así como la distribución de cada luminaria, se ha utilizado el programa Dialux 4.12, que proporcionará los valores adecuados para cada una de las zonas de las que se compone la nave industrial.

Cada área de trabajo, necesitará una iluminación específica, pues no es lo mismo el trabajo de oficina que el trabajo en taller.

Para este fin, como se ha dicho anteriormente nos apoyaremos en la normativa UNE-EN 12464, estableciendo así la cantidad de luxes necesarios en cada área, dependiendo de la actividad que se desarrolle en esta:

Según la Norma UNE-EN 12464, la iluminancia media que debemos tener en cada zona de nuestra nave industrial viene detallada en las siguientes tablas:

Iluminación oficinas:

1. OFICINAS					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a	OBSERVACIONES
1.1	ARCHIVO, COPIAS, ETC.	300	19	80	- La iluminación debería ser controlable.
1.2	ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19	80	
1.3	DIBUJO TÉCNICO	750	16	80	
1.4	PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19	80	
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	80	
1.6	MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22	80	
1.7	ARCHIVOS	200	25	80	

Tabla 1.3

Iluminación almacenes:

4. SALAS DE ALMACENAMIENTO, ALMACENES FRÍOS					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a	OBSERVACIONES
4.1	ALMACENES Y CUARTO DE ALMACÉN	100	25	60	- 200 lux si está ocupado en continuo.
4.2	MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN	300	25	60	

Tabla 1.4

Iluminación servicios y vestuarios:

2. SALAS DE DESCANSO, SANITARIAS Y DE PRIMEROS AUXILIOS				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a
2.1	CANTINAS, DESPENSAS	200	22	80
2.2	SALAS DE DESCANSO	100	22	80
2.3	SALAS DE EJERCICIO FÍSICO	300	22	80
2.4	VESTUARIOS, SALAS DE LAVADO, SERVICIOS	200	25	90
2.5	ENFERMERIA	500	19	80
2.6	SALAS PARA ATENCIÓN MÉDICA	500	16	90

Tabla 1.5

Iluminación sala exposiciones:

4. FERIAS, PABELLONES DE EXPOSICIONES					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a	OBSERVACIONES
4.1	ALUMBRADO GENERAL	300	22	80	

Tabla 1.6

Iluminación del taller, zona de trabajo:

Debido a la mezcla en la maquinaria por todas las distintas zonas de la fábrica, es difícil establecer a que actividad pertenece la actividad desarrollada en nuestra nave, por lo que tomaremos una media para el trabajo en taller de 300 luxes.

17. LAMINACIÓN, INSTALACIONES SIDERÚRGICAS					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a	OBSERVACIONES
17.1	INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN SIN INTERVENCIÓN MANUAL	50	-	20	- Se deben reconocer los colores de seguridad.
	CON INTERVENCIÓN MANUAL OCASIONAL	150	28	40	
	CON INTERVENCIÓN MANUAL CONTINUA	200	25	80	
17.2	ALMACÉN DE PLACAS DE METAL	50	-	20	
17.3	HORNOS	200	25	20	
17.4	TREN DE LAMINACIÓN, BOBINADORA, LÍNEA DE CORTE	300	25	40	
17.5	FOSOS, CINTAS, CUEVAS...	50	-	20	
17.6	PLATAFORMAS Y PANELES DE CONTROL	300	22	80	
17.7	ENSAYOS, MEDICIÓN E INSPECCIÓN	500	22	80	

Tabla 1.7

1.5.1 Distribución iluminancia por zonas

Como resumen de los luxes a instalar en nuestra nave obtenemos la siguiente tabla:

Zona	Lux
Oficina 1	500
Oficina 2	500
Entrada-sala cuadros	400
Aseos oficina	200
Aseos taller	200
Comedor	300
Sala exposiciones	300
Almacén chapa	100
Almacén Gral.	100
Taller	300

Tabla 1.8

En este apartado analizamos con ayuda del programa dialux, la distribución de cada una de las zonas que forma nuestra nave industrial.

1.5.1.1 Oficina 1

La oficina 1 tiene una extensión de 113.20 m². La luminaria seleccionada para esta oficina es de la marca Philips, concretamente el dowlight Philips RS342B 1 x led 395/827, con las siguientes características:

PHILIPS RS342B 1 xLED39S/827 MB
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3750 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3750 lm
Potencia de las luminarias: 31.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 97 99 100 100 100
Lámpara: 1 x LED39S/827/- (Factor de corrección 1.000).

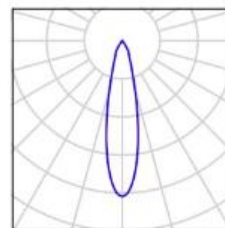


Figura 1.1

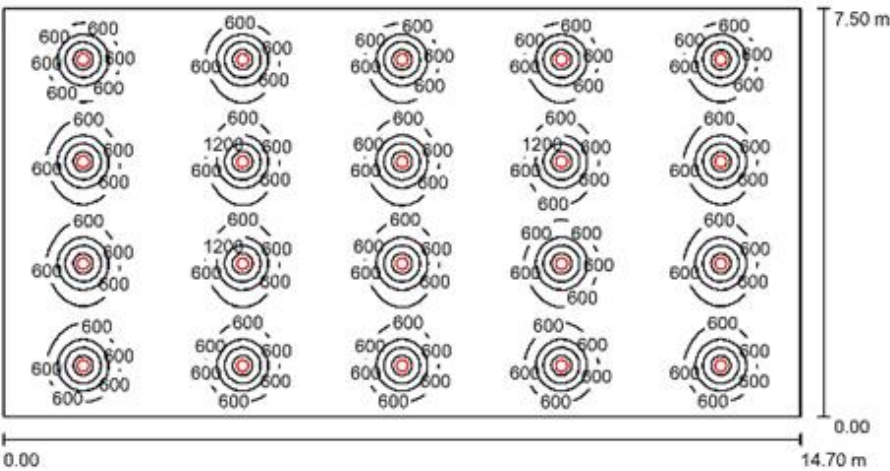
Este tipo de luminaria será la empleada para todas las oficinas, así como los aseos, comedor y sala de exposición.

Como se ha dicho anteriormente, según la normativa UNE-EN 12464, para las oficinas la cantidad media de lux mínima es de 500 lux.

El resultado del cálculo para la oficina 1 es el siguiente:

Podemos ver la iluminancia media para nuestra oficina 1 de 588 lux, valor superior al establecido en la normativa, por lo que el cálculo es adecuado.

En cuanto la cantidad de lámparas, establecemos un total de 20 unidades, con una **potencia total de 630w.**



Valores en Lux, Escala 1:106

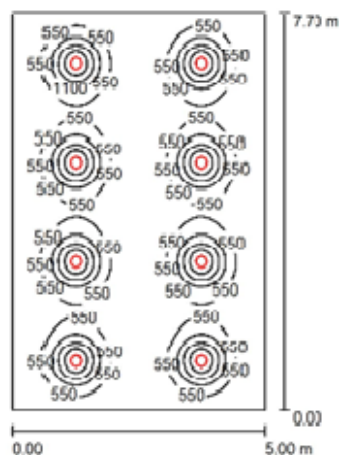
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	588	71	2831	0.121
Suelo	20	567	151	1577	0.267
Techo	70	86	60	101	0.698
Paredes (4)	50	107	64	225	/

Tabla 1.9

1.5.1.2 Oficina 2.

La oficina 2 tiene una extensión de 38.50 m².

Para la oficina 2 obtenemos los siguientes resultados:



Valores en Lux, Escala 1:99

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	645	99	2725	0.154
Suelo	20	611	165	1528	0.270
Techo	70	82	61	94	0.740
Paredes (4)	50	110	64	211	/

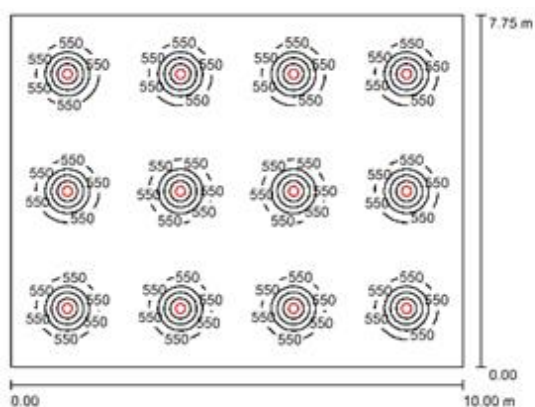
Tabla 1.10

El valor de iluminancia media es de 645 lux, con un total de 8 lámparas y una **potencia total de 252W**.

1.5.1.3 Entrada-sala de cuadros.

El habitáculo de entrada a la fábrica y sala de espera tiene una extensión de 77.50 m².

Para esta sala obtenemos los siguientes resultados:



Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	499	57	2711	0.114
Suelo	20	479	128	1435	0.268
Techo	70	70	52	82	0.741
Paredes (4)	50	86	52	154	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	16	16	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Tabla 1.11

Esta sala tiene una iluminancia media de 499 lux, y un total de 12 luminarias, **con una potencia total de 378W.**

1.5.1.4 Aseos oficina.

La extensión de los aseos para el personal de oficia es de 38.50 m².

Los resultados de cálculo de luminarias para esta sala son los siguientes:

La iluminancia media es de 247 lux, con un total de 3 luminarias y **una potencia total de 94.50W.**

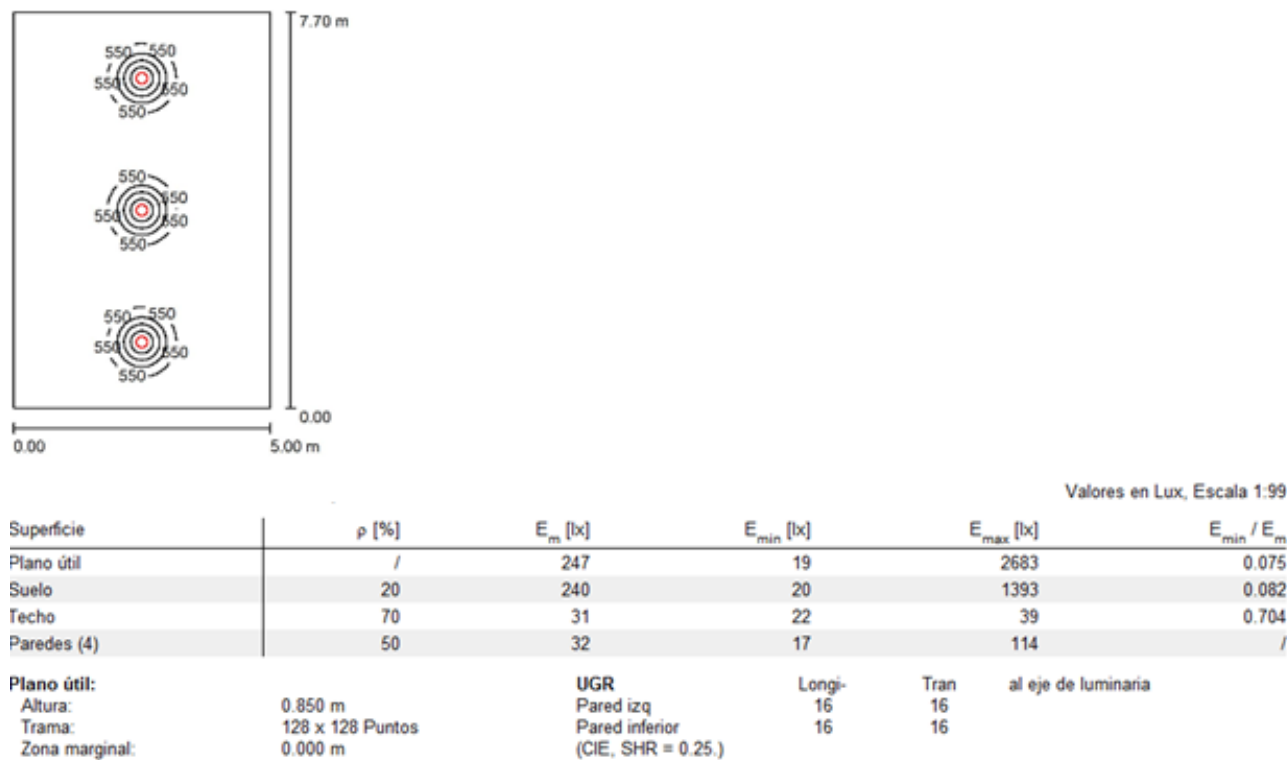


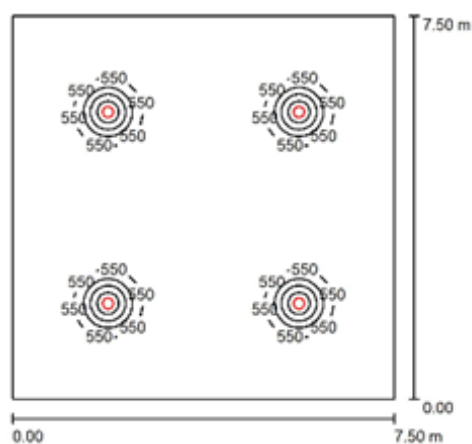
Tabla 1.12

1.5.1.5 Aseos personal de taller

Los aseos y vestuarios destinados a personal de taller tienen una extensión total de 58.12 m².

Los resultados del cálculo de luminarias para esta área son:

La iluminancia media es de 229 lux, con un total de 4 luminarias y una **potencia total de 126W**.



Valores en Lux, Escala 1:97					
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	229	19	2669	0.084
Suelo	20	224	24	1385	0.108
Techo	70	30	24	34	0.779
Paredes (4)	50	31	21	61	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m	UGR		Longi-	Tran
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared izq		16	16
Zona marginal:	0.000 m	Pared inferior		16	16
		(CIE, SHR = 0.25.)		al eje de luminaria	

Tabla 1.13

1.5.1.6 Comedor.

La nave industrial dispone de un comedor para el personal, con una extensión de 93.70 m².

Los resultados del cálculo son los siguientes:

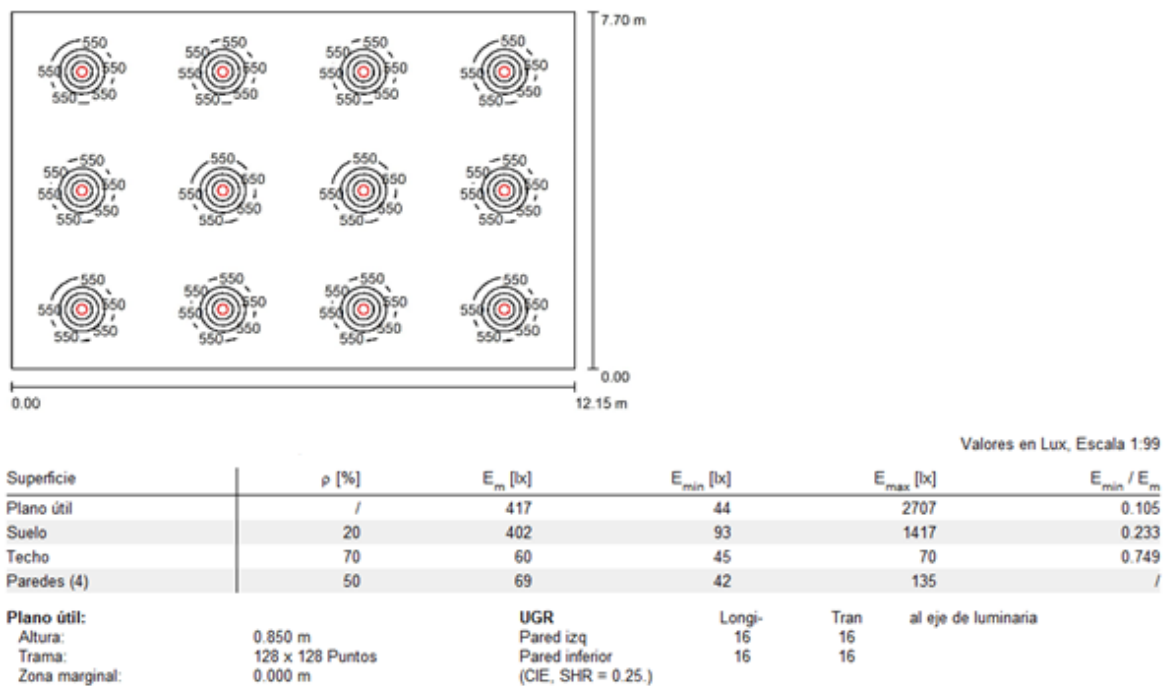


Tabla 1.14

La iluminancia media es de 417 lux, con un total de 12 luminarias y una **potencia total de 378W**.

1.5.1.7 Sala de exposiciones.

La nave industrial dispone de una sala de exposiciones para la presentación de sus carrocerías a los clientes, con una extensión de 145 m².

Los resultados del cálculo son los siguientes:

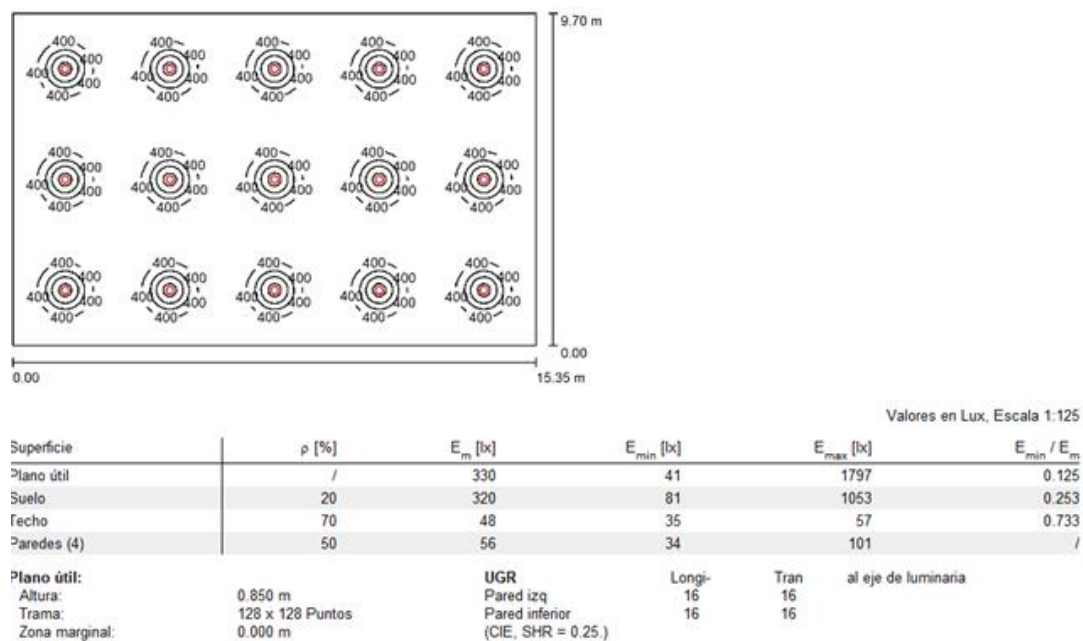


Tabla 1.15

La luminancia media es de 330 lux, con un total de 15 luminarias, y una potencia **total de 472.50W**.

1.5.1.8 Almacén chapa

En este almacén se almacenan las chapas que posteriormente serán empleadas para la fabricación de las distintas partes de la carrocería.

Cuenta con una extensión de 300 m².

Para los almacenes, así como para el área de trabajo de taller las luminarias empleadas serán Philips colgadas sobre techo, concretamente:

PHILIPS BPS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2100 lm
Potencia de las luminarias: 21.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 63 90 99 100 100
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).

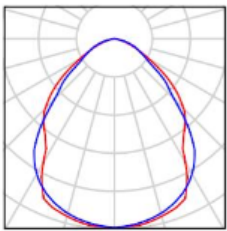
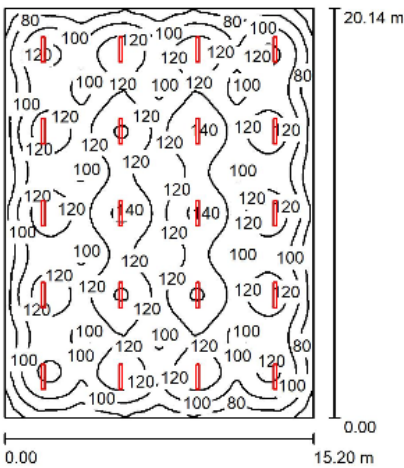


Figura 1.2

Los resultados del cálculo son los siguientes:



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 3.900 m, Factor mantenimiento: 0.80					Valores en Lux, Escala 1:259	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	
Plano útil	/	109	46	143	0.425	
Suelo	20	104	52	123	0.498	
Techo	70	20	13	22	0.654	
Paredes (4)	50	39	14	65	/	
Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria	
Altura:	0.850 m	Pared izq	20	20		
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	20	20		
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)				

Tabla 1.16

La iluminancia total es de 109 lux, con un total de 20 luminarias y **una potencia total de 430W.**

1.5.1.9 Almacén general.

En el almacén general, se almacena todo material de uso normal en el desarrollo de la actividad, y tiene una extensión de 675 m².

Los resultados del cálculo son los siguientes:

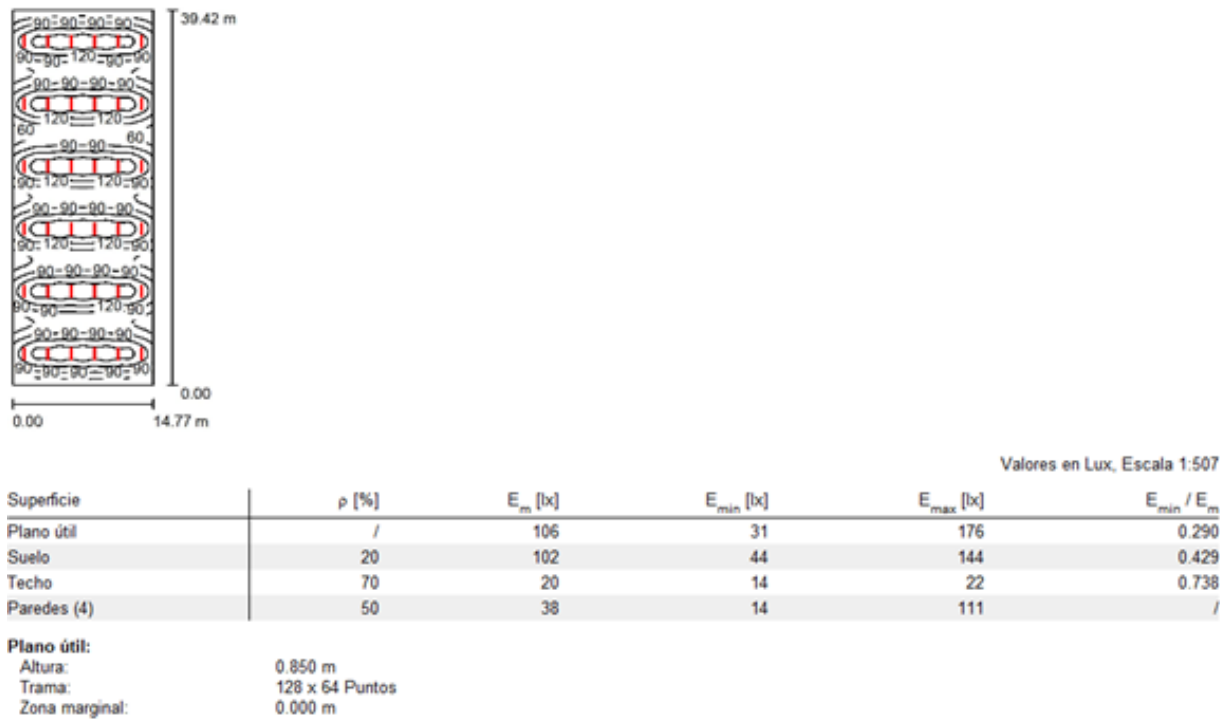


Tabla 1.17

La iluminancia media es de 106 lux, con un total de 36 luminarias y **una potencia total de 774W.**

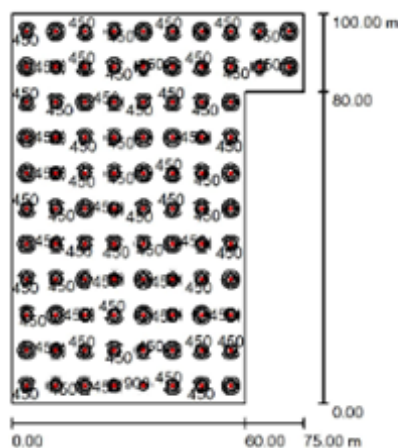
1.5.1.10 Taller, área de trabajo.

La mayor superficie en la nave industria es la destinada al trabajo en taller. La superficie total de esta zona es de 6380 m².

Las lámparas empleadas para la iluminación general de taller serán:



Figura 1.3



Valores en Lux, Escala 1:1284

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	336	25	2189	0.074
Suelo	20	334	27	1126	0.080
Techo	70	62	26	77	0.422
Paredes (6)	50	54	29	132	/

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

Tabla 1.18

La iluminancia media es de 336 lux, con un total de 92 luminarias y **una potencia total de 14900w.**

1.5.2 Elección de luminarias.

Las lámparas elegidas para dotar de la correcta iluminación a nuestra nave industrial son de la marca Philips, dotadas de buenos parámetros lumínicos y buen precio.

Para la iluminación general de taller, utilizamos las lámparas Philips BY481P PSD

PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm
 Potencia de las luminarias: 162.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 69 98 100 100 100
 Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).

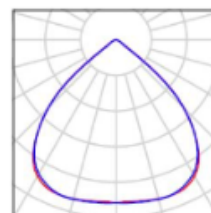


Figura 1.4

Para la iluminación del almacén general y almacén de chapa, la luminaria empleada es:

Philips BPS460 W16L124

PHILIPS BPS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2100 lm
Potencia de las luminarias: 21.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 63 90 99 100 100
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).

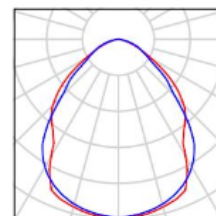


Figura 1.5

Las lámparas empleadas para la iluminación de oficinas, aseos, comedor y zonas comunes son:

PHILIPS RS342B

PHILIPS RS342B 1 xLED39S/827 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3750 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3750 lm
Potencia de las luminarias: 31.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 97 99 100 100 100
Lámpara: 1 x LED39S/827/- (Factor de corrección 1.000).

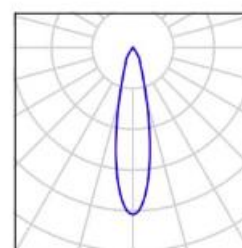


Figura 1.6

Gracias a la tecnología Led, las lámparas elegidas proporcionan los lux estipulados por la normativa, con un bajo consumo de potencia

Estas, estarán distribuidas por cada zona de la nave, proporcionando la luminosidad especificada por el reglamento.

1.6 Previsión de cargas.

Las cargas que tendremos en la nave industrial serán principalmente la de los motores que mueven las máquinas, (compresores, cizallas, plegadoras, etc), así como la iluminación de toda la nave (incluyendo oficinas, almacenes, etc.) y las tomas de fuerza que habrá en el taller para conectar puntualmente alguna herramienta eléctrica como radial, taladro, etc (la mayoría de las herramientas de trabajo son neumáticas)

1.7 Cargas instaladas.

Para el desarrollo de la correcta actividad industrial, nuestra nave dispone de una serie de cargas. Podemos diferenciar estas en:

- Maquinaria instalada.
- Alumbrado.
- Tomas de fuerza.

1.7.1 Maquinaria instalada.

Para el correcto desarrollo de la actividad industrial, la nave dispone de una serie de maquinaria.

Sobredimensionamos la potencia nominal un 25%, para garantizar la seguridad en el arranque de las máquinas, obteniendo una intensidad que será la empleada para cálculos posteriores.

A continuación, se expone un cuadro resumen de la maquinaria instalada, y sus principales características:

Máquina	P. activa (w)	P. instalada (w)	Tensión (v)	ϕ	F. potencia	I. nominal(A)	P. reactiva(Kvar)	P. aparente (Kva)
Corte láser	5000	6250	400	31,78	0,85	10,62563754	3782	7352,941176
Plega 1	3000	3750	400	30,68	0,86	6,301250168	2224,81	4360,465116
Plega 2	3000	3750	400	30,68	0,86	6,301250168	2224,81	4360,465116
Plega 3	3000	3750	400	500	0,86	6,301250168	2224,81	4360,465116
Soldadura 1	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Soldadura 2	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Soldadura 3	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Soldadura 4	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Soldadura 5	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Soldadura 6	3500	3500	400	31,78	0,85	5,950357021	3097,71	4117,647059
Compresor 1	3000	3750	400	31,78	0,85	7,083758359	2224,81	4411,764706
Compresor 2	3000	3750	400	31,78	0,85	6,375382523	2224,81	4411,764706
Cizalla 1	2500	3125	400	31,78	0,85	5,312818769	1770,92	3676,470588
Cizalla 2	2500	3125	400	31,78	0,85	5,312818769	1770,92	3676,470588
TOTAL	46000	52250				89,31630859	37034,15	61316,68947

Tabla 1.19

1.7.2 Alumbrado general.

El alumbrado en toda nuestra nave se compone de luminarias de led.

Para la previsión de carga del consumo del alumbrado obtenemos la siguiente tabla:

Luminaria	Cantidad	Potencia (w)	TOTAL (w)
PHILIPS BY481P	92	162	14904
PHILIPS BPS460	56	21,5	1204
PHILIPSR342B	92	31,5	2898
TOTAL			19006

Tabla 1.20

1.7.3 Alumbrado de emergencia.

La nave industrial dispondrá de un alumbrado de emergencia, para que, en caso de que el alumbrado general falle, permita la evacuación de la nave.

Este alumbrado está diseñado para que actúe en caso de que la tensión se corte o esta caiga a un 70% de su valor nominal.

Las luminarias de utilizadas serán las siguientes:



Figura 1.7

Este alumbrado de emergencia es tipo LED, con una potencia de 3w por lámpara y una luminosidad de 200 lúmenes por lámpara. Asegurarán su funcionamiento al menos 3 horas desde el corte de la corriente.

Se instala fácilmente tanto en pared como en techo, gracias a la pieza que incorpora y que se acopla a la perfección a la luminaria.

Luminaria	Cantidad	Potencia (w)	TOTAL (w)
Emergencia LED 3W IP65	44	3	132

Tabla 1.21

1.7.4 Tomas de fuerza.

En la zona de oficinas, y taller, dispondremos de una serie de tomas de fuerza, para la conexión de ordenadores, para el caso de las oficinas, y para la conexión de maquinaria eléctrica puntual en la zona de taller.

La distribución de estas tomas de fuerza será monofásica para todos los casos, quedando de la siguiente forma:

ZONA	NÚMERO DE TOMAS	POTENCIA (W)
OFICINA 1	10	6000
OFICINA 2	6	3600
ALMACEN GRAL.	3	2400
ALMACEN CHAPA	3	1800
COMEDOR	3	1800
TALLER	26	15600
TOTAL		31200

Tabla 1.22

1.8 Distribución de la instalación, cuadros y sub-cuadros.

La instalación eléctrica estará distribuida de forma que los consumos de cada una de las fases sean equilibrados.

La potencia a instalar llegará directamente desde la acometida, mediante cableado enterrado bajo tubo.

Esta tensión será trifásica e irá desde la acometida hasta el cuadro general de alimentación, desde dónde se distribuirá a las diferentes partes de la nave proporcionando la potencia requerida para cada una de las zonas, y de forma que obtengamos una buena selectividad en los circuitos en caso de avería.

Se han aplicado para cada una de las partes de nuestra instalación, unos coeficientes de simultaneidad adecuados en cada una de ellas.

Como se ha dicho anteriormente, la potencia llega a nuestra instalación desde la acometida hacia el cuadro general de distribución.

Este es el cuadro principal de nuestra nave, y está instalado en la entrada a esta, en una sala de cuadros.

Desde el C.G.D, se distribuye la energía a toda la nave, mediante conexiones directas al cuadro y agrupaciones (la maquinaria y circuitos más próximos a este). También se han instalados sub-cuadros para alimentar las oficinas y almacén, y las partes más alejadas del C.G.D, con el fin de que, si hay alguna avería, no tener que desplazarse al C.G.D a rearmar los dispositivos de protección, ya que la distancia desde el punto más alejado de la nave hasta el C.G.D es considerable.

Por lo tanto, la estructura de nuestra instalación quedará de la siguiente forma:

C.G.D					
Nombre línea	Cos X	Coef. Simult	Potencia (W)	Potencia a instalar (W)	Intensidad cálculo (A)
Agrupación sala exposiciones	1	0,9	1672,5	1505,25	6,544565217
Agrupación iluminación aseos	1	0,9	220,5	198,45	0,862826087
Agrupación ilu entrada-cuadros	1	0,9	283,5	255,15	1,1
Agrupación ilu chapa	1	0,9	430	387	1,682608696
Ilu-fuerza taller A.1	0,9	0,8	3258	2606,4	12,59130435
Ilu-fuerza taller A.2	0,9	0,8	3258	2606,4	12,59130435
Ilu-fuerza taller A.3	0,9	0,8	3258	2606,4	12,59130435
Plega 1	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Plega 2	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Plega 3	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Láser	0,85	1	5000	6250	11,79263083
Cizalla 1	0,86	1	2000	2500	4,662202887
Sub. Comedor	0,9	0,8	1878	1502,4	7,257971014
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	0,8	0,8	3852	3081,6	16,74782609
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	0,8	0,8	6629	5303,2	28,82173913
Sub. Almacén.	0,8	0,8	3174	2539,2	13,8
Subcuadro 2	0,8	0,8	51964	42321,2	76,44725434

Tabla 1.23

En este C.G.D podemos diferenciar 2 tipos de conexiones: agrupaciones y sub-cuadros de conexión.

La agrupación sala exposiciones proporcionará la potencia necesaria para la iluminación de dicha sala:

Agrupación sala exposiciones		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu. Sala expo 1.1	157,5	0,684782609
Ilu. Sala expo 1.2	157,5	0,684782609
Ilu. Sala expo 1.3	157,5	0,684782609
Fuerza sala expo	1200	5,217391304
TOTAL	1672,5	

Tabla 1.24

Agrupación iluminación aseos: Esta agrupación proporciona la energía para el alumbrado de los dos aseos de los que disponemos en las instalaciones.

Agrupación iluminación aseos		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Iluminación aseos oficina	94,5	0,410869565
Iluminación aseos taller	126	0,547826087
TOTAL	220,5	

Tabla 1.25

Agrupación ilu-entrada cuadros: Esta agrupación proporciona la energía para el alumbrado de la entrada y la sala de cuadros.

Agrupación iluminación entrada-cuadros		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu cuadros	126	0,547826087
Ilu entrada	157,5	0,684782609
TOTAL	283,5	

Tabla 1.26

Agrupación ilu-chapa: esta agrupación proporciona energía para iluminar este almacén cuya función es almacenar chapa.

Agrupación ilu chapa		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu chapa 1	150,5	0,654347826
Ilu chapa 2	150,5	0,654347826
Ilu chapa 3	129	0,560869565
TOTAL	430	

Tabla 1.27

Agrupaciones Ilu-fuerza taller A1, A2 y A3: estas agrupaciones son las encargadas de suministrar energía a la zona A de nuestro taller (ver en anexo planos) para la iluminación y las tomas de fuerza.

Agrupación ilu-fue taller A1		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu taller A 1.1	486	2,113043478
Ilu taller A 1.2	486	2,113043478
Ilu taller A 1.3	486	2,113043478
Fuerza taller A1	1800	9,782608696
TOTAL	3258	

Tabla 1.28

Agrupación ilu-fue taller A2		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu taller A 2.1	486	2,113043478
Ilu taller A 2.2	486	2,113043478
Ilu taller A 2.3	486	2,113043478
Fuerza taller A2	1800	9,782608696
TOTAL	3258	

Tabla 1.29

Agrupación ilu-fue taller A3		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu taller A 3.1	486	2,113043478
Ilu taller A 3.2	486	2,113043478
Ilu taller A 3.3	486	2,113043478
Fuerza taller A3	1800	9,782608696
TOTAL	3258	

Tabla 1.30

Del C.G.D también salen los circuitos de las 5 máquinas trifásicas que tenemos en la zona A:

3 plegadoras, 1 cizalla y una máquina de corte láser. Estas máquinas tienen unos rendimientos de 0.90. El factor de potencia de cada una de estas máquinas viene indicado en la tabla inferior:

C.G.D					
Nombre línea	Cos X	Coef. Simult	Potencia (W)	Potencia a instalar (W)	Intensidad cálculo (A)
Plega 1	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Plega 2	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Plega 3	0,86	1	3000	3750	7,001389076
Láser	0,85	1	5000	6250	11,79263083
Cizalla 1	0,86	1	2000	2500	4,662202887

Tabla 1.31

Por último, desde el C.G.D, conectaremos 5 sub-cuadros:

Sub-cuadro comedor: este sub-cuadro está situado en un comedor donde los operarios de taller almuerzan para reponer fuerzas:

Sub. Comedor		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu comedor 1	126	0,547826087
Ilu comedor 2	126	0,547826087
Ilu comedor 3	126	0,547826087
Fuerza comedor	1500	8,152173913
TOTAL	1878	

Tabla 1.32

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 1: este sub-cuadro está ubicado en la oficina 1, y se encarga de suministrar la energía para la iluminación y las tomas de fuerza de esta oficina.

Sub. Ilu-fuerza ofi 1		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu ofi 1.1	220	0,956521739
Ilu ofi 1.2	220	0,956521739
Ilu ofi 1.3	189	0,82173913
Fuerza ofi 1.1	3000	14,49275362
Fuerza ofi 1.2	3000	14,49275362
TOTAL	6629	

Tabla 1.33

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 2: este sub-cuadro está ubicado en la oficina 2, y se encarga de suministrar la energía para la iluminación y las tomas de fuerza de esta oficina:

Sub. Ilu-fuerza ofi 2		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu ofi 2.1	126	0,547826087
Ilu ofi 2.2	126	0,547826087
Fuerza ofi 2	3600	15,65217391
TOTAL	3852	

Tabla 1.34

Sub-cuadro almacén: este cuadro se encuentra situado en el almacén y suministra la energía para la iluminación y las tomas de fuerza:

Sub.Almacén		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu alm. Gral 1.1	258	1,12173913
Ilu alm. Gral 1.2	258	1,12173913
Ilu alm. Gral 1.3	258	1,12173913
Fuerz. Alm. Gral	2400	13,04347826
TOTAL	3174	

Tabla 1.35

Todas estas agrupaciones y sub-cuadros, se encuentran instalados en el C.G.D. Además, en el C.G.D, deriva a otro sub-cuadro, el sub-cuadro 2, encargado de abastecer la zona B de nuestro taller. El sub-cuadro B, consta de las siguientes conexiones:

Subcuadro 2					
Nombre línea	Cos X	Coef. Simult	Potencia (W)	Potencia a instalar (W)	Intensidad cálculo (A)
Compresor 1	0,85	1	3000	3750	7,075578499
Compresor 2	0,85	1	3000	3750	7,075578499
Cizalla 2	0,85	1	2500	3125	5,896315416
Agrup sold. 1-2	0,85	0,8	7000	5600	10,11560694
Agrup sold. 3-4	0,85	0,8	7000	5600	10,11560694
Agrup sold. 5-6	0,85	0,8	7000	5600	10,11560694
Agrup ilu-fuerza B.1	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
Agrup ilu-fuerza B.2	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
Agrup ilu-fuerza B.3	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
Agrup ilu-fuerza B.4	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
Agrup ilu-fuerza B.5	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
Agrup ilu-fuerza B.6	0,82	0,8	3744	2995,2	15,88123012
TOTAL			51964	42321,2	

Tabla 1.36

La zona B de nuestro taller, consta de la siguiente maquinaria trifásica: 6 máquinas de soldadura, agrupadas de 2 en 2, 2 compresores para abastecer el sistema neumático de trabajo y una segunda cizalla.

Los compresores 1 y 2 irán conectados al sub-cuadro 2 independientemente el uno del otro, para que, en caso de avería en uno de estos, no perdamos todo el sistema neumático. La cizalla 2 también irá conectada en el sub-cuadro 2 directamente.

Subcuadro 2					
Nombre línea	Cos X	Coef. Simult	Potencia (W)	Potencia a instalar (W)	Intensidad cálculo (A)
Compresor 1	0,85	1	3000	3750	7,075578499
Compresor 2	0,85	1	3000	3750	7,075578499
Cizalla 2	0,85	1	2500	3125	5,896315416

Tabla 1.37

Agrupaciones soldadura 1-2, soldadura 3-4, soldadura 5-6: Estas 6 máquinas de soldadura irán conectadas al sub-cuadro 2, agrupadas en 3 agrupaciones con dos máquinas por agrupación.

Agrupación soldadura 1-2		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Soldadura 1	3500	5,943485939
Soldadura 2	3500	5,943485939
TOTAL	7000	

Tabla 1.38

Agrupación soldadura 3-4		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Soldadura 3	3500	5,943485939
Soldadura 4	3500	5,943485939
TOTAL	7000	

Tabla 1.39

Agrupación soldadura 5-6		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Soldadura 5	3500	5,943485939
Soldadura 6	3500	5,943485939
TOTAL	7000	

Tabla 1.40

Por último, tendremos en este sub-cuadro los 6 circuitos de alumbrado y fuerza para la zona B de nuestra nave:

Agrupación ilu-fuerza B.1		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 1.1	648	2,817391304
Ilu B 1.2	648	2,817391304
Ilu B 1.3	648	2,817391304
Fuerza B1	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.41

Agrupación ilu-fuerza B.2		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 2.1	648	2,817391304
Ilu B 2.2	648	2,817391304
Ilu B 2.3	648	2,817391304
Fuerza B2	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.42

Agrupación ilu-fuerza B.3		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 3.1	648	2,817391304
Ilu B 3.2	648	2,817391304
Ilu B 3.3	648	2,817391304
Fuerza B3	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.43

Agrupación ilu-fuerza B.4		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 4.1	648	2,817391304
Ilu B 4.2	648	2,817391304
Ilu B 4.3	648	2,817391304
Fuerza B4	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.44

Agrupación ilu-fuerza B.5		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 5.1	648	2,817391304
Ilu B 5.2	648	2,817391304
Ilu B 5.3	648	2,817391304
Fuerza B5	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.45

Agrupación ilu-fuerza B.6		
Nombre línea	Potencia(w)	Intensidad cálculo (A)
Ilu B 6.1	648	2,817391304
Ilu B 6.2	648	2,817391304
Ilu B 6.3	648	2,817391304
Fuerza B6	1800	9,782608696
TOTAL	3744	

Tabla 1.46

1.9 Protecciones

Las instalaciones eléctricas de baja tensión llevan instalados unos dispositivos de protección cuya función es interrumpir el paso de la corriente eléctrica en el caso de que ocurra algún fallo en estas, ya sea un cortocircuito, una derivación a tierra, calentamiento excesivo de los conductores, etc.

Básicamente los dispositivos de protección que llevará nuestra instalación eléctrica son:

- Interruptor magneto térmico.
- Interruptor diferencial.

1.9.1 Interruptor magneto-térmico.

El interruptor magneto térmico es un dispositivo diseñado para interrumpir el paso de la corriente eléctrica en el caso de que haya un cortocircuito o una sobrecarga.

Está formado por un imán, una bobina y una lámina bi-metálica, formada por dos metales con diferente coeficiente de dilatación por las que pasa la corriente eléctrica.

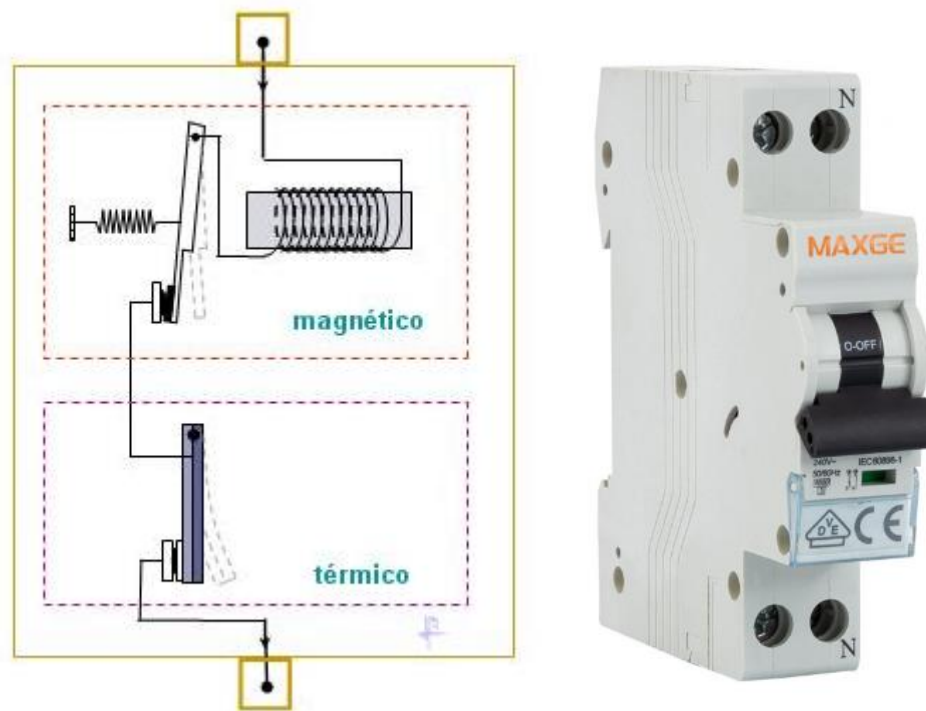


Figura 1.8

Su funcionamiento de basa en un efecto térmico y en un efecto magnético.

-Efecto térmico: Cuando la corriente sobrepasa un valor máximo debido a una sobrecarga, la lámina bimetálica se deforma y abre el circuito impidiendo el paso de la corriente eléctrica.

-Efecto magnético: Cuando ocurre un cortocircuito, la intensidad aumenta rápidamente. Cuando esta corriente atraviesa la bobina del magneto térmico, la bobina atrae al núcleo rápidamente, abriendo el circuito e interrumpiendo el paso de la corriente de esta forma.

Hay varios tipos de magneto térmicos. Dependiendo del número de fases de la instalación eléctrica, estos pueden ser mono polares, bipolares o tetra polares. En nuestra instalación utilizaremos magneto-térmicos bi polares y tetra polares.

Las características de estos dispositivos de protección son:

-Poder de corte→ es la máxima intensidad que el dispositivo puede llegar a cortar sin llegar a deteriorarse.

-Intensidad nominal→ el dispositivo no abrirá el circuito de forma térmica hasta que la intensidad de funcionamiento no sobrepase este valor. Por ejemplo, un magneto térmico de 10A, cortará la corriente cuando pasen sobre él una intensidad superior a 10A, por una sobrecarga.

-Curva de disparo→ el tiempo que tarda el dispositivo en “saltar” y cortar el suministro. Se rige por una curva, dependiendo del tipo de carga que tengamos aguas abajo del dispositivo.

En el apartado cálculos, podremos ver como se calculan estos dispositivos de protección.

1.9.2 Interruptor diferencial automático.

Este dispositivo de protección tiene como función proteger la instalación de derivaciones a tierra y las personas ante contactos directos e indirectos.

En el momento en el que se produce una fuga de intensidad, el dispositivo lo detecta e interrumpe inmediatamente el suministro.

La base de funcionamiento se basa en la medición de la corriente que entra y sale del mismo.

En el momento en que esta corriente varíe, significa que se está “perdiendo” por algún sitio por lo que interrumpe el paso de la corriente.

El interruptor diferencial está conecta en el inicio de la instalación y en el final, es decir en el cable de entrada y salida.

Dispone en estas conexiones de dos bobinas que generan un campo magnético opuesto junto al núcleo, que permite mediante un dispositivo mecánico que permite el corte de la corriente.

Así, cuando el campo ejercido por las bobinas sobre el núcleo no es el mismo en ambas bobinas, automáticamente el dispositivo mecánico corta el suministro.



Figura 1.9

Estos dispositivos de protección se clasifican según sus fases, (monofásico o trifásico), la intensidad máxima que los puede atravesar, la sensibilidad y el tiempo de disparo.

Los diferenciales a instalar en nuestra nave industrial se detallan en las tablas que vienen a continuación:

C.G.D				
Nombre línea	Tipo diferencial	Intensidad cálculo (A)	Intensidad diferencial (A)	Sensibilidad (mA)
Agrupación sala exposiciones	Monofásico	6,54	25	30
Agrupación iluminación aseos	Monofásico	0,86	25	30
Agrupación ilu entrada-cuadros	Monofásico	1,1	25	30
Agrupación ilu chapa	Monofásico	1,68	25	30
Ilu-fuerza taller A.1	Trifasico	4,18	25	30
Ilu-fuerza taller A.2	Trifasico	4,18	25	30
Ilu-fuerza taller A.3	Trifasico	4,18	25	30
Plega 1	Trifasico	7,01	25	30
Plega 2	Trifasico	7,01	25	30
Plega 3	Trifasico	7,01	25	30
Láser	Trifasico	11,79	25	30
Cizalla 1	Trifasico	4,66	25	30
Sub. Comedor	Monofásico	7,25	25	30
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	Monofásico	16,74	25	30
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	Monofásico	28,8	40	30
Sub. Almacén.	Monofásico	13,8	25	30

Tabla 1.47

Sub-cuadro 2:

Subcuadro 2				
Nombre línea	Tipo diferencial	Intensidad cáclulo (A)	Intensidad diferencial (A)	Sensibilidad (mA)
Compresor 1	Trifásico	7,07	40	30
Compresor 2	Trifásico	7,07	40	30
Cizalla 2	Trifásico	5,89	40	30
Agrup sold. 1-2	Trifásico	10,11	40	30
Agrup sold. 3-4	Trifásico	10,11	40	30
Agrup sold. 5-6	Trifásico	10,11	40	30
Agrup ilu-fuerza B.1	Trifásico	5,27	40	30
Agrup ilu-fuerza B.2	Trifásico	5,27	40	30
Agrup ilu-fuerza B.3	Trifásico	5,27	40	30
Agrup ilu-fuerza B.4	Trifásico	5,27	40	30
Agrup ilu-fuerza B.5	Trifásico	5,27	40	30
Agrup ilu-fuerza B.6	Trifásico	5,27	40	30

Tabla 1.48

1.10 Conductores empleados.

Los conductores empleados en la instalación eléctrica de nuestra nave serán conductores de cobre, unipolares, recubiertos de polietileno reticulado (XLPE).

Estos conductores irán dentro de tubos rígidos empotrados en obra en la pared o suelo, desde el C.G.D hacia el resto de agrupaciones y sub-cuadros.

La caída de tensión máxima se calculará según el apartado 2.2.2 de la ITC-BT-19, y será:

-4.5 % de la tensión nominal para el alumbrado.

-6.5% de la tensión nominal para maquinaria y otros usos.

Los conductores deben de identificarse fácilmente, y tendrán los siguientes colores:

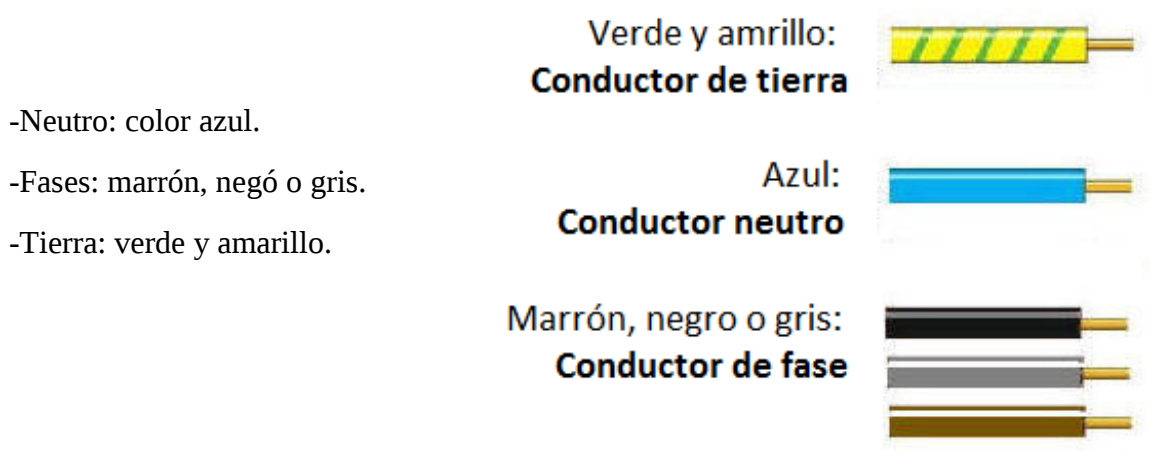


Figura 1.10

1.11 Sección de los conductores.

Necesitamos calcular la sección de los conductores que emplearemos en nuestra instalación.

Estas secciones se calcularán (en el apartado cálculo de secciones se explica el proceso), mediante dos métodos:

-Criterio térmico: viene impuesto por la intensidad nominal que transportan los conductores.

-Criterio de máxima caída de tensión: impuesto por la máxima caída de tensión permitida (4.5% alumbrado, 6.5% otros usos).

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

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

Tabla 1.49

Para los conductores, utilizaremos las secciones normalizadas que aparecen en la Tabla 52-2 de la norma UNE 20460-5-523, dependiendo de la naturaleza de estos.

1.12 Canalización del cableado.

Para la canalización del cableado de nuestra instalación utilizaremos tubos rígidos endosados sobre las paredes.

Estos deben de tener un diámetro que nos permitan introducir los cables y extraerlos sin problema alguno, tanto en la instalación como en la reparación de futuras averías.

Según el apartado 1.2 de la ITC-BT-21, tabla 2, los diámetros de los tubos en función del diámetro y número de los conductores serán:

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

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

Tabla 1.50

1.13 Puesta a tierra.

La puesta a tierra en una instalación eléctrica se basa en la instalación de conductores para la protección de las personas y equipos ante la derivación de corriente a las partes metálicas de una toma de fuerza o máquina.

La puesta a tierra, nos debe garantizar que todas las corrientes de defecto sean derivadas a tierra, por lo que el conductor de tierra no dispondrá de protección alguna, para garantizar el paso libre de esta corriente e defecto hasta tierra.

Todas las partes de nuestra instalación eléctrica deberán estar conectadas a tierra (cuadros, sub-cuadros, tomas de fuerza, maquinaria, luminarias).

El esquema de instalación de una puesta a tierra es el siguiente:

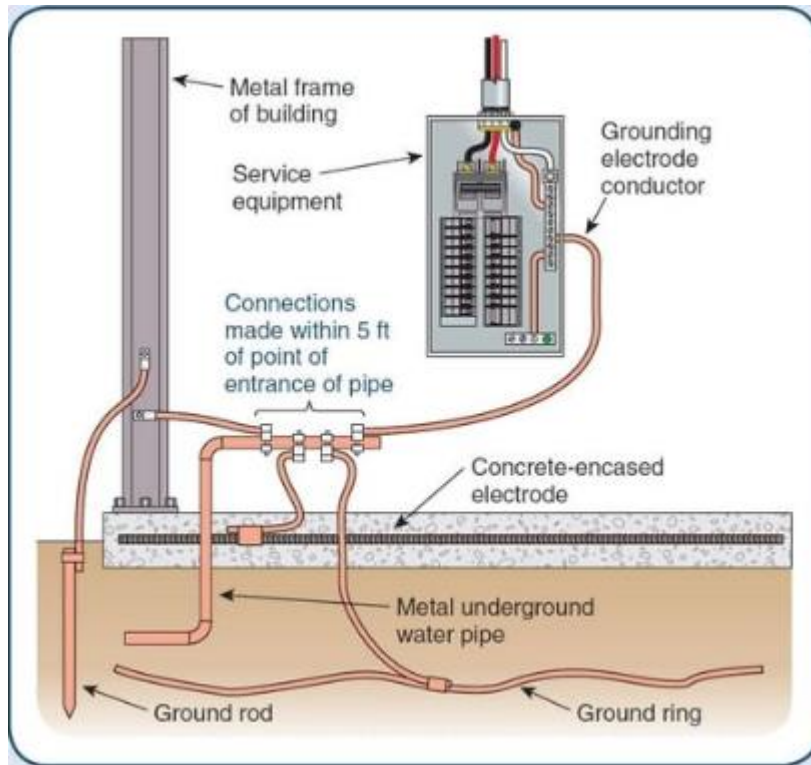


Figura 1.11

Las partes principales por las que se compone esta instalación son:

- Pica de tierra (ground rod).
- Conductor de tierra (ground ring).
- Conductor de unión general.

En el apartado el apartado 3.4 de la ITC-BT-18, encontramos la tabla donde se especifica el conductor de tierra a instalar en función de los conductores de fase:

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

Tabla 1.51

DOCUMENTO 2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2 Cálculos justificativos.

En este documento, se calcularán todos los cálculos necesarios para la correcta ejecución de nuestro proyecto.

2.1 Cálculos secciones.

En este apartado calcularemos las secciones de los conductores empleados en nuestra instalación eléctrica, definido en el reglamento de baja tensión.

Este cálculo se realizará por dos métodos distintos:

-Cálculo de las secciones por intensidad máxima admisible o criterio térmico: se calculará la sección del conductor para que la intensidad que circula por este no derrita el conductor.

-Cálculo de las secciones por caída de tensión: se calculará el conductor para que la caída de tensión en este no sea superior a la estipulada en la normativa (inferior al 4.5% para el alumbrado y al 6.5 % para demás usos.)

2.1.1 Cálculo de sección por intensidad máxima admisible.

Como se ha dicho anteriormente, el conductor seleccionado tiene que ser aquel que sea capaz de soportar el paso de la corriente a través de él, sin llegar a fundirse.

En función del tipo de conductor, recubrimiento, polaridad, obtendremos un valor de intensidad normalizado y recogido en las tablas del reglamento de baja tensión, que el conductor podrá soportar sin llegar a destruirse.

La corriente máxima admisible debe de ser mayor que la corriente de cálculo, asegurando así que el conductor pueda soportarla sin destruirse.

Para poder calcular esta corriente máxima, nos basaremos en la previsión de potencias calculadas en apartados anteriores, y dependerá de si el suministro es monofásico o trifásico y de dicha potencia.

Las fórmulas que emplearemos a continuación, nos dan el valor de la intensidad de fase, por lo que nos dará la sección del conductor de fase.

El conductor neutro se elegirá en función del conductor de fase seleccionado.

Para los conductores monofásicos, el valor de la intensidad será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

I	Intensidad de cálculo (A)
P	Potencia (W)
V	Tensión (V)
COS θ	Factor de potencia

Tabla 2.1

Para los conductores trifásicos el valor de la intensidad será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

I	Intenisdad de cáclulo (A)
P	Potencia (W)
V	Tensión (V)
COS θ	Factor de potencia

Tabla 2.2

Una vez obtenido el valor de la corriente para cada conductor, escogeremos el valor normalizado inmediatamente superior, que aparece recogido en la siguiente tabla mencionada en apartados superiores:

Método de instalación de la Tabla 52-B1		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A1	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	CONDUCTORES AISLADOS EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B1			PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared	C				PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ² , Cobre (Cu)														
1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	—	—
2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	—	—
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	—	—
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	—	—
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	—	—
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	—	—
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	—
35		—	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	—
50		—	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	—
70		—	—	—	149	160	171	185	199	214	224	244	269	—
95		—	—	—	180	194	207	224	241	259	271	296	327	—
120		—	—	—	208	225	240	260	280	301	314	348	380	—
150		—	—	—	236	260	278	299	322	343	363	404	438	—
185		—	—	—	268	297	317	341	368	391	415	464	500	—
240		—	—	—	315	350	374	401	435	468	490	552	590	—

Tabla 2.3

Para nuestra instalación, se han elegido conductores unipolares, con recubrimiento XPLE, con montaje superficial o empotrados en obra.

Los resultados de las secciones elegidas para cada sub-cuadro y agrupación se detallan en las siguientes tablas:

Secciones C.G.D:

Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Acometida	77952	140,65	150	3x50mm ² Cu	3
Derivación individual	77952	140,65	160	4x70mm ² Cu	3
Agrupación sala exposiciones	1505,25	6,54	29	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrupación iluminación aseos	198,45	0,86	29	2x1,50mm ² Cu	0,2
Agrupación ilu entrada-cuadros	255,15	1,1	29	2x1,50mm ² Cu	0,2
Agrupación ilu chapa	387	1,68	29	2x1,50mm ² Cu	0,2
Ilu-fuerza taller A.1	2606,4	4,18	29	2x2,5mm ² Cu	0,2
Ilu-fuerza taller A.2	2606,4	4,18	29	2x2,5mm ² Cu	0,2
Ilu-fuerza taller A.3	2606,4	4,18	29	2x2,5mm ² Cu	0,2
Plega 1	3750	7,001	16,5	4x2,5mm ² Cu	9
Plega 2	3750	7,001	16,5	4x2,5mm ² Cu	14
Plega 3	3750	7,001	16,5	4x2,5mm ² Cu	20
Láser	6250	11,79	16,5	4x2,5mm ² Cu	25
Cizalla 1	2500	4,66	16,5	4x2,5mm ² Cu	30
Sub. Comedor	1502,4	7,28	16,5	2x2,5mm ² Cu	13,5
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	3081,6	16,74	20	2x2,5mm ² Cu	8,5
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	5303,2	28,82	38	2x4mm ² Cu	13,5
Sub. Almacén.	2539,2	13,8	38	2x4mm ² Cu	80
Subcuadro 2	42321,2	76,35	95	4x25mm ² Cu	60

Tabla 2.4

Los conductores seleccionados para las agrupaciones y sub-cuadros que irán en el C.G.D son:

Agrupación sala exposiciones:

Agrupación sala exposiciones					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu. Sala expo 1.1	157,5	0,68	20	2x1,5mm ² Cu	45
Ilu. Sala expo 1.2	157,5	0,68	20	2x1,5mm ² Cu	47
Ilu. Sala expo 1.3	157,5	0,68	20	2x1,5mm ² Cu	49
Fuerza sala expo	1200	5,21	26,5	2x2,5mm ² Cu	49

Tabla 2.5

Agrupación iluminación aseos:

Agrupación iluminación aseos					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Iluminación aseos oficina	94,5	0,410869565	20	2x1,5mm ² Cu	13
Iluminación aseos taller	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	17

Tabla 2.6

Agrupación ilu-entrada cuadros:

Agrupación iluminación entrada-cuadros					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu cuadros	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	7
Ilu entrada	157,5	0,684782609	20	2x1,5mm ² Cu	5

Tabla 2.7

Agrupación ilu chapa:

Agrupación ilu chapa					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu chapa 1	150,5	0,654347826	20	2x1,5mm ² Cu	65
Ilu chapa 2	150,5	0,654347826	20	2x1,5mm ² Cu	70
Ilu chapa 3	129	0,560869565	20	2x1,5mm ² Cu	70

Tabla 2.8

Agrupación ilu-fue taller A.1:

Agrupación ilu-fue taller A1					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu taller A 1.1	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Ilu taller A 1.2	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Ilu taller A 1.3	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Fuerza taller A1	1800	9,782608696	26,5	2x2,5mm ² Cu	60

Tabla 2.9

Agrupación ilu-fue taller A.2:

Agrupación ilu-fue taller A2					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu taller A 2.1	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	37
Ilu taller A 2.2	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	37
Ilu taller A 2.3	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	37
Fuerza taller A2	1800	9,782608696	26,5	2x2,5mm ² Cu	50

Tabla 2.10

Agrupación ilu-fue taller A.3:

Agrupación ilu-fue taller A3					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu taller A 3.1	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Ilu taller A 3.2	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Ilu taller A 3.3	486	2,113043478	20	2x1,5mm ² Cu	50
Fuerza taller A3	1800	9,782608696	26,5	2x2,5mm ² Cu	50

Tabla 2.11

Sub-cuadro comedor:

Sub. Comedor					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu comedor 1	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	10
Ilu comedor 2	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	13
Ilu comedor 3	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	16
Fuerza comedor	1500	8,152173913	26,5	2x2,5mm ² Cu	10

Tabla 2.12

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 2:

Sub. Ilu-fuerza ofi2					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu ofi 2.1	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	6,25
Ilu ofi 2.2	126	0,547826087	20	2x1,5mm ² Cu	9
Fuerza ofi 2	3600	15,65217391	26,5	2x2,5mm ² Cu	10

Tabla 2.13

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 1:

Sub. Ilu-fuerza ofi1					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu ofi 1.1	220	0,956521739	20	2x1,5mm ² Cu	13
Ilu ofi 1.2	220	0,956521739	20	2x1,5mm ² Cu	15
Ilu ofi 1.3	189	0,82173913	20	2x1,5mm ² Cu	17
Fuerza ofi 1.1	3000	14,49275362	26,5	2x2,5mm ² Cu	15
Fuerza ofi 1.2	3000	14,49275362	26,5	2x2,5mm ² Cu	17

Tabla 2.14

Sub-cuadro almacén:

Sub. Almacén					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu alm. Gral 1.1	258	1,12173913	20	2x1,5mm ² Cu	40
Ilu alm. Gral 1.2	258	1,12173913	20	2x1,5mm ² Cu	40
Ilu alm. Gral 1.3	258	1,12173913	20	2x1,5mm ² Cu	35
Fuerz. Alm. Gral	2400	13,04347826	26,5	2x2,5mm ² Cu	40

Tabla 2.15

Sub-cuadro 2, compuesto por agrupaciones y maquinaria:

Subcuadro 2					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Compresor 1	3750	7,07	23	4x2,5mm ² Cu	45
Compresor 2	3750	7,07	23	4x2,5mm ² Cu	47
Cizalla 2	3125	5,89	23	4x2,5mm ² Cu	38
Agrup sold. 1-2	5600	10,11	23	4x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup sold. 3-4	5600	10,11	23	4x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup sold. 5-6	5600	10,11	23	4x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.1	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.2	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.3	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.4	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.5	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2
Agrup ilu-fuerza B.6	2995,2	15,88	26,5	2x2,5mm ² Cu	0,2

Tabla 2.15

Agrupación soldadura. 1-2:

Agrupación soldadura 1-2					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Soldadura 1	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	26
Soldadura 2	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	31

Tabla 2.16

Agrupación soldadura. 3-4:

Agrupación soldadura 3-4					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Soldadura 3	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	36
Soldadura 4	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	41

Tabla 2.17

Agrupación soldadura 5-6:

Agrupación soldadura 5-6					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Soldadura 5	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	46
Soldadura 6	3500	5,94	23	4x2,5mm ² Cu	51

Tabla 2.18

Agrupación ilu-fuerz. B1:

Agrupación Ilu-fuerz. B1					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 1.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Ilu B 1.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Ilu B 1.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Fuerza B1	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	37

Tabla 2.19

Agrupación ilu-fuerz. B2:

Agrupación Ilu-fuerz. B2					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 2.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	57
Ilu B 2.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	57
Ilu B 2.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	57
Fuerza B2	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	57

Tabla 2.20

Agrupación ilu-fuerz. B3:

Agrupación Ilu-fuerz. B3					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 3.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	49
Ilu B 3.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	49
Ilu B 3.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	49
Fuerza B3	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	37

Tabla 2.21

Agrupación ilu-fuerz. B4:

Agrupación Ilu-fuerz. B4					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 4.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Ilu B 4.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Ilu B 4.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	53
Fuerza B4	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	38

Tabla 2.22

Agrupación ilu-fuerz. B5:

Agrupación ilu-fuerz. B5					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 5.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	56
Ilu B 5.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	56
Ilu B 5.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	56
Fuerza B5	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	41

Tabla 2.23

Agrupación ilu-fuerz. B6:

Agrupación ilu-fuerz. B6					
Nombre línea	Potencia prevista (W)	I. de cálculo (A)	I. tablas (A)	Sección elegida (mm ²)	Longitud (m)
Ilu B 6.1	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	60
Ilu B 6.2	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	60
Ilu B 6.3	648	2,81	20	2x1,5mm ² Cu	60
Fuerza B6	1800	9,78	26,5	2x2,5mm ² Cu	45

Tabla 2.24

2.1.2 Cálculo de secciones por criterio de máxima caída de tensión.

Para el cálculo de secciones mediante el criterio de máxima caída de tensión, lo que se hace es limitar la caída de tensión en el principio y fin de cada línea, sin que esta caída de tensión sea superior a la establecida en el REBT.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de secciones por este método son las siguientes:

Caída de tensión para conductores monofásicos:

$$e = \frac{2.l.P}{K.V.S} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Dónde:

e (V)	Caída de tensión
l (m)	Longitud conductor
P (W)	Potencia
K	Conductividad
v (V)	Tensión suministro
S (mm ²)	Sección

Tabla 2.25

Caída de tensión para conductores trifásicos:

$$e = \frac{l.P}{K.V.S} \text{ (Ecuación 4)}$$

Dónde:

e (V)	Caída de tensión
l (m)	Longitud conductor
P (W)	Potencia
K	Conductividad
v (V)	Tensión suministro
S (mm ²)	Sección

Tabla 2.26

Cálculo de conductividad eléctrica K:

La conductividad eléctrica es la capacidad que tendrán nuestros conductores de conducir la electricidad.

Esta conductividad eléctrica varía con la temperatura del conductor. A mayor temperatura, el conductor tendrá mayor resistividad (resistencia al paso de la corriente eléctrica), y por tanto, menor conductividad.

Por tanto, habrá que calcular para cada conductor, la conductividad eléctrica que posee, dependiendo de la temperatura de estos. Esta temperatura vendrá dada dependiendo de la intensidad que circula por cada conductor.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de este parámetro son:

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)] \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2] \quad (\text{Ecuación 7})$$

Dónde:

K	Conductividad del conductor a la temperatura T.
ρ	Resistividad del conductor a la temperatura T.
ρ_{20}	Resistividad del conductor a 20°C.
α	Coefficiente de temperatura
T	Temperatura del conductor (°C).
T ₀	Temperatura ambiente (°C)
T _{max}	Temperatura máxima admisible del conductor (°C)
I	Intensidad prevista por el conductor (A)
I _{max}	Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Tabla 2.27

Los valores de ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C, son:

$$\begin{aligned} \text{Cu} &= 0.018 \\ \text{Al} &= 0.029 \end{aligned}$$

Los valores para T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C), son:

$$\begin{aligned} \text{XLPE, EPR} &= 90^\circ\text{C} \\ \text{PVC} &= 70^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Una vez definidas las fórmulas empleadas para el cálculo de secciones por el criterio de máxima caída de tensión, procedemos al cálculo de estos.

Para ello, comprobaremos que, con las secciones seleccionadas en el criterio térmico, no se sobrepasan los valores de caída de tensión estipulados en el reglamento (4.5% para líneas de alumbrado, 6.5% para líneas de demás usos).

Si en el cálculo de alguna sección se sobrepasase el valor, se tendrá que modificar esa sección, a una sección mayor.

Los resultados de los cálculos vienen especificados en las siguientes tablas:

Resultados C.G.D:

C.G.D												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm²)	ρ	T(°C)	K	e (V)	% Caída V	%Caída V total
Acometida	77952	140,65	150	3	400	35	0,02251308	83,9609389	44,4186148	0,37605855	0,09401464	0,1550252
Derivación individual	77952	140,65	160	3	400	50	0,02213747	78,6375439	45,1722903	0,25884895	0,06471224	0,04010002
Agrupación sala exposiciones	1505,25	6,54	26,5	0,2	230	2,5	0,01962608	43,0453257	50,9526147	0,02055106	0,00893525	0,048935245
Agrupación iluminación aseos	198,45	0,86	26,5	0,2	230	2,5	0,01941492	40,0526593	51,5067909	0,00268027	0,00116534	0,041165335
Agrupación ilu entrada-cuadros	255,15	1,1	26,5	0,2	230	2,5	0,01941728	40,0861517	51,5005221	0,00344648	0,00149847	0,041498471
Agrupación ilu chapa	387	1,68	26,5	0,2	230	2,5	0,01942538	40,2009541	51,4790462	0,00522965	0,00227376	0,042273761
Ilu-fuerza taller A.1	2606,4	4,18	26,5	0,2	230	2,5	0,01949898	41,2440299	51,2847372	0,03535453	0,01537154	0,055371535
Ilu-fuerza taller A.2	2606,4	4,18	26,5	0,2	230	2,5	0,01949898	41,2440299	51,2847372	0,03535453	0,01537154	0,055371535
Ilu-fuerza taller A.3	2606,4	4,18	26,5	0,2	230	2,5	0,01949898	41,2440299	51,2847372	0,03535453	0,01537154	0,055371535
Plega 1	3750	7,001	16,5	9	400	1,5	0,02004636	49,0016531	49,8843764	1,25289729	0,31322432	0,353224323
Plega 2	3750	7,001	16,5	14	400	1,5	0,02004636	49,0016531	49,8843764	1,94895134	0,48723784	0,527237835
Plega 3	3750	7,001	16,5	20	400	1,5	0,02004636	49,0016531	49,8843764	2,7842162	0,69605405	0,73605405
Láser	6250	11,79	16,5	25	400	1,5	0,02121251	65,5287603	47,1419946	6,13787886	1,53446971	1,574469714
Cizalla 1	2500	4,66	16,5	30	400	1,5	0,01969261	43,9881726	50,7804821	2,73508409	0,68377102	0,723771023
Sub. Comedor	1502,4	7,28	29	13,5	230	2,5	0,01963353	43,1509156	50,9332795	1,38509593	0,60221562	0,642215623
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	3081,6	16,74	26,5	8,5	230	2,5	0,02081902	59,9521253	48,0329961	1,89678307	0,82468829	0,864688293
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	5303,2	28,82	36	13,5	230	4	0,02167226	72,0444599	46,1419406	3,37301356	1,46652763	1,506527633
Sub. Almacén.	2539,2	13,8	36	80	230	4	0,01992962	47,3472222	50,1765714	8,80092019	3,82648704	3,86648704
Subcuadro 2	42321,2	76,35	95	60	400	25	0,02168996	72,2954155	46,1042709	5,50767196	1,37691799	1,41691799

Tabla 2.28

Agrupación sala exposiciones:

Agrupación sala exposiciones												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Ilu. Sala expo 1.1	157,5	0,68	20	45	230	1,5	0,01941528	40,0578	51,5058286	0,7977147	0,34683248	0,434832477
Ilu. Sala expo 1.2	157,5	0,68	20	47	230	1,5	0,01941528	40,0578	51,5058286	0,83316868	0,36224725	0,450247254
Ilu. Sala expo 1.3	157,5	0,68	20	49	230	1,5	0,01941528	40,0578	51,5058286	0,86862267	0,37766203	0,465662031
Fuerza sala expo	1200	5,21	26,5	49	230	2,5	0,01954757	41,9326522	51,1572592	3,99790259	1,73821852	1,826218518

Tabla 2.29

Agrupación iluminación aseos:

Agrupación iluminación aseos												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Iluminación aseos oficina	94,5	0,41086957	20	13	230	1,5	0,01941269	40,0211017	51,5126989	0,13825211	0,06010961	0,141274947
Iluminación aseos taller	126	0,54782609	20	17	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,24106933	0,10481275	0,186311225

Tabla 2.30

Agrupación ilu entrada-cuadros:

Agrupación ilu entrada-cuadros												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
ilu cuadros	126	0,54782609	20	7	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,09926384	0,04315819	0,124656664
ilu entrada	157.5	0.68478261	20	5	230	1.5	0.01941534	40.0586159	51.5056759	0.08863523	0.03853706	0.120035527

Tabla 2.31

Agrupación ilu-chapa:

Agrupación ilu chapa												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
ilu chapa 1	150,5	0,65434783	20	65	230	1,5	0,01941498	40,0535214	51,5066295	1,10102613	0,47870701	0,560980774
ilu chapa 2	150,5	0,65434783	20	70	230	1,5	0,01941498	40,0535214	51,5066295	1,18572045	0,51553063	0,59780439
ilu chapa 3	129	0,56086957	20	70	230	1,5	0,01941397	40,0393218	51,5092877	1,01627936	0,44186059	0,524134354

Tabla 2.32

Agrupación ilu-fue taller A.1:

Agrupaciónilu-fue taller A.1												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
ilu taller A 1.1	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
ilu taller A 1.2	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
ilu taller A 1.3	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
Fuerza taller A1	1800	9,7826087	26,5	60	230	2,5	0,01989198	46,8137724	50,271517	7,47246545	3,24889802	3,34389802

Tabla 2.33

Agrupación ilu-fue taller A.2:

Agrupación ilu-fue taller A.2												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Ilu taller A 2.1	486	2,11304348	20	37	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,02759621	0,88156357	0,976563568
Ilu taller A 2.2	486	2,11304348	20	37	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,02759621	0,88156357	0,976563568
Ilu taller A 2.3	486	2,11304348	20	37	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,02759621	0,88156357	0,976563568
Fuerza taller A2	1800	9,7826087	26,5	50	230	2,5	0,01989198	46,8137724	50,271517	6,22705454	2,70741502	2,802415017

Tabla 2.34

Agrupación ilu-fue taller A.3:

Agrupación ilu-fue taller A.3												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
ilu taller A 3.1	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
ilu taller A 3.2	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
ilu taller A 3.3	486	2,11304348	20	50	230	1,5	0,01945058	40,5581191	51,4123463	2,73999487	1,19130212	1,286302118
Fuerza taller A3	1800	9,7826087	26,5	50	230	2,5	0,01989198	46,8137724	50,271517	6,22705454	2,70741502	2,802415017

Tabla 2.35

Sub-cuadro comedor:

Subcuadro comedor												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
llu comedor 1	126	0,54782609	20	10	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,14180549	0,06165456	0,747854561
llu comedor 2	126	0,54782609	20	13	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,18434714	0,08015093	0,76635093
llu comedor 3	126	0,54782609	20	16	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,22688879	0,0986473	0,784847298
Fuerza comedor	1500	8,15217391	26.5	10	230	2.5	0.01974507	44.7317864	50.6455411	1.03017782	0.4479034	1.134103399

Tabla 2.36

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi2:

Subcuadro ilu-fuerza ofi2.												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
llu ofi 2.1	126	0,54782609	20	6,25	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,08862843	0,0385341	0,942534101
llu ofi 2.2	126	0,54782609	20	9	230	1,5	0,01941385	40,0375142	51,5096261	0,12762494	0,05548911	0,959489105
Fuerza ofi 2	3600	15.6521739	26.5	10	230	2.5	0.020642	57.4432573	48.444927	2.58473692	1.12379866	2.027798661

Tabla 2.37

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi1:

Subcuadro ilu-fuerza ofi1.												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
llu ofi 1.1	220	0,95652174	20	13	230	1,5	0,01941927	40,1143667	51,4952423	0,32196586	0,13998516	1,689585158
llu ofi 1.2	220	0,95652174	20	15	230	1,5	0,01941927	40,1143667	51,4952423	0,37149907	0,16152134	1,711121336
llu ofi 1.3	189	0,82173913	20	17	230	1,5	0,01941716	40,0844069	51,5008487	0,36166563	0,15724593	1,706845927
Fuerza ofi 1.1	3000	14,4927536	26,5	15	230	2,5	0,02046641	54,9547816	48,8605491	3,20343799	1,39279913	2,942399127
Fuerza ofi 1.2	3000	14,4927536	26,5	17	230	2,5	0,02046641	54,9547816	48,8605491	3,63056306	1,57850568	3,128105677

Tabla 2.38

Sub-cuadro almacén:

Subcuadro almacén.												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
llu alm. Gral 1.1	258	1,12173913	20	40	230	1,5	0,0194223	40,1572873	51,4872128	1,1619601	0,50520004	4,411200044
llu alm. Gral 1.2	258	1,12173913	20	40	230	1,5	0,0194223	40,1572873	51,4872128	1,1619601	0,50520004	4,411200044
llu alm. Gral 1.3	258	1,12173913	20	35	230	1,5	0,0194223	40,1572873	51,4872128	1,01671509	0,44205004	4,348050038
Fuerz. Alm. Gral	2400	13,0434783	26,5	40	230	2,5	0,02026592	52,1133731	49,3439242	6,76705489	2,94219778	6,84819778

Tabla 2.39

Sub-cuadro 2:

Subcuadro 2.												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Compresor 1	3750	7,07	23	45	400	2,5	0,01974456	44,7244707	50,6468652	3,70210475	0,92552619	2,379526187
Compresor 2	3750	7,07	23	47	400	2,5	0,01974456	44,7244707	50,6468652	3,86664274	0,96666068	2,420660684
Cizalla 2	3125	5,89	23	38	400	2,5	0,01964257	43,2790265	50,90984	2,59172774	0,64793193	2,101931934
Agrup sold. 1-2	5600	10,11	23	0,2	400	2,5	0,02009287	49,660879	49,7688941	0,02250402	0,005626	1,459626004
Agrup sold. 3-4	5600	10,11	23	0,2	400	2,5	0,02009287	49,660879	49,7688941	0,02250402	0,005626	1,459626004
Agrup sold. 5-6	5600	10,11	23	0,2	400	2,5	0,02009287	49,660879	49,7688941	0,02250402	0,005626	1,459626004
Agrup ilu-fuerza B.1	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705
Agrup ilu-fuerza B.2	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705
Agrup ilu-fuerza B.3	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705
Agrup ilu-fuerza B.4	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705
Agrup ilu-fuerza B.5	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705
Agrup ilu-fuerza B.6	2995,2	15,88	26,5	0,2	230	2,5	0,02067809	57,9547455	48,3603734	0,04308522	0,0187327	1,472732705

Tabla 2.40

Agrupación ilu-fuerz B.1:

Ilufuerz. B1												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Iluf B 1.1	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Iluf B 1.2	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Iluf B 1.3	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Fuerza B1	1800	9,78	26,5	37	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	4,60796097	2,00346129	3,47616129

Tabla 2.41

Agrupación ilu-fuerza B.2:

Ilufuerz. B2												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Iluf B 2.1	648	2,81	20	57	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,17127211	1,81359657	3,28629657
Iluf B 2.2	648	2,81	20	57	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,17127211	1,81359657	3,28629657
Iluf B 2.3	648	2,81	20	57	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,17127211	1,81359657	3,28629657
Fuerza B2	1800	9,78	26,5	57	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	7,09875068	3,08641334	4,559113339

Tabla 2.42

Agrupación ilu-fuerza B.3:

Ilufuerz. B3												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Iluf B 3.1	648	2,81	20	49	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,58583041	1,5590567	3,031756701
Iluf B 3.2	648	2,81	20	49	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,58583041	1,5590567	3,031756701
Iluf B 3.3	648	2,81	20	49	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,58583041	1,5590567	3,031756701
Fuerza B3	1800	9,78	26,5	37	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	4,60796097	2,00346129	3,47616129

Tabla 2.43

Agrupación ilu-fuerza B.4:

Ilufuerz. B4												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Iluf B 4.1	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Iluf B 4.2	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Iluf B 4.3	648	2,81	20	53	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	3,87855126	1,68632664	3,159026636
Fuerza B4	1800	9,78	26,5	38	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	4,73250045	2,05760889	3,530308893

Tabla 2.43

Agrupación ilu-fuerza B.5:

Ilufuerz. B5												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Iluf B 5.1	648	2,81	20	56	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,0980919	1,78177909	3,254479087
Iluf B 5.2	648	2,81	20	56	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,0980919	1,78177909	3,254479087
Iluf B 5.3	648	2,81	20	56	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,0980919	1,78177909	3,254479087
Fuerza B5	1800	9,78	26,5	41	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	5,10611891	2,2200517	3,6927517

Tabla 2.44

Agrupación ilu-fuerza B6:

ilu-fuerz. B6												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e	% Caída V	Caída V total
Ilú B 6.1	648	2,81	20	60	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,39081275	1,90904902	3,381749021
Ilú B 6.2	648	2,81	20	60	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,39081275	1,90904902	3,381749021
Ilú B 6.3	648	2,81	20	60	230	1,5	0,01948084	40,9870125	51,3324793	4,39081275	1,90904902	3,381749021
Fuerza B6	1800	9,78	26,5	45	230	2,5	0,01989172	46,8101388	50,272165	5,60427685	2,43664211	3,90934211

Tabla 2.45

Agrupación soldadura 1-2:

Agrupación soldadura 1-2												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Soldadura 1	3500	5,94	23	26	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	1,78783268	0,44695817	1,905958169
Soldadura 2	3500	5,94	23	31	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	2,13164665	0,53291166	1,991911663

Tabla 2.46

Agrupación soldadura 3-4:

Agrupación soldadura 3-4												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Soldadura 1	3500	5,94	23	36	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	2,47546063	0,61886516	2,077865157
Soldadura 2	3500	5,94	23	41	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	2,81927461	0,70481865	2,163818651

Tabla 2.47

Agrupación soldadura 5-6:

Agrupación soldadura 5-6												
Nombre línea	P (W)	I cálculo (A)	I máx. (A)	L(m)	V (v)	S (mm ²)	ρ	T	K	e (V)	% Caída V	Caída V total
Soldadura 1	3500	5,94	23	46	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	3,16308858	0,79077215	2,249772145
Soldadura 2	3500	5,94	23	51	400	2,5	0,01964651	43,3349338	50,8996178	3,50690256	0,87672564	2,33572564

Tabla 2.48

2.1.3 Resultados en la elección de conductores.

Una vez calculadas las secciones por ambos criterios, y comprobando que cumple correctamente se muestran las tablas con los resultados de los conductores elegidos.

En estas tablas se incluyen también los conductores de tierra a instalar en cada una de las partes de nuestra instalación en función a la tabla:

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

Tabla 2.49

Los conductores empleados en nuestra instalación son cables unipolares, recubiertos de XLPE, en montaje superficial o empotrados en obra:

C.G.D		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Acometida	3x35mm ² AL	
Derivación individual	4x50mm ² Cu	25mm ² Cu
Agrupación sala exposiciones	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrupación iluminación aseos	2x1,50mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Agrupación ilu entrada-cuadros	2x1,50mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Agrupación ilu chapa	2x1,50mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu-fuerza taller A.1	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Ilu-fuerza taller A.2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Ilu-fuerza taller A.3	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Plega 1	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Plega 2	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Plega 3	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Láser	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Cizalla 1	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Sub. Comedor	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	2x4mm ² Cu	4mm ² Cu
Sub. Almacén.	2x4mm ² Cu	4mm ² Cu
Subcuadro 2	4x25mm ² Cu	16mm ² Cu

Tabla 2.50

Agrupación ilu-fue taller A.1		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu taller A 1.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 1.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 1.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza taller A1	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.51

Sub. Comedor		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu comedor 1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu comedor 2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu comedor 3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza comedor	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.52

Sub.ilu-fuerz ofi 2		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu ofi 2.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu ofi 2.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza ofi 2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.53

Agrupación sala exposiciones		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu. Sala expo 1.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu. Sala expo 1.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu. Sala expo 1.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza sala expo	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.54

Agrupación iluminación aseos		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Iluminación aseos oficina	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Iluminación aseos taller	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu

Tabla 2.55

Agrupación iluminación entrada-cuadros		
Nombre línea	Seccion (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu cuadros	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu entrada	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu

Tabla 2.56

Agrupación ilu-fue taller A.2		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu taller A 2.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 2.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 2.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza taller A2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.57

Agrupación ilu-fue taller A.3		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu taller A 3.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 3.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 3.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu taller A 3	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.58

Sub.ilu-fuerz ofi 1		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilu ofi 1.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu ofi 1.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilu ofi 1.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza ofi 1.1	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Fuerza ofi 1.2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.60

Subcuadro 2		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Compresor 1	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Compresor 2	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Cizalla 2	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup sold. 1-2	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup sold. 3-4	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup sold. 5-6	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.1	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.3	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.4	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.5	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Agrup ilu-fuerza B.6	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.63

Agrupación ilu chapa		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú chapa 1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú chapa 2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú chapa 3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu

Tabla 2.61

Sub. Almacén		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú alm. Gral 1.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú alm. Gral 1.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú alm. Gral 1.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerz. Alm. Gral	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.62

Agrupación soldadura 3-4		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Soldadura 3	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Soldadura 4	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.64

Agrupación soldadura 5-6		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Soldadura 5	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Soldadura 6	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.65

Agrupación soldadura 1-2		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Soldadura 1	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu
Soldadura 2	4x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.66

Agrupación ilu-fuerza B.1		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 1.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 1.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 1.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B1	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.67

Agrupación ilu-fuerza B.2		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 2.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 2.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 2.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B2	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.68

Agrupación ilu-fuerza B.3		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 3.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 3.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 3.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B3	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.69

Agrupación ilu-fuerza B.4		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 4.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 4.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 4.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B4	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.70

Agrupación ilu-fuerza B.5		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 5.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 5.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 5.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B5	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.71

Agrupación ilu-fuerza B.6		
Nombre línea	Sección (mm ²)	Seccion tierra(mm ²)
Ilú B 6.1	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 6.2	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Ilú B 6.3	2x1,5mm ² Cu	1,5mm ² Cu
Fuerza B6	2x2,5mm ² Cu	2,5mm ² Cu

Tabla 2.72

2.2 Cálculo de interruptor magneto-térmico. Corrientes de cortocircuito.

En este apartado se ha realizado el cálculo de las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas (trifásicas y monofásicas), para obtener el valor del poder de corte de nuestros interruptores magneto-térmicos y la curva de disparo.

El poder de corte de estos dispositivos debe de ser mayor que la máxima intensidad de cortocircuito producida en el circuito. Al producirse un cortocircuito, la intensidad nominal se eleva exponencialmente al orden de valores de kA. Como ejemplo, si se produce un cortocircuito, con una corriente de cortocircuito de 10 kA, necesitamos un magneto-térmico con un poder de corte superior a estos 10 kA, para que este pueda abrir el circuito impidiendo el paso de la corriente que circula por él. Si el poder de corte fuera inferior a 10 kA, esta corriente dañaría el dispositivo, y éste no sería capaz de interrumpir el paso de la corriente.

En cuanto a la curva de disparo, es la rapidez con la que el interruptor es capaz de cortar el paso de la corriente por un circuito en el momento de un cortocircuito.

La curva de disparo de estos dispositivos es de la siguiente forma:

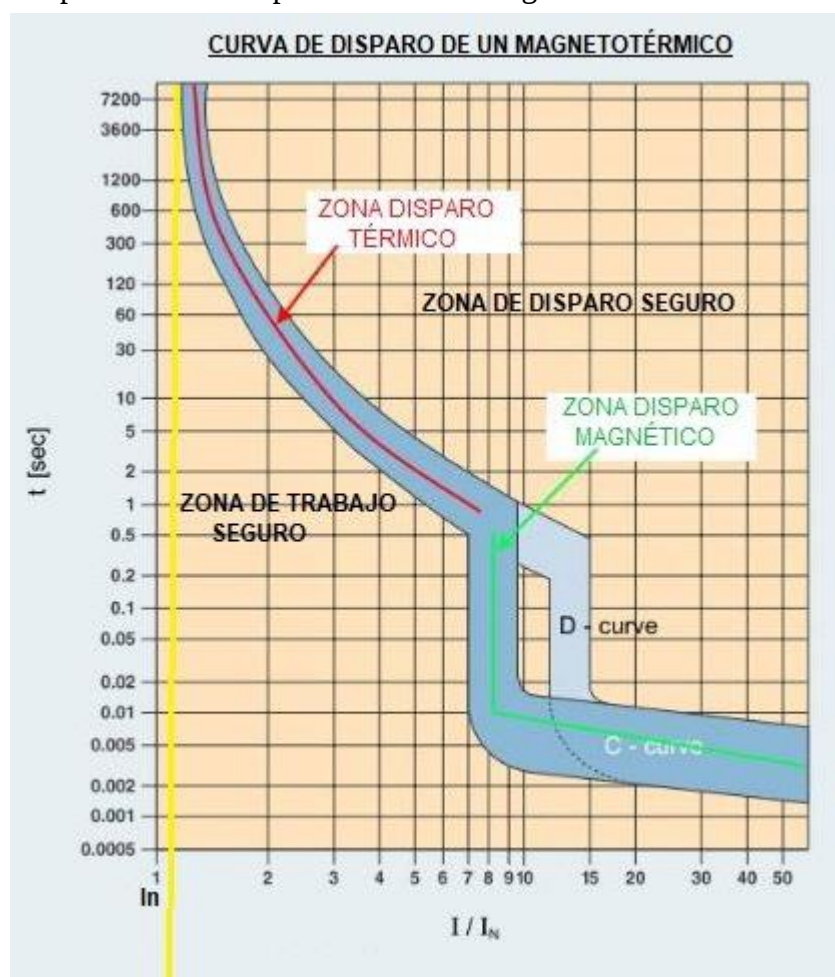


Figura 2.1

Los tipos de curvas empleadas en los magneto-térmicos que llevará nuestra instalación, en función del circuito a proteger son:

-Curva B: Utilizada para la protección de generadores y grandes longitudes de cable. Saltará en 0.1s, cuando la intensidad atraviesa el dispositivo está entre $3I_n$ - $5I_n$.

-Curva C: Utilizada en tomas de alumbrado, tomas de corriente, etc. Saltará con una intensidad de $5 I_n$ a $10 I_n$.

-Curva D: Empleado en receptores con fuertes puntas de arranque como motores o generadores. Saltará con una intensidad de $10I_n$ a $20I_n$.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se han cogido las fórmulas que aparecen en el anexo 3 de cálculo de la guía de baja tensión.

Como dice este anexo, al desconocer la impedancia del circuito de alimentación a la red, supondremos la tensión de cortocircuito al inicio de la instalación eléctrica como 0.80 veces el valor de la tensión nominal. Hemos despreciado la inductancia de los cables.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de la I_{cc} han sido:

I_{cc} monofásica:

I_{cc} trifásica:

$$I_{cc} = \frac{0.80.V_{fase}}{2.R} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$I_{cc} = \frac{0.80.V_{linea}}{\sqrt{3}.R} \quad (\text{Ecuación 9})$$

I_{cc}	Intensidad c.c (A)
V	Tensión (V)
R	Impedancia línea (Ω)

Tabla 2.73

Para el cálculo de la impedancia de la línea se ha empleado la fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Dónde:

R	Impedancia (Ω)
L	Longitud (m)
S	Sección (mm^2)
ρ	resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

Tabla 2.74

Para el cálculo de la impedancia de la línea hemos utilizado una resistividad del cobre 0.02 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, es decir una resistividad media.

Para el cálculo de cortocircuito trifásico, debemos considerar las líneas que tenemos aguas arriba de dónde se produce dicho cortocircuito, justo antes de la protección, sin tener en cuenta la longitud de la línea en sí.

Para el cálculo del cortocircuito monofásico, debemos de tener en cuenta además de las impedancias de las líneas que tenemos aguas arriba, la impedancia de la línea dónde se produce el cortocircuito.

Los resultados obtenidos aparecen en las tablas posteriores, dónde se resume la In de cada magneto-térmico, su poder de corte y su curva:

Cuadro general de distribución:

C.G.D								
Nombre línea	Sección(mm^2)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Derivación individual	50	3	0,0127	7244,09449	16000	22	B,C,D	160
Agrupación sala exposiciones	2,5	0,2	0,00168	6397,77469	14547,8351	15		
Agrupación iluminación aseos	1,5	0,2	0,0028	5935,48387	14547,8351	15		
Agrupación ilu entrada-cuadros	1,5	0,2	0,0028	5935,48387	14547,8351	15		
Agrupación ilu chapa	1,5	0,2	0,0028	5935,48387	14547,8351	15		
Ilu-fuerza taller A.1	2,5	0,2	0,00168	6397,77469	14547,8351	15		
Ilu-fuerza taller A.2	2,5	0,2	0,00168	6397,77469	14547,8351	15		
Ilu-fuerza taller A.3	2,5	0,2	0,00168	6397,77469	14547,8351	15		
Plega 1	2,5	9	0,0756	1041,9026	14547,8351	15	B,C,D	16
Plega 2	2,5	14	0,1176	706,062932	14547,8351	15	B,C,D	16
Plega 3	2,5	20	0,168	509,131157	14547,8351	15	B,C,D	16
Láser	2,5	25	0,21	413,11181	14547,8351	15	B,C,D	16
Cizalla 1	2,5	30	0,252	347,563279	14547,8351	15	B,C,D	16
Sub. Comedor	2,5	13,5	0,1134	729,579699	14547,8351	15	B,C,D	16
Sub. Ilu-fuerza ofi 2	2,5	8,5	0,0714	1093,93579	14547,8351	15	B,C,D	20
Sub. Ilu-fuerza ofi 1	4	13,5	0,070875	1100,80766	14547,8351	15	B,C,D	30
Sub. Almacén.	4	80	0,42	212,618442	14547,8351	15	B,C,D	16
Subcuadro 2	25	60	0,0504	1458,00317	14547,8351	15	B,C,D	100

Tabla 2.75

Agrupación sala exposiciones:

Agrupación sala exposiciones								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu. Sala expo 1.1	1,5	45	0,63	142,772898	12848,2271	15	B,C	10
Ilu. Sala expo 1.2	1,5	47	0,658	136,827389	12848,2271	15	B,C	10
Ilu. Sala expo 1.3	1,5	49	0,686	131,357263	12848,2271	15	B,C	10
Fuerza sala expo	2,5	49	0,4116	215,972581	12848,2271	15	B,C	16

Tabla 2.76

Agrupación iluminación aseos:

Agrupacióniluminación aseos								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Iluminación aseos oficina	1,5	13	0,182	465,822785	11919,8391	15	B,C	10
Iluminación aseos taller	1,5	17	0,238	362,919132	11919,8391	15	B,C	10

Tabla 2.77

Agrupación iluminación entrada-cuadros:

Agrupación iluminación entrada-cuadros								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu cuadros	1,5	7	0,098	810,572687	11919,8391	15	B,C	10
Ilu entrada	1,5	5	0,07	1076,02339	11919,8391	15	B,C	10

Tabla 2.78

Agrupación iluminación chapa:

Agrupación iluminación chapa								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu chapa 1	1,5	65	0,91	99,4057266	11919,8391	15	B	10
Ilu chapa 2	1,5	70	0,98	92,4158714	11919,8391	15	B	10
Ilu chapa 3	1,5	70	0,98	92,4158714	11919,8391	15	B	10

Tabla 2.79

Iluminación fue-taller A.1:

Ilu fuerza taller A.1								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu taller A 1.1	1,5	50	0,7	128,783	12848,227	15	B,C	10
Ilu taller A 1.2	1,5	50	0,7	128,783	12848,227	15	B,C	10
Ilu taller A 1.3	1,5	50	0,7	128,783	12848,227	15	B,C	10
Fuerza taller A1	2,5	60	0,504	177,47598	12848,227	15	B,C	16

Tabla 2.80

Iluminación fue-taller A.2:

Ilu fuerza taller A.2								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu taller A 2.1	1,5	37	0,518	172,8089	12848,227	15	B,C	10
Ilu taller A 2.2	1,5	37	0,518	172,8089	12848,227	15	B,C	10
Ilu taller A 2.3	1,5	37	0,518	172,8089	12848,227	15	B,C	10
Fuerza taller A2	2,5	50	0,42	211,79612	12848,227	15	B,C	16

Tabla 2.81

Iluminación fue-taller A.3:

Ilu fuerza taller A.3								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu taller A 3.1	1,5	50	0,7	128,783	1256,8538	15	B,C	10
Ilu taller A 3.2	1,5	50	0,7	128,783	1256,8538	15	B,C	10
Ilu taller A 3.3	1,5	50	0,7	128,783	1256,8538	15	B,C	10
Fuerza taller A3	2,5	50	0,42	211,79612	1256,8538	15	B,C	16

Tabla 2.82

Sub-cuadro comedor:

Sub. Comedor								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu comedor 1	1,5	10	0,14	345,73469	1465,1666	4,5		10
Ilu comedor 2	1,5	13	0,182	298,60435	1465,1666	4,5		10
Ilu comedor 3	1,5	16	0,224	262,78206	1465,1666	4,5		10
Fuerza comedor	2,5	10	0,084	437,88672	1465,1666	4,5		16

Tabla 2.83

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 2:

Sub. Ilu-fuerza ofi 2								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu ofi 2.1	1,5	6,25	0,0875	536,13054	2196,8788	4,5		10
Ilu ofi 2.2	1,5	9	0,126	437,88672	2196,8788	4,5		10
Fuerza ofi 2	2,5	10	0,084	547,29328	2196,8788	4,5		16

Tabla 2.84

Sub-cuadro ilu-fuerza ofi 1:

Sub. Ilu-fuerza ofi 1								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu ofi 1.1	1,5	13	0,182	346,41815	2210,6791	4,5		10
Ilu ofi 1.2	1,5	15	0,21	313,37818	2210,6791	4,5		10
Ilu ofi 1.3	1,5	17	0,238	286,09189	2210,6791	4,5		10
Fuerza ofi 1.1	2,5	15	0,126	438,98366	2210,6791	4,5		16
Fuerza ofi 1.2	2,5	17	0,1428	406,4053	2210,6791	4,5		16

Tabla 2.85

Sub-cuadro almacén:

Sub. Almacén								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu alm. Gral 1.1	1,5	40	0,56	92,676539	426,98753	4,5		10
Ilu alm. Gral 1.2	1,5	35	0,49	99,707381	426,98753	4,5		10
Ilu alm. Gral 1.3	1,5	40	0,56	92,676539	426,98753	4,5		10
Fuerz. Alm. Gral	4	40	0,21	143,1461	426,98753	4,5		16

Tabla 2.86

Sub-cuadro 2:

Subcuadro 2								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In(A)
Compresor 1	2,5	45	0,378	208,569485	2928,011185	4,5	B,C	16
Compresor 2	2,5	47	0,3948	200,917231	2928,011185	4,5	B,C	16
Cizalla 2	2,5	38	0,3192	240,648705	2928,011185	4,5	B,C	16
Agrup sold. 1-2	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup sold. 3-4	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup sold. 5-6	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.1	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.2	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.3	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.4	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.5	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		
Agrup ilu-fuerza B.6	2,5	0,2	0,00168	1420,19142	2928,011185	4,5		

Tabla 2.87

Agrupación sold. 1-2:

Agrup sold. 1-2								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Soldadura 1	2,5	26	0,2184	324,881701	2852,076347	4,5	B,C	16
Soldadura 2	2,5	31	0,2604	282,920229	2852,076347	4,5	B,C	16

Tabla 2.87

Agrupación soldadura 3-4:

Agrup sold. 3-4								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Soldadura 3	2,5	36	0,3024	250,558309	2852,076347	4,5	B,C	16
Soldadura 4	2,5	41	0,3444	224,839924	2852,076347	4,5	B,C	16

Tabla 2.88

Agrupación soldadura 5-6:

Agrup sold. 5-6								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Soldadura 5	2,5	46	0,3864	203,909748	2852,076347	4,5	B,C	16
Soldadura 6	2,5	51	0,4284	186,544467	2852,076347	4,5	B,C	16

Tabla 2.89

Agrupación ilu fuerza taller B1:

Ilu fuerza taller B1								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu B 1.1	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 1.2	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 1.3	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B1	2,5	37	0,3108	244,95447	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.90

Agrupación ilu fuerza taller B2:

Ilu fuerza taller B2								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu B 2.1	1,5	57	0,798	106,63205	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 2.2	1,5	57	0,798	106,63205	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 2.3	1,5	57	0,798	106,63205	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B2	2,5	57	0,4788	169,24832	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.91

Agrupación ilu fuerza taller B3:

Ilu fuerza taller B3								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Ilu B 3.1	1,5	49	0,686	122,53923	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 3.2	1,5	49	0,686	122,53923	2852,0763	4,5	B	10
Ilu B 3.3	1,5	49	0,686	122,53923	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B3	2,5	39	0,3276	234,46659	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.92

Agrupación ilu fuerza taller B4:

Iluminación fuerza taller B4								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Iluminación B 4.1	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 4.2	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 4.3	1,5	53	0,742	114,03357	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B4	2,5	38	0,3192	239,59581	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.93

Agrupación ilu fuerza taller B5:

Iluminación fuerza taller B5								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Iluminación B 5.1	1,5	56	0,784	108,39087	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 5.2	1,5	56	0,784	108,39087	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 5.3	1,5	56	0,784	108,39087	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B5	2,5	41	0,3444	224,83992	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.94

Agrupación ilu fuerza taller B6:

Iluminación fuerza taller B6								
Nombre línea	Sección(mm ²)	Longitud (m)	Impedancia línea(Ω)	Iccmin (A)	Iccmax (A)	Pod. Corte (kA)	Curva	In (A)
Iluminación B 6.1	1,5	60	0,84	101,68218	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 6.2	1,5	60	0,84	101,68218	2852,0763	4,5	B	10
Iluminación B 6.3	1,5	60	0,84	101,68218	2852,0763	4,5	B	10
Fuerza B6	2,5	45	0,378	207,77813	2852,0763	4,5	B,C	16

Tabla 2.95

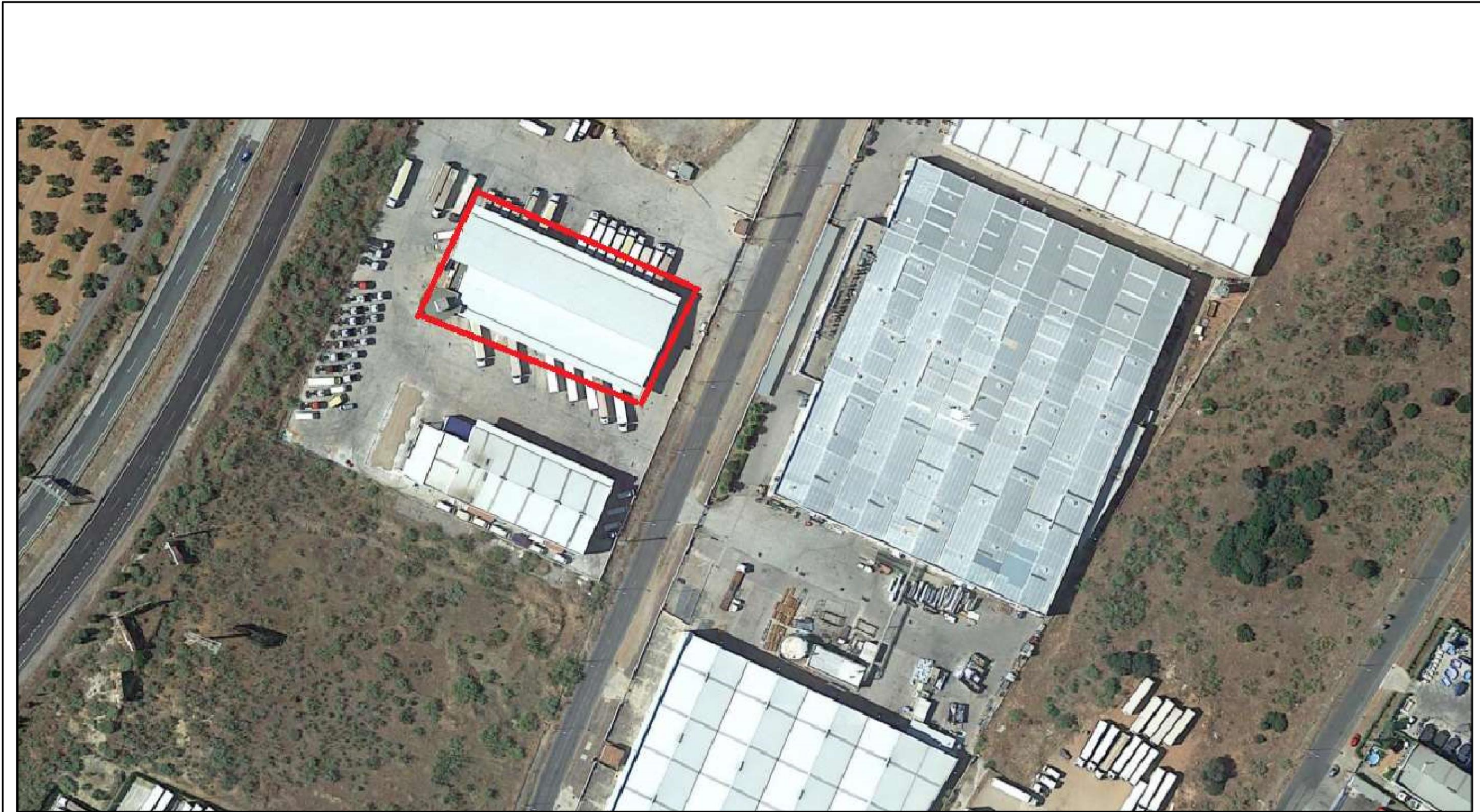
DOCUMENTO 3

PLANOS

3.1 Plano de situación

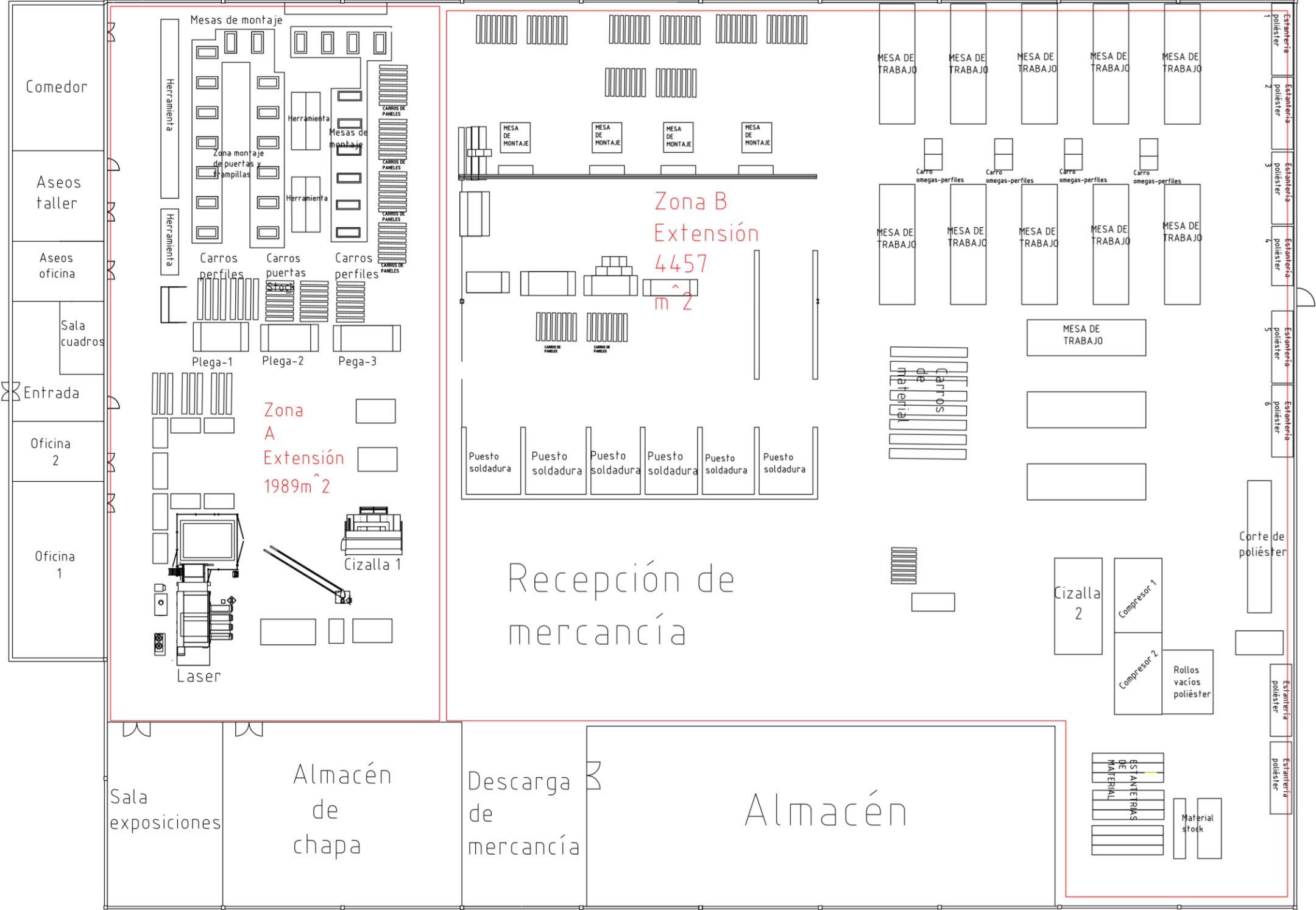


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
ESCALA: 1/10000	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías			Nº PLANO 1
	Plano situación			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



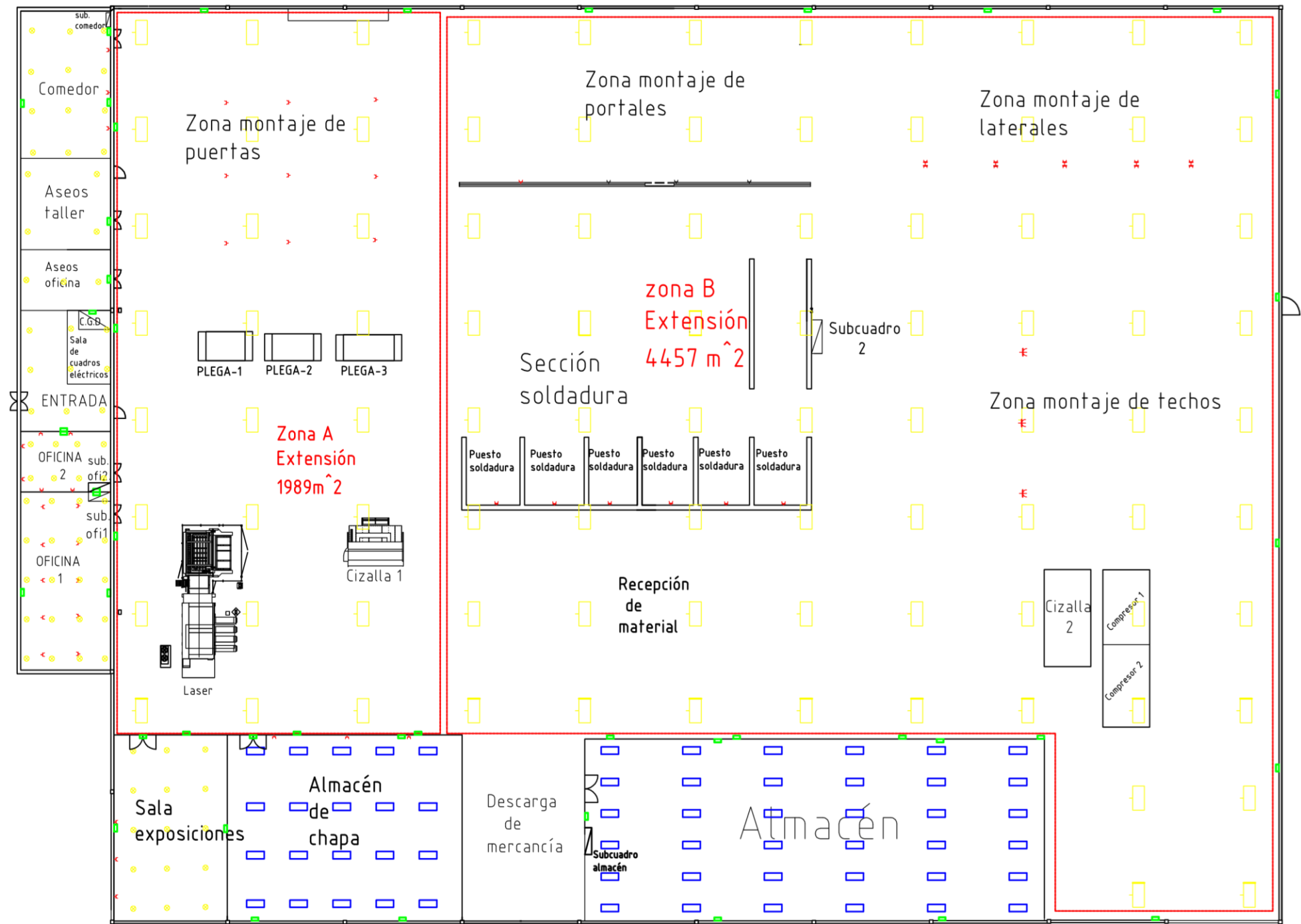
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito			
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez			
Escala: 1/5000	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías Plano de emplazamiento				Nº PLANO 2
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

3.3 Plano fábrica general



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
Escala: 1/1000	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías			Nº PLANO 3
	Plano general fábrica			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

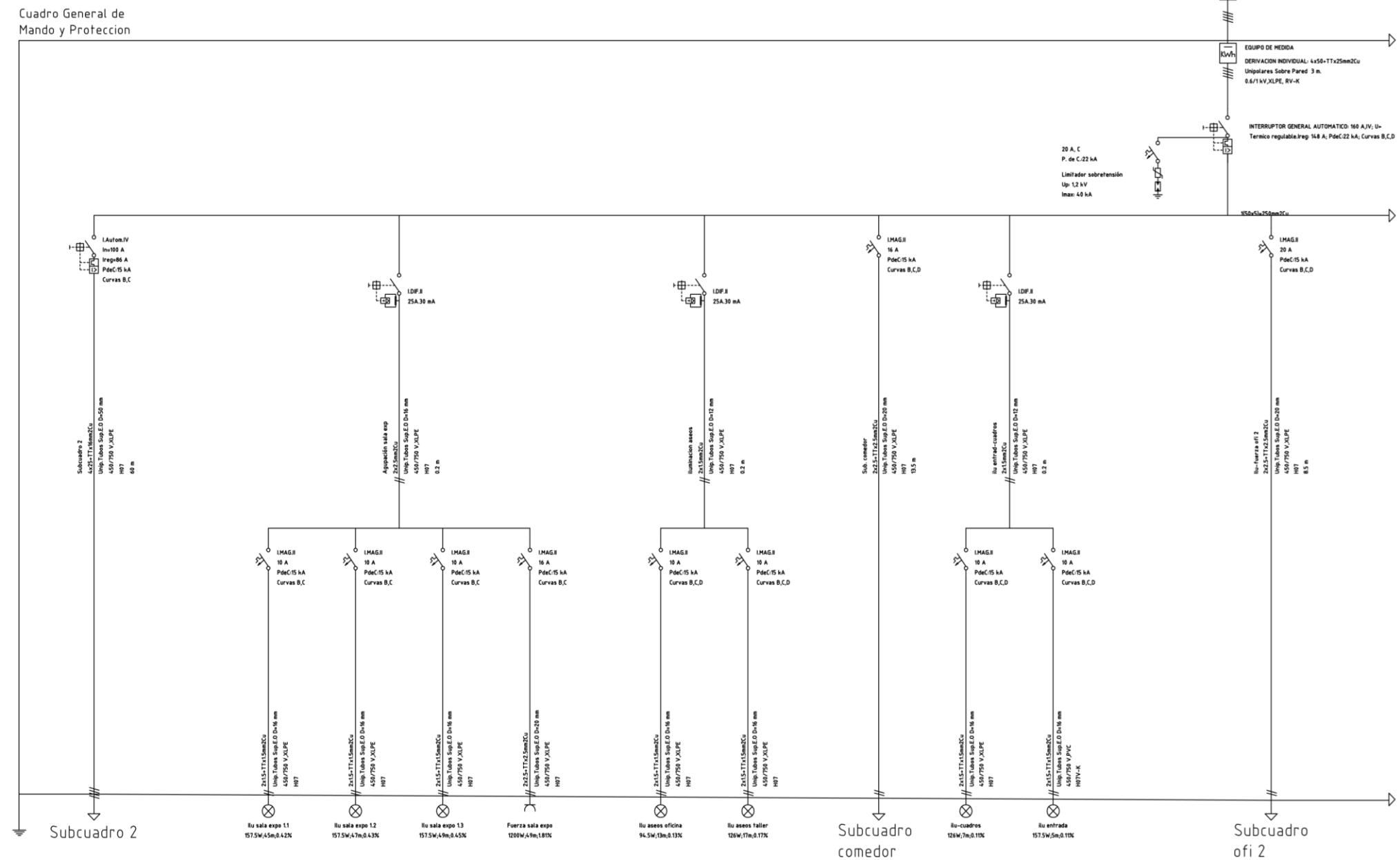
3.4 Plano fábrica iluminación



LEYENDA			
	Luminaria taller led Philips BY481P 162w		Luminarias de emergencia led 3w
	Luminaria almacenes led Philips BPS460 21.50w		Toma de fuerza monofásica
	Luminaria oficinas led Philips RS342B 31.50w		Toma de fuerza trifásica
	Cuadro y Subcuadro		

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
Escala: 1/1000	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías			Plano N: 4
	Plano eléctrico fábrica			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

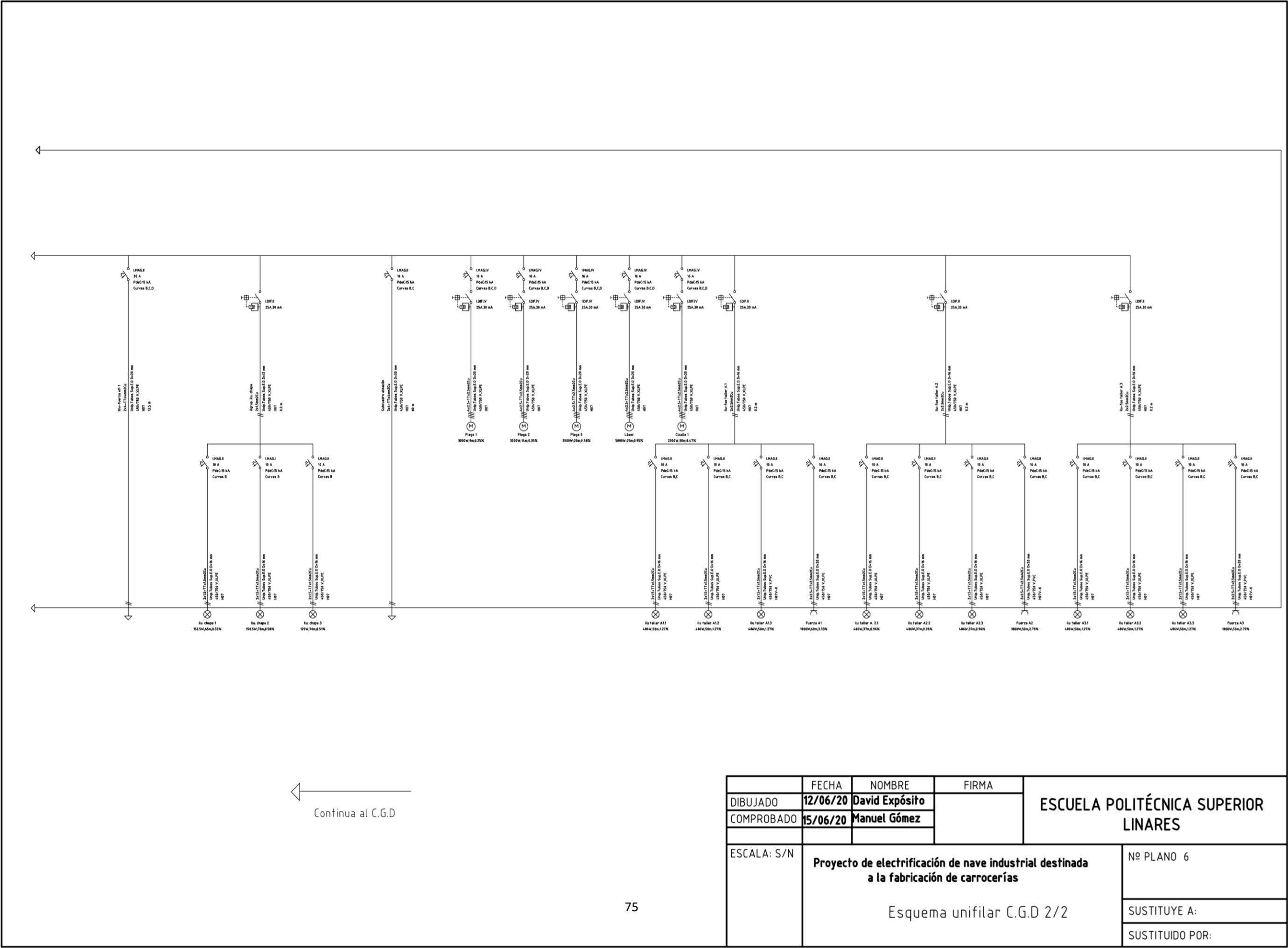
3.5 Plano de esquema unifilar C.G.D 1/2



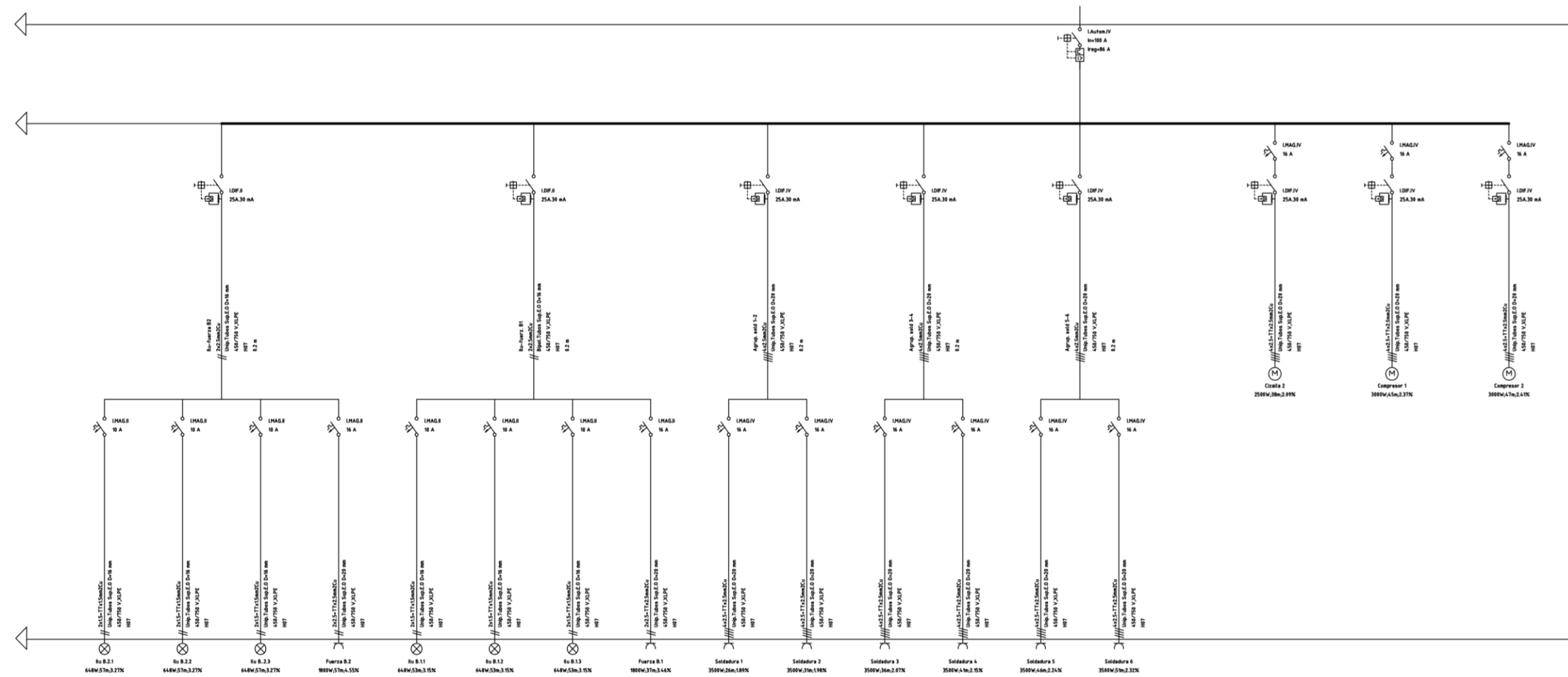
Continua al C.G.D

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
ESCALA: S/N	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías Esquema unifilar C.G.D 1/2			Nº PLANO 5 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:

3.6 Plano de esquema unifilar C.G.D 2/2



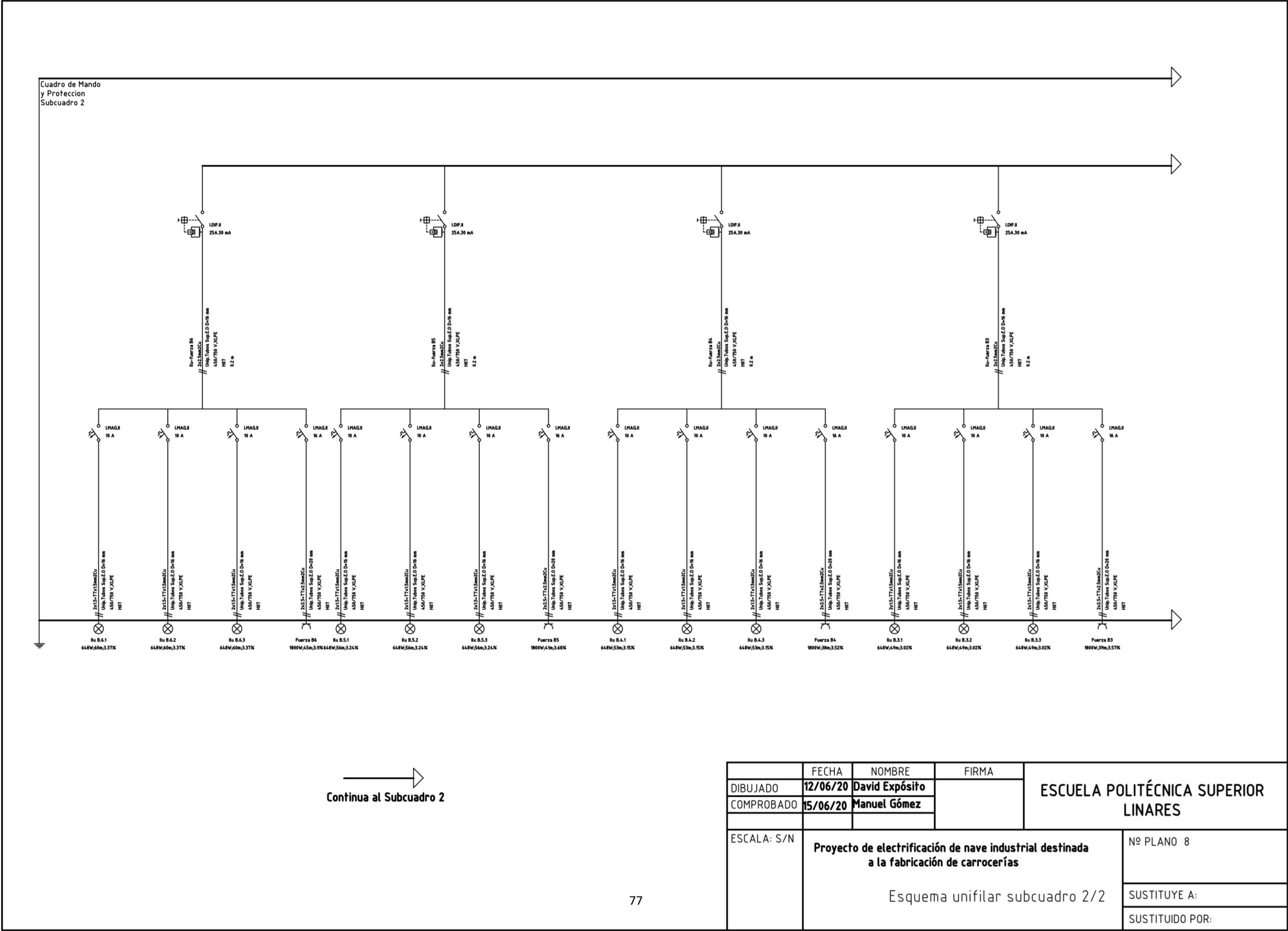
3.7 Plano de esquema unifilar sub-cuadro 2/1

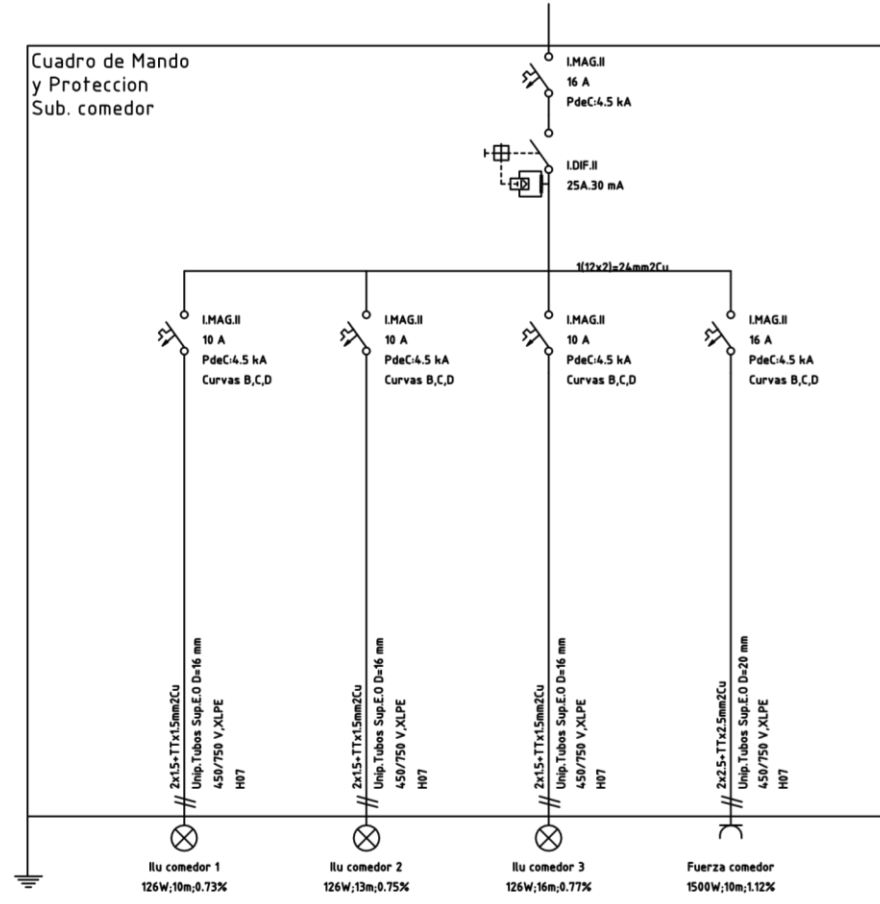
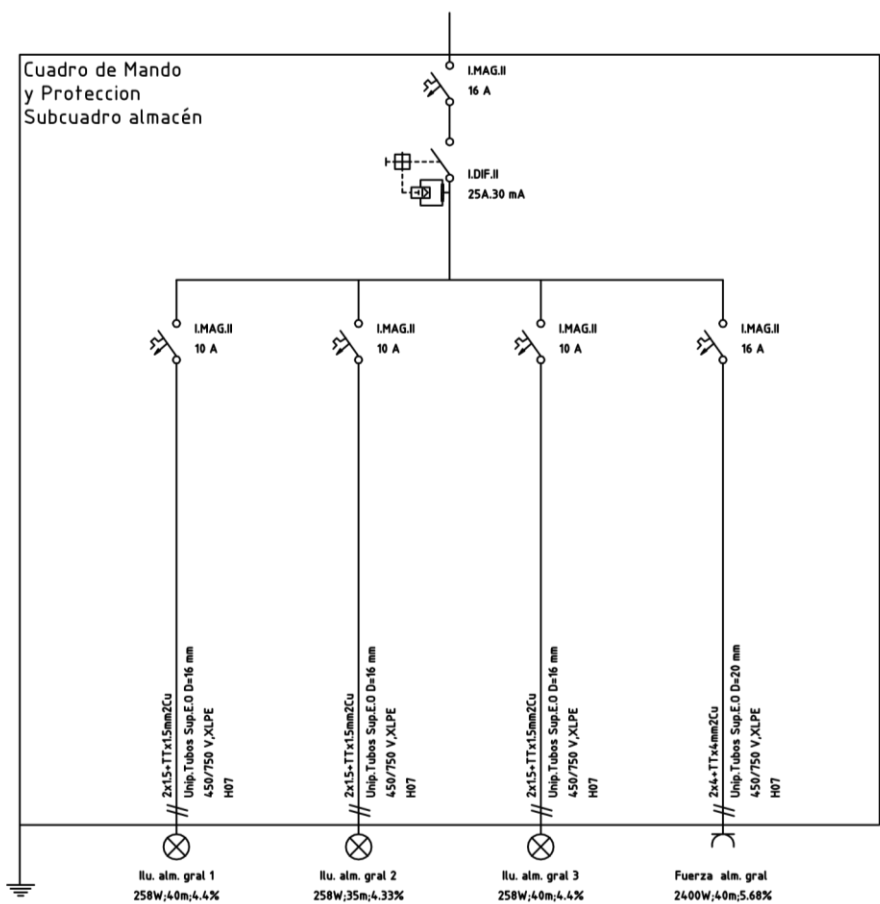


◀

Continúa al Subcuadro 2

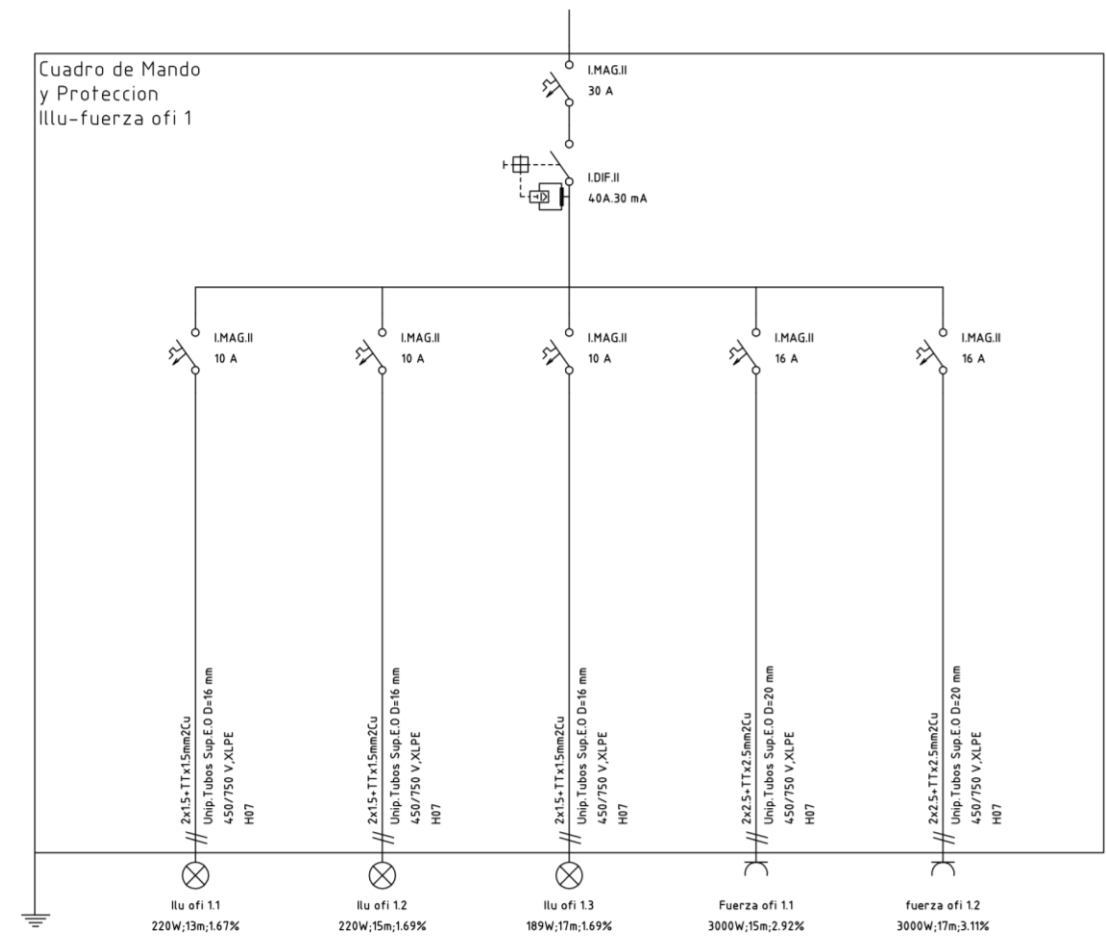
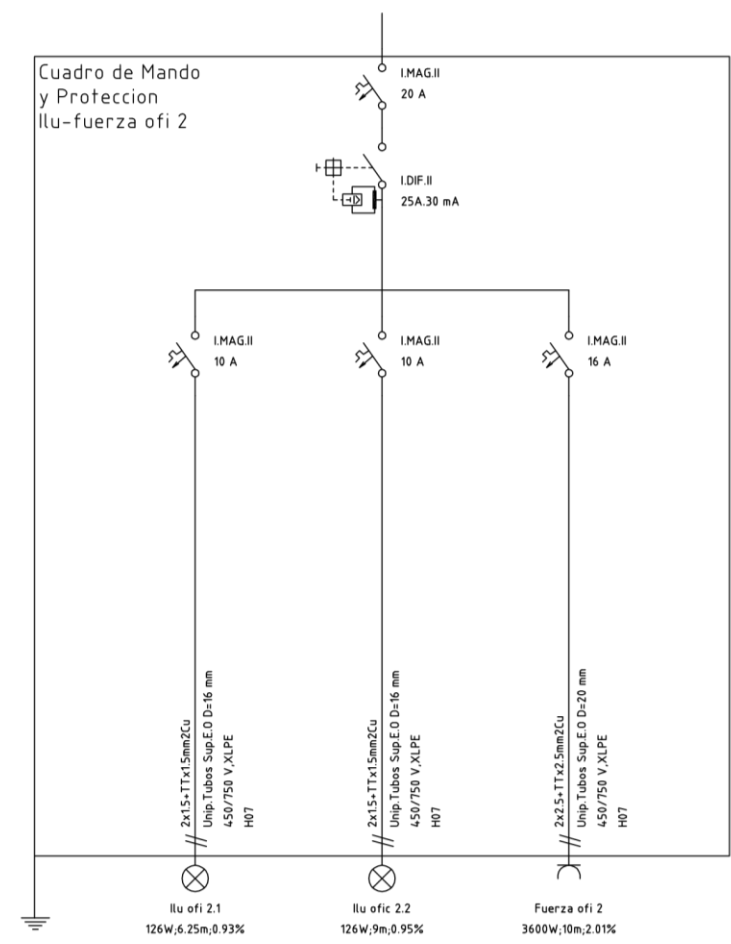
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
ESCALA: S/N	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías Esquema unifilar subcuadro 2/1			Nº PLANO 7 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:





	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
ESCALA: S/N	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías			Nº PLANO 9
	Esquema unifilar subcuadro almacén, comedor			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

3.10 Plano de esquema unifilar sub-cuadros ofi 1-ofi 2



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/20	David Expósito		
COMPROBADO	15/06/20	Manuel Gómez		
ESCALA: S/N	Proyecto de electrificación de nave industrial destinada a la fabricación de carrocerías			Nº PLANO 10
	Esquema unifilar subcuadro ofi 1-ofi 2			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

DOCUMENTO 4

PLIEGO DE CONDICIONES

4 Pliego de condiciones

4.1 Pliego de condiciones generales

4.1.1 Ámbito y objeto de aplicación

En el pliego de condiciones se determinarán los requisitos a los que se debe de ajustar la realización de las obras.

4.1.2 Disposiciones generales

El instalador deberá cumplir los siguientes requisitos:

- La Reglamentación del Trabajo.
- La contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez.
- Seguro de Enfermedad.

Dicho instalador deberá de tener documentación donde se acredite como instalador.

4.1.3 Condiciones facultativas

Para la correcta ejecución del proyecto, se ha de seguir y cumplir la siguiente normativa:

- REAL DECRETO 8442/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- REAL DECRETO 363/2004 por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- REAL DECRETO 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica (Normas Endesa).
- 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 486/1997 Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 2267/2004 sobre Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- REAL DECRETO 1942/1993 Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- REAL DECRETO 3275/1982 sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. -LEY 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

-REAL DECRETO 1627/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras.

-REAL DECRETO 485/1997 sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

-REAL DECRETO 1215/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.

-REAL DECRETO 773/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

4.1.3 Seguridad en el trabajo

El Instalador cumplirá las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. También tendrá que realizar el mantenimiento, en el caso de que fuese necesario de maquinaria, herramientas, etc, que garanticen seguridad en el trabajo.

El director de la obra podrá exigir en cualquier momento el cese de cualquier trabajador, que por conducta temeraria haga peligrar su integridad física o la de alguno de sus compañeros.

Así mismo, se podrá exigir documentación que acredite su alta en la seguridad social.

Para trabajos en circuitos con tensión o sus proximidades, los trabajadores deberán de disponer de los EPIS adecuados y hacer un uso correcto de estos.

4.1.4 Seguridad pública.

El instalador deberá de tomar todas las precauciones, utilizando los equipos y herramientas necesarias para la protección de los trabajadores ante los riesgos de los accidentes en el trabajo, siendo responsable de los accidentes que se ocasionen.

Además, deberá de disponer de un seguro de responsabilidad civil, que proteja tanto al propio instalador como a sus trabajadores frente a accidentes ocasionados en la zona de trabajo, a consecuencia de la realización del mismo.

4.1.5 Organización en el trabajo

El instalador deberá de organizar el trabajo para que este se realiza de la forma más eficiente, siguiendo las directrices del director de obra y cumpliendo con los requisitos que se enumeran a continuación:

4.1.5.1 Datos de la obra.

El instalador tendrá en todo momento una copia de los planos y pliego de condiciones que acompañen el presente proyecto.

Este no podrá modificar ni alterar ninguno de los documentos expedidos por el director de obra, salvo la modificación por escrito de la documentación por el director de la obra.

4.1.5.2 Replanteo de la obra.

El director de obra, tendrá que hacer replanteo de esta, una vez el instalador disponga de la documentación necesaria, indicando al instalador los puntos singulares de dicha obra.

Posteriormente se levantará acta, firmada por Director de obra e instalador, donde constarán claramente los datos aportados.

4.1.5.3 Condiciones generales.

El instalador deberá de suministrar todo el material y herramientas indicados en los planos, de acuerdo a las características de estos.

En caso de duda sobre la interpretación técnica del proyecto, la dirección de obra hará prevalecer su criterio.

Los materiales que no aparezcan en el presupuesto, pero que sean necesarios para la correcta realización de las obras, tales como pinturas, electrodos, tornillos, tuercas, bridas, etc, se deben considerar incluidos en los trabajos a realizar.

Todo el material y equipo suministrado por el instalador, deberá estar nuevo y cumplir con las especificaciones que aparecen en el pliego de condiciones, salvo que se especifique lo contrario.

En la oferta vendrá incluido el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra necesaria.

La dirección podrá exigir al instalador la sustitución del Técnico responsable en cualquier momento, sin alegar justificación alguna.

4.1.7 Planificación.

Pasados 15 días de la adjudicación de la obra, el instalador deberá de presentar el plazo de ejecución de:

- Planos definitivos, entrega de material.
- Montaje y pruebas de redes eléctricas
- Protección contra incendios.
- Montaje de cuadros, alumbrado y tomas de fuerza.

Antes del comienzo de las obras, el instalador y la dirección facultativa se pondrán de acuerdo en las fechas en las que se llevarán a cabo las distintas partes de la obra.

4.1.8 Suministro de material

El instalador tendrá que ir suministrando paulatinamente el material necesario para la correcta ejecución de las obras en cada momento. Dicho material deberá de estar protegido contra golpes, aspectos meteorológicos, etc, en función del tipo y coste de dicho material.

La dirección facultativa podrá acceder a cualquier punto de trabajo y reconocer cada uno de los materiales empleados en la obra, para analizar y validar, o en su defecto descartar, que los materiales son óptimos para su empleo en dicha obra.

4.1.9 Medidas de montaje.

Antes de proceder a los trabajos de montaje, el instalador comprobará el estado de cada uno de los elementos de la instalación.

En el caso de que este considere oportuno, sin existen discrepancias con respecto a los planos de la obra, que incumplan la normativa vigente, este podrá comunicar a la dirección facultativa dichas discrepancias para su correcta resolución.

4.1.10 Planos

Los planos del proyecto deben indicar el alcance del trabajo incluido en el contrato.

Para la posición de equipos, aparatos, canalizaciones, etc, el instalador deberá de fijarse en los planos suministrados por la dirección facultativa, y cumplirlos debidamente.

Así mismo, el instalador comprobará que las obras a realizar no interfieren en instalaciones anteriores a la citada obra. Si en algún caso esto ocurriera, la dirección facultativa de resolver el problema.

Ningún equipo ni aparato será recepcionado en la obra sin aprobación previa por escrito de la dirección facultativa.

La dirección facultativa deberá de aprobar los planos de detalle y catálogos con antelación previa de la realización de las obras, con el fin de que estas no se interrumpan a medida que se desarrollan.

4.1.11 Variaciones del proyecto

El instalador podrá proponer ante la dirección facultativa, la modificación de dicho proyecto que afecte al sistema o a los materiales empleados.

La aprobación de dichas modificaciones correrá a cuenta de la dirección facultativa, pudiendo ser aprobadas en el caso de que se mejore la oferta económica sin la variación en la calidad de la instalación.

4.1.12 Protección

EL instalador será el encargado de la protección de los materiales y equipos contra los daños de estos durante el almacenamiento en la obra y la instalación de estos.

La maquinaria deberá de estar protegida contra daños mecánicos e inclusión en sus circuitos de cuerpos extraños, suciedad etc.

En caso de material vulnerable a la oxidación, este deberá de ser tratado con pintura anticorrosiva.

Se tendrá especial cuidado con lo que respecta a materiales frágiles.

4.1.13 Limpieza

El instalador será el encargado de mantener el orden en lo que a zona de trabajo abarca.

Para ello, eliminará material sobrante como puede ser retales de cable , tubería, embalaje de material, etc, proporcionando la adecuada limpieza.

Así mismo, el instalador se encargará de la correcta limpieza una vez finalizada la obra en todas las unidades y equipos de la instalación.

4.1.14 Andamios y parejos

El instalador deberá proporcionar, además de los materiales y herramientas necesarias para la correcta ejecución de la obra, los andamios y aparejos necesarios para la correcta ejecución de esta.

4.1.15 Albañilería.

La realización de obras será llevada a cabo por la empresa contratista.

Estas obras podrán ser canalizaciones, fosos, alicatado de superficies, pintura, etc.

La dirección facultativa será la encargada de la supervisión de dichas obras, debiendo presentar el contratista los planos a esta si fueran necesarios.

4.1.16 Energía eléctrica

Los gastos ocasionados por el empleo de energía eléctrica en el transcurso de las obras, correrá a cargo del cliente, salvo que se especifique lo contrario.

El contratista dictaminará las necesidades de potencia antes del comienzo de las obras.

4.1.17 Ruidos y vibraciones

Los ruidos y vibraciones producidos por la maquinaria y en la obra en general, no deben sobrepasar los límites establecidos por las ordenanzas municipales.

En caso de sobrepasarse, el instalador deberá de corregir dichos ruidos y vibraciones mediante el empleo de atenuadores de vibración, silenciadores acústicos, etc.

4.1.18 Accesibilidad.

El instalador dará conocimiento con suficiente antelación a la dirección facultativa, el espacio y tiempo necesario para la realización del montaje de sus equipos y materiales.

Los gastos relacionados con trabajos repetitivos, como volver a abrir un falso techo, por ejemplo, correrán a cargo del instalador.

Los equipos que precisen de revisiones periódicas, estarán situados en zonas de fácil acceso, realizándose dichas revisiones y mantenimientos en los plazos estipulados por los fabricantes.

4.1.19 Canalizaciones

Para la instalación de canalizaciones, estas deberán de limpiarse y asegurarse de que están limpias de cuerpos extraños en su interior. La instalación de canalizaciones en zonas, donde haya un cambio de dirección, se realizará con los útiles adecuados para evitar forzar estas en su instalación.

4.1.20 Protección partes móviles

La maquinaria con partes móviles deberá de estar en todo momento protegida para evitar accidentes.

Dichas protecciones serán desmontables para facilitar el mantenimiento de la maquinaria.

4.1.21 Temperatura

La temperatura máxima que podrán tener las superficies de trabajo será de 60 grados, empleando material aislante en los casos en los que supere esta temperatura.

4.1.22 Cuadros y líneas eléctricas

El instalador será el encargado de la instalación de los cuadros de protección, maniobra y control de los equipos.

Así mismo, instalará las líneas de potencia entre cuadros, y motores, junto con tubo y cableado específico para tal fin.

Dicha instalación eléctrica de baja tensión se regirá por lo establecido en el reglamento electrotécnico de Baja tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica e encargará del suministro eléctrico a todos los cuadros,

El Instalador deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

4.1.23 Identificación

Al finalizar la obra todos los equipos, aparatos y cuadros eléctricos deberán de tener una chapa de identificación, donde se detallen el número y nombre del aparato en sí.

La maquinaria y motores deberá de venir de fábrica con la placa de características dónde se indique la potencia del aparato en cuestión, factor de potencia, etc.

Las chapas de identificación irán remachadas o pegadas con material adhesivo, estando siempre situadas en lugar visible.

4.1.24 Pruebas parciales

El instalador facilitará todos los medios necesarios para la realización de pruebas parciales y finales.

En las pruebas parciales, se realizará la comprobación de materiales en el momento de la recepción de estos.

Estos deben de disponer del certificado de origen, que acrediten el cumplimiento de la normativa vigente.

En equipos instalados, se comprobará que el montaje cumple con la normativa en cuanto a conexiones, eléctricas, hidráulicas, seguridad, etc.

4.1.25 Pruebas finales

Una vez terminada la instalación, conforme a la especificación del proyecto, se deben de realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación, bajo las directrices de la dirección facultativa.

4.1.26 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, se levantará el acta, con la presencia de la dirección facultativa y el representante del instalador, y firmando dicha acta si la obra se realizado correctamente con lo estipulado mediante este pliego de condiciones y el proyecto en sí. Desde este momento comienza el plazo de la garantía.

En el momento de la recepción provisional, el instalador entregará a la dirección facultativa los siguientes documentos:

- Documento dónde aparezcan los planos utilizados en la ejecución del proyecto.
- Memoria de la instalación, donde se incluyan las bases del proyecto.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- Libros de mantenimiento.

La dirección facultativa deberá entregar al titular de la instalación los citados documentos, junto con los resultados de las pruebas parciales y finales y el acta de recepción, firmada por el instalador y la dirección facultativa.

4.1.27 Periodo de garantía

El periodo de garantía vendrá indicado en el contrato y empezará a contar en el momento de la aprobación del acta.

Hasta el momento de la recepción, el instalador responde ante la conservación de la obra, corriendo de su cuenta las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad en los materiales.

4.1.28 Recepción definitiva

Una vez terminado el plazo de garantía señalado en el contrato, tendrá lugar la recepción definitiva de las obras.

Se levantará el acta correspondiente firmada por el directo de obra y el representante del instalador (siempre que ambas partes sean conformes).

4.1.29 Permisos.

Se deberá de gestionar con los organismos oficiales, los permisos relativos a las instalaciones del presente proyecto. De esto se encargará el instalador y la dirección facultativa.

4.1.30 Subcontratación de las obras

En caso de que en el contrato no se disponga lo contrario, se podrá subcontratar a terceros para la realización de determinados trabajos, (albañilería, montaje de cuadros eléctricos, etc).

Estas subcontratas deben de cumplir los siguientes requisitos:

-La dirección facultativa debe de ser consciente por escrito de la subcontratación de terceros, así como las características económicas de estos, a fin de que dicha dirección facultativa apruebe dicha subcontrata.

-Que la ejecución de las obras realizadas por terceros no supere el 50% del presupuesto de la obra principal.

4.1.31 Riesgos

La realización de las obras se llevará a cabo a riesgo del instalador, en cuanto a coste y plazos, sin tener este derecho a indemnizaciones alguna.

El instalador deberá ser conocedor de todos los aspectos de la obra, por lo que, como se ha dicho anteriormente no tendrá derecho a indemnización alguna.

Este deberá de disponer de un seguro que cubra cualquier daño causado en las instalaciones, a materiales, posibles fenómenos meteorológicos, etc.

Además, el instalador deberá de disponer de un seguro de responsabilidad civil, que cubra daños por cualquier circunstancia, negligencia, etc, a personas o bienes a consecuencia de la realización de los trabajos.

4.1.32 Rescisión del contrato

Las posibles causas de rescisión de contrato irán desde el suspenso de los pagos, embargo de bienes, quiebra del instalador, etc. También serán causas de rescisión de contrato el incumplimiento de plazos, incumplimiento repetido de condiciones técnicas y desobediencia en la ejecución de la obra.

La aparición de las causas descritas en el párrafo anterior deberá de ser detectadas por la dirección facultativa.

Si esto sucediera, la propiedad podrá rescindir el contrato alegando daños y perjuicios.

Así el instalador podrá rescindir el contrato si este se suspendiera por un plazo de 3 meses, y alegar en su beneficio daos y perjuicios por un 5% del importe de la obra pendiente de realización, a parte, del cobro íntegro de las obras realizadas hasta el momento y de los materiales a pie de obra.

4.1.33 Pago de la obra

El pago de las obras terminadas en un plazo inferior a un mes se hará efectivo al termino de dicha obra.

Para obras con duraciones superiores al mes, el pago se realizará al finalizar el mes.

4.2 Pliego de condiciones técnicas

4.2.1 Generalidades

El contratista tendrá la obligación de utilizar los materiales con las características estipuladas en el proyecto, y si no lo fueran, se podrán utilizar materiales de similares características previa autorización del director de obra.

Iniciadas las obras, estas no podrán interrumpirse, salvo que el director de obra dictamine lo contrario.

4.2.2 Instalaciones eléctricas.

Toda instalación eléctrica de este proyecto, deberá de seguir las pautas que se detallan en los siguientes apartados:

4.2.2.1 Dispositivos de protección.

Los dispositivos de protección de los circuitos eléctricos estarán situados en cuadros, a una altura de 1-2m medida desde el suelo.

Los cuadros de protección deberán de estar identificados mediante una placa donde figure su marca, fecha de instalación, intensidad del regulador automático, etc.

Si hay más de un interruptor diferencial en serie, habrá selectividad entre estos.

Las masas de los dispositivos eléctricos que vayan conectados a un mismo dispositivo de protección, irán interconectadas entre sí, y unidas a un mismo conductor conectado a una toma de tierra.

4.2.2.2 Instalación interior

La tensión asignada para instalaciones interiores será como mínimo de 450V.

La selección de los conductores será aquella dónde estos permitan una caída de tensión total, teniendo en cuenta la acometida, como máximo, de un 4,50% para las tomas de iluminación y un 6,50% para las tomas de fuerza y otros usos.

Estos conductores podrán soportar unas intensidades máximas admisibles, recogidas en la norma Norma UNE 20.460-5-523.

4.2.2.3 Elementos de protección

Se dispondrá de elementos de protección que puedan interrumpir el paso de la corriente eléctrica en caso cortocircuitos, contactos indirectos, sobrepasar la intensidad admisible, etc.

Estos dispositivos cortarán automáticamente el paso de la corriente en el circuito situado aguas debajo de dicho dispositivo, pudiendo ser rearmado manualmente.

Para los interruptores magneto-térmicos, se ha de determinar el poder de corte, en medida de la intensidad de cortocircuito que se produzca en el punto donde están instalados.

Cada circuito llevará su interruptor magneto-térmico, correctamente identificado con tensión de funcionamiento, intensidad nominal, así como su curva de disparo.

Los fusibles situados al inicio de la instalación serán calibrados para proteger dicha instalación al sobrepasar la intensidad que circula por estos.

Estos se pueden sustituir en tensión sin correr ningún riesgo, y llevarán identificada la intensidad que soportan en cada caso.

Así, se instalarán interruptores diferenciales que protejan uno o varios circuitos frente a derivaciones o contactos indirectos, abriendo los circuitos situados aguas debajo de dichos interruptores.

4.2.2.4 Conductores

Los conductores empleados deben ser fácilmente identificables, tanto las fases, como neutro y tierra.

Esta identificación, vendrá dada por los colores del aislante que recubre el conductor, siendo normalmente:

-Fases: marrón, negro, gris

-Neutro: azul

-Tierra: verde + amarillo

4.2.2.5 Sub-cuadros y agrupaciones.

La instalación eléctrica estará subdivida en agrupaciones y sub-cuadros.

Dichas subdivisiones proporcionarán la selectividad en los circuitos en caso de avería, de manera que, en caso de avería en un punto determinado, no perdamos el servicio de todo un circuito, si no solamente en el punto de la falla.

Requisito de ello es la coordinación y selectividad entre los distintos elementos de protección.

Esta coordinación en la colocación de los elementos de protección proporcionará:

-Limitar las consecuencias de un fallo, no dejando todo el circuito sin tensión, si no sólo la parte afectada.

- Fácil acceso para futuras revisiones, mantenimiento, etc.

-Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

4.2.2.6 Rigidez eléctrica y aislamiento

Desconectados los aparatos de la tensión, la rigidez eléctrica es aquella que resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia instalador, 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 a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos

4.2.2.7 Conexiones eléctricas

La unión entre conductores, deberá de realizarse, en cualquier caso, mediante el uso de bornes específicos para tal fin, y nunca, enrollando los conductores entre sí.

Dichas conexiones tendrán lugar en las cajas de derivación.

4.2.2.8 Canalización para conductores.

Los conductores empleados irán canalizados en tubos. Los tubos utilizados podrán ser rígidos o flexibles, y presentar las siguientes características:

- Gran resistencia a la compresión.
- Gran resistencia al impacto.
- Temperatura de instalación y de servicio entre 5 y 60 grados.
- Buena resistencia al curvado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos.
- Resistencia a la penetración del agua.

Las tablas incluidas en ITC-BT-21, recogen el diámetro mínimo del tubo a instalar en función del número de conductores a transportar y la sección de estos, así como las características que estos deben cumplir en función de la instalación:

- Las canalizaciones donde irán alojados los tubos, será siempre horizontales o verticales, paralelas a las aristas que forman las paredes.
- Cuando el tubo gire en una dirección, este no podrá disminuir su sección notablemente.
- En la unión de 2 o más tubos, se debe de hacer mediante accesorios adecuados que aseguren la continuidad de la protección.
- Se deberán de hacer registros, para poder introducir-sacar los conductores en cualquier momento sin dificultad. La distancia entre estos registros no será superior a 15m, y no habrá más de 3 curvas en el tubo entre registro y registro.

Así mismo, estos registros podrán utilizarse como caja de empalme entre conductores.

4.3 Toma de tierra

4.3.1 Conductores

Las características empleadas en los conductores de tierra serán:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, en la situación de formar parte de la propia red de tierra.
- Aislados, mediante cables de tensión 450/750 V, con recubrimiento verde -amarillo, conductor de cobre de 16 mm² de sección mínima para redes subterráneas.

4.3.2 Resistencia

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

DOCUMENTO 5

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5. Estudio básico de seguridad y salud

5.1 Objeto del estudio

El presente estudio establece las medidas mínimas en materia de seguridad y salud en la instalación del proyecto.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. El artículo 4 del citado documento, establece los supuestos que obligan al promotor a realizar un estudio de seguridad y salud, como un presupuesto de obra igual o superior a 450 mil euros, que el volumen de la mano de obra sea superior a 50 trabajadores o una duración del proyecto mayor a 30 días laborales, en este caso el proyecto estaría exento de realizar dicho estudio, en su caso y acorde al artículo 6 del mismo documento se realizara un estudio básico que establecerá todas las normas de seguridad y salud aplicables. En el estudio se deben identificar todos los riesgos laborales existentes e indicar todas las medidas técnicas necesarias para evitar o minimizar el riesgo.

5.2 Riesgos frecuentes

A continuación, se determinan los riesgos más frecuentes en las obras que comprenden instalaciones eléctricas.

- Descargas eléctricas
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas a mismo nivel
- Caída de objetos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Proyección de fragmentos partículas
- Atrapamiento por objetos
- Sobreesfuerzo
- Contacto con sustancias causticas
- Incendios y explosiones

5.3 Normas básicas de seguridad

Para disminuir todo lo posible y ofrecer seguridad respecto de los anteriores riesgos citados, han de adecuarse todos los factores tanto humanos como técnicos que puedan producir dichos accidentes.

La actuación sobre el factor humano se basará en la información, mentalización y formación sobre los riesgos existentes, se prohibirá el manejo o manipulación de aparatos electrónicos a aquellas personas que no estén designadas para ellos. Se dará importancia al buen uso de las herramientas manuales, la limpieza y el orden para evitar la acumulación de escombros, materiales y deterioro de las herramientas.

Para asegurar la seguridad de los trabajadores se comprobará la seguridad del lugar de trabajo, así como la disponibilidad de las protecciones que fueran necesarias para evitar caídas y accidentes.

Se pondrá a disposición una iluminación adecuada, se comprobarán que las conexiones de red eléctrica tengan toma de tierra y se encuentren en perfecto estado, siendo necesaria su renovación en cuanto se aprecie deterioro.

El acceso y salida al personal de la obra se hará siempre por el lugar destinado para ello, este lugar será independiente al de acceso de maquinaria y vehículos en general. Se verificará que en el puesto de trabajo se encuentren todas las protecciones colectivas necesarias, en caso contrario el encargado de obra será avisado.

5.4 Equipos de protección individual

A continuación, se detallan los equipos de protección individual obligatorios para la realización de cada tarea.

- Ropa de trabajo adecuada a cada puesto
- Casco de protección durante toda la jornada de trabajo, excepto en las zonas de higiene y bienestar y oficinas.
- Calzado de seguridad, antideslizante en todo momento.
- Uso de guantes de seguridad adecuados a labor que desarrollen. Guantes de cuero para descarga o movimiento de materiales pesados, aislantes para trabajos de manipulación de material eléctrico.
- Gafas de seguridad: si existe riesgo de proyecciones o un nivel elevado de polvo.
- Cascos anti ruido: en el caso en el que el nivel de ruido sobrepase los 80 dB.
- Arnés de seguridad: anclado para los trabajos con riesgo de caída a distinto nivel, en los que no exista protección colectiva.
- Pantalla de soldador: se utilizará para no dañar la vista en soldaduras.

5.5 Equipos de protección colectiva.

Esta instalación se desarrolla sobre un edificio en construcción por lo que deberá disponer de todas las medidas de protección que le sean de aplicación.

- Andamios de seguridad
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos
- Plataformas de descarga de material
- Vallas para delimitar y proteger el centro de trabajo
- Camino de evacuación en caso de incendio
- Se comprobará que todas las maquinarias y herramientas disponen de protecciones de acuerdo con la normativa.

5.6 Medidas de seguridad en las instalaciones eléctricas

Las normas de actuación en relación con las instalaciones de trabajo serán las siguientes.

- Se hará una revisión periódica de todas las instalaciones por personal especializado.
- Los bornes serán protegidos con material aislante.

- Los cables de alimentación dispondrán de cubiertas antihumedad protectoras y no deberán estar en contacto con el suelo
- Queda prohibida la utilización de las puntas desnuda de los cables como clavijas de enchufe macho.
- Antes de cada reparación se procederá al corte de corriente.
- Los cuadros de corriente deberán permanecer cerrados, y las llaves estarán en poder de la persona responsable.
- Todas las líneas eléctricas quedarán sin tensión al dar por finalizado el trabajo, mediante corte del seccionador general.
- Se señalará mediante carteles el peligro de riesgo eléctrico.

5.7 Medidas de seguridad contra incendios

Se deberán tener en cuenta las siguientes medidas para prevenir los accidentes que puedan ocasionar incendios y prevenir su propagación.

- Los trabajadores recibirán formación respecto a la materia, manejo de extintores, prevención de incendios y protocolo de evacuación
- Se instalarán extintores de incendio portátiles
- Se prohibirá fumar en las zonas de trabajo.
- Se cortará la corriente desde el cuadro general una vez terminada la jornada laboral, para evitar cortocircuitos
- En caso de incendio se dará señal de alarma, se procederá a la evacuación de todo el personal y se avisará al servicio de bomberos ante cualquier incidencia.
- Quedará prohibida la entrada a la obra a cualquier persona ajena a la misma.

5.8 Señalización

Se adoptarán las medidas precisas para que en el lugar de trabajo exista una señalización de seguridad que cumpla con la legislación vigente. Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

Para que los trabajadores ejecuten su trabajo de la manera correcta se informará y formará de las medidas que se hayan de tomar con respecto a la utilización de la señalización, también se tendrá en cuenta la consulta y participación de los trabajadores en esta temática.

Señalización por zonas, en las zonas donde pueda existir peligro de incendio.



Figuras 5.1



Figura 5.2

Se señalarán las vías de evacuación según el anexo III del Real Decreto 458/97



Figura 5.3

Establecerá la ubicación del botiquín de primeros auxilios



Figura 5.4

En las puertas de almacenes de mercancías peligrosas



Figura 5.5



Figura 5.6



Figura 5.7

En el acceso al personal de la obra:



Figura 5.8



Figura 5.9



Figura 5.10

En los accesos y salida de peatones y maquinaria:



Figura 5.11



Figura 5.12

En las instalaciones, una vez superado el acceso de personal:



Figura 5.13



Figura 5.14



Figura 5.15



Figura 5.16



Figura 5.17

En la oficina de obra y vestuarios:

Se pondrá a disposición de los trabajadores un panel indicativo con teléfonos y direcciones de interés (centros de asistencia y teléfonos de emergencia)

En los cuadros eléctricos:



Figura 5.18



Figura 5.19



Figura 5.20

4.9 Normativa de aplicación

Se aplicarán especialmente las disposiciones mínimas de seguridad y salud recogidas en el anexo IV de Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, y los principios de acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Además, se deberán tener en cuenta todas las siguientes disposiciones:

- Estatuto de los trabajadores.
- Convenio General del Sector de Construcción.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M 20.09.1973 en B.O.E. 09.10.1973)
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos.
- Orden de 28 de junio de 1988, por la que se aprueba la Inspección Técnica Complementaria MIEAEM2, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre desmontables para cada obra.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1316/1989, sobre el ruido.
- Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación “NBECPI/96” para establecer las condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, establece las medidas mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.

DOCUMENTO 6

PRESUPUESTO

6.Presupuesto.

En este apartado se hará una valoración económica del coste ocasionado por el material y la mano de obra necesaria para llevar a cabo nuestra instalación eléctrica.

6.1 Conductores

Se muestra el presupuesto detallado del coste que tendrá los conductores empleados en nuestra instalación eléctrica:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 1,5 mm², 450 / 750 V, Azul, H07V-U, XLPE	1677,50	m lineal	0,51	852,17
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 1,5 mm², 450 / 750 V, Rojo, H07V-U, XLPE	1677,50	m lineal	0,51	852,17
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 1,5 mm², 450 / 750 V, verde-amarillo, H07V-U, XLPE	1677,50	m lineal	0,51	852,17
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 2,5 mm², 450 / 750 V, Azul, H07V-U, XLPE	985,00	m lineal	0,72	710,18
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 2,5 mm², 450 / 750 V, Marrón, H07V-U, XLPE	985,00	m lineal	0,72	710,18
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 2,5 mm², 450 / 750 V, Negro, H07V-U, XLPE	430,00	m lineal	0,72	310,03
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 2,5 mm², 450 / 750 V, Gris, H07V-U, XLPE	430,00	m lineal	0,72	310,03
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 2,5 mm², 450 / 750 V, Verde-amarillo, H07V-U, XLPE	985,00	m lineal	0,72	710,18
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 25 mm², 450 / 750 V, Azul, H07V-U, XLPE	60,00	m lineal	3,20	192,00
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 25 mm², 450 / 750 V, Marrón, H07V-U, XLPE	60,00	m lineal	3,20	192,00
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 25 mm², 450 / 750 V, Negro, H07V-U, XLPE	60,00	m lineal	3,20	192,00
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 25 mm², 450 / 750 V, Gris, H07V-U, XLPE	60,00	m lineal	3,20	192,00

Cable unipolar de Conducción RS PRO, 16 mm², 450 / 750 V, Verde-amarillo, H07V-U, XLPE	60,00	m lineal	3,20	192,00
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 4 mm², 450 / 750 V, Azul, H07V-U, XLPE	93,50	m lineal	1,23	115,05
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 4 mm², 450 / 750 V, Marrón, H07V-U, XLPE	93,50	m lineal	1,23	115,05
Cable unipolar de Conducción RS PRO, 4 mm², 450 / 750 V, Verde-amarillo, H07V-U, XLPE	93,50	m lineal	1,23	115,05
SUBTOTAL MATERIAL				6612,14
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	23,50	h	17,00	399,50
Ayudante oficial	23,50	h	12,00	282,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				681,50
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,00	%		145,87
TOTAL				7293,64

Tabla 6.1

6.2 Instalación tubos conductores

En la siguiente tabla se muestran los tubos que conducirán nuestros conductores a las diferentes secciones de nuestra instalación:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Tubo reforzado PVC 16mm	2230,00	m lineal	0,22	490,60
Tubo reforzado PVC 20mm	520,00	m lineal	0,36	187,20
Tubo reforzado PVC 40mm	60,00	m lineal	0,45	27,00
Codo-empalme 16mm	15,00	unidad	0,75	11,25
Codo-empalme 20mm	10,00	unidad	1,10	11,00
Codo-empalme 40mm	3,00	unidad	1,30	3,90
Grapa sujeción tubos	500,00	unidad	0,10	50,00
Tornillos grapa métrica 10	500,00	unidad	0,05	25,00
Taco métrica 10	500,00	unidad	0,05	25,00
SUBTOTAL MATERIAL				830,95
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	30,00	h	17,00	510,00
Ayudante oficial	30,00	h	12,00	360,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				870,00
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,00	%		34,00
TOTAL				1734,95

Tabla 6.2

6.3 Cuadros eléctricos.

En la tabla inferior, se muestra el desglose de precios ocasionados en la instalación de los cuadros y sub-cuadros eléctricos:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Armario eléctrico doble aislamiento, con puerta IP40 con puerta de acuerdo con EN/IEC 60529, medidas 550mm ancho x 1050mm	1,00	unidad	312,90	312,90
Cuadro eléctrico de superficie XL3 125 de 4 filas.	1,00	unidad	98,50	98,50
Cuadro eléctrico de superficie XL3 125 de 2 filas.	4,00	unidad	52,30	209.20
SUBTOTAL MATERIAL				620.60
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	6,00	h	17,00	102,00
Ayudante oficial	6,00	h	12,00	72,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				174,00
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,00	%		14,84
TOTAL				809,45

Tabla 6.3

6.4 Protección magnetotérmica.

En la tabla inferior, se muestra el desglose de precios ocasionados en la instalación de las protecciones magneto térmicas:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Interruptor automático 1P + N, 16 A, Curva Tipo C, Poder de corte 4.5 kA	10,00	unidad	25,52	255,20
Interruptor automático magnetotérmico serie N, 1P, 16A, curva C, 10/15kA	5,00	unidad	31,25	156,25
Interruptor automático tetrapolar, 16 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 4.5 kA	9,00	unidad	42,35	381,15
Interruptor automático tetrapolar, 16 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 15 kA	5,00	unidad	48,75	243,75
Interruptor automático bipolar, 10 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 15 kA	20,00	unidad	15,78	315,60
Interruptor automático bipolar, 10 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 4,5 kA	30,00	unidad	15,75	472,50
Interruptor automático regulable,tetrapolar 160 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 22 kA	1,00	unidad	1326,30	1326,30
Interruptor automático regulable tetrapolar, 100 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 15 kA	2,00	unidad	848,95	1697,90
Interruptor automático bipolar 20 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 10/15 kA	2,00	unidad	25,36	50,720
Interruptor automático bipolar, 30 A, Curva Tipo B,C, Poder de corte 10/15 kA	2,00	unidad	32,69	65,38
SUBTOTAL MATERIAL	4709,55			
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	14,00	h	17,00	238,00
Ayudante oficial	14,00	h	12,00	168,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				406,00
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,00	%		102,32
TOTAL				5217,85

Tabla 6.4

6.5 Protección diferencial

En la tabla inferior, se muestra el desglose de precios ocasionados en la instalación de las protecciones magneto térmicas:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Interruptor diferencial 25A, monofásico, sensibilidad 30mA.	16,00	Unidad	13,90	222,40
Interruptor diferencial 25A, trifásico, sensibilidad 30mA.	11,00	Unidad	47,95	527,45
Interruptor diferencial 40A, monofásico, sensibilidad 30mA.	1,00	Unidad	122,40	122,40
SUBTOTAL MATERIAL				872,25
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	6,00	h	17,00	102,00
Ayudante oficial	6,00	h	12,00	72,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				174,00
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,00	%		20,92
TOTAL				1067,17

Tabla 6.5

6.6 Presupuesto iluminación, tomas de fuerza

En la tabla inferior, se muestra el desglose de precios ocasionados en la instalación de las protecciones magneto térmicas:

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTE (€/ud)	TOTAL (€)
Luminaria Philips BY481P	92,00	Unidad	98,50	9062,00
Luminaria Philips BPS460	53,00	Unidad	62,00	3286,00
Luminaria Philips RS342B	92,00	Unidad	28,45	2617,40
Led emergencia	44,00	Unidad	15,75	693,00
Tomas fuerza monofásica	40,00	Unidad	5,50	220,00
Tomas fuerza Trifásica	10,00	Unidad	7,50	75,00
SUBTOTAL MATERIAL				15953,40
Mano de obra				
Oficial de 1 electricidad	40,00	h	17,00	680,00
Ayudante oficial	40,00	h	12,00	480,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				1160,00
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	2,0	%		342,26
TOTAL				17455,66

Tabla 6.6

6.7 Resumen presupuesto. Presupuesto ejecución material.

Una vez Presupuestadas las distintas partes de las que consta nuestra instalación, se muestra el resumen del presupuesto (presupuesto ejecución material):

PARTES PRESUPUESTO	Material	Mano de obra	Total (€)
Presupuesto conductores	6612,15	681,50	7293,65
Presupuesto tubos conductores	830,95	870,00	1700,95
Presupuesto cuadros	620,60	174,00	794,60
Presupuesto magnetotérmicos	4709,55	406,00	5115,55
Presupuesto diferenciales	872,25	174,00	1046,25
Presupuesto iluminación, fuerza	15953,50	1160,00	17113,5
Costes directos complementarios			661,00
TOTAL			33725,50

Tabla 6.7

6.8 Presupuesto por contrata

Para finalizar este capítulo, se expone la tabla con los resultados del presupuesto total:

Concepto	Total (€)
Presupuesto ejecución material	33725,50
Gastos generales (13% del P.E.M)	4384,35
Estudio seguridad y salud (2% del P.E.M)	674,00
Beneficio industrial (6% del P.E.M)	2023,50
Honorarios ingeniero (10% del P.E.M)	3372,50
Presupuesto bruto	44179,85
I.V.A 21%	9277,00
TOTAL	53456,85

Tabla 6.8

El presupuesto final de nuestro proyecto, asciende a CINCUENTA Y TRES MIL, CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS, CON OCHENTA Y CINCO EUROS.

DOCUMENTO 7

BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía

Para la elaboración de este proyecto hemos utilizado una serie de bibliografía como referencia.

-Niveles recomendados de iluminancia

<https://blog.ledbox.es/informacion-led/niveles-recomendados-lux>

-PHILIPS, catálogo de iluminación

http://www.lighting.philips.com/es_es/index.php?main=es_es&parent=es_es&id

-Reglamento electrotécnico de baja tensión:

http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx

-Dispositivos de protección:

<http://comofunciona.org/que-es-y-como-funciona-un-interruptor-diferencial/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetot%C3%A9rmico

-Cálculos caídas de tensión:

http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf

-Cálculos corrientes de cortocircuito:

http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_anexo_3_sep03R1.pdf