

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Nave destinada al mecanizado  
de piezas

Autor: Jon Álvarez de Eulate Pagola

Director: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 27/01/2021



## ÍNDICE DE DOCUMENTOS:

1. MEMORIA
2. CÁLCULOS
3. PLANOS
4. PLIEGO DE CONDICIONES
5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
6. PRESUPUESTO
7. BIBLIOGRAFÍA
8. ANEXO DIALUX



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

1.Memoria

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

# 1. MEMORIA

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	5
1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	5
1.3. SUMINISTRO ELÉCTRICO .....	6
1.4. REGLAMENTO.....	6
1.5. PREVISIÓN DE CARGAS.....	7
1.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS .....	8
1.7. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	10
1.7.1. Esquema TN.....	11
1.7.2. Esquema TT .....	11
1.7.3. Esquema IT .....	11
1.7.4. Elección de esquema.....	11
1.8. ILUMINACIÓN.....	11
1.8.1. Sistemas de iluminación.....	12
1.8.2. Conceptos luminotécnicos .....	12
1.8.3. Protección de luminarias contra las personas .....	13
1.8.4. Niveles de iluminación .....	13
1.8.5. Tipos de lámparas .....	14
1.8.6. Elección de luminarias.....	15
1.8.7. Alumbrado de emergencia.....	16
1.9. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	17
1.9.1. Criterio térmico .....	17
1.9.2. Caída de tensión.....	17
1.9.3. Canalizaciones .....	18
1.9.4. Conductores de línea escogidos.....	19
1.10. RECEPTORES .....	20
1.10.1. Motores.....	20
1.10.2. Receptores de alumbrado .....	21
1.10.3. Tomas de corriente .....	22
1.11. PROTECCIONES.....	22
1.11.1. Protecciones de la instalación.....	24
1.11.2. Corrientes de cortocircuito .....	25
1.11.3. Protección de las personas .....	25
1.11.4. Resultados .....	25
1.12. PUESTA A TIERRA .....	25
1.12.1. Tierra del servicio .....	26

1.12.2. Elección de puesta a tierra.....	26
1.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	27
1.14. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	28
1.14.1. Ventajas de la corrección del factor de potencia.....	28
1.14.2. Elección de la batería de condensadores.....	29



## 1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

En este proyecto se tiene como objetivo definir la instalación eléctrica de baja tensión para el abastecimiento de una nave industrial destinada al mecanizado de piezas siguiendo la normativa.

Dado que la empresa distribuidora con la que trabajaremos, IBERDROLA S.A., suministra media tensión y nosotros trabajamos con baja tensión, necesitaremos un centro de transformación situado en el interior de la parcela de la nave. Este deberá ser capaz de soportar la carga demandada por todos los elementos de consumo de la nave.

Se realizarán todos los cálculos necesarios para la instalación eléctrica incluyendo el alumbrado interior, exterior y de emergencia, así como la instalación de fuerza y tomas de corriente, la protección eléctrica de las líneas de alimentación y la puesta a tierra de la instalación y del centro de transformación.

## 1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La parcela estará situada en el polígono industrial Landaben, calle D, 11, 31012 Pamplona, Navarra.

El área total de la parcela será de 5934 m<sup>2</sup> (129m x 46m), entre los cuales se distribuirán el área de la nave industrial, que ocupará 2940m<sup>2</sup> (70m x 42m) y el resto estará destinado a la zona de aparcamiento y el centro de transformación.

En la zona exterior se encontrará un centro de transformación de abonado, prefabricado tipo PFU4 Ormazábal de 10,615 m<sup>2</sup>, con las celdas de línea, protección y medida, así como un transformador.

En cuanto a la distribución de superficies, el reparto del área queda de la siguiente manera:

Zona	Superficie(m2)
Almacén	462,5
Taller	1700
Baño Masc	52,6
Baño Fem	52,6
Vestuario Masc	48
Vestuario Fem	48
Oficina 1	78,4
Oficina 2	103
Pasillos	208,8
Sala de descanso	39,2
CT	54



### 1.3. SUMINISTRO ELÉCTRICO

La nave funcionará con baja tensión, pero el suministro se realiza en media tensión por parte de la compañía eléctrica IBERDROLA S.A. Este es el motivo por el que necesitaremos un centro de transformación que esté capacitado para soportar toda la carga demandada por la nave, teniendo en cuenta en todo momento las limitaciones del reglamento. Este estará situado en el interior de la parcela.

IBERDROLA S.A. abastecerá mediante una línea subterránea al centro de transformación mediante la red trifásica de media tensión de 13,2 KV y 50 Hz. Desde ahí se alimentará el cuadro principal de baja tensión mediante una línea de conductor único de una sección de 500 mm<sup>2</sup> y un neutro de 300 mm<sup>2</sup> (ITC-BT-07).

Los conductores serán unipolares de cobre y su tensión nominal será no inferior a 0,6/1 kV con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) e irán enterrados directamente bajo tierra.

La corriente eléctrica demandada tendrá las siguientes características:

- Corriente alterna trifásica
- Frecuencia de 50 Hz
- Tensión entre fases de 400V
- Tensión Fase-neutro de 230V

### 1.4. REGLAMENTO

Para llevar a cabo la realización de este proyecto, seguiremos las normas y reglamentos vigentes, mostrados a continuación:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- ITC Baja Tensión:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
- ITC-BT 10 Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.
- ITC-BT 12 Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ITC-BT 15 Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
- ITC-BT 16 Instalaciones de enlace. Contadores: Ubicación e instalación.
- ITC-BT 17 Instalaciones de enlace. Dispositivos de mando y protección.
- ITC-BT 18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT 19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT 21 Tubos y canales protectores.
- ITC-BT 22 Protección contra sobrecargas.
- ITC-BT 23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT 24 Protección contra contactos directos e indirectos.





ITC-BT 44 Receptores para alumbrado.

- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
- Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.
- NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.

## 1.5. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de carga total de esta nave industrial será de 123385 W; 109805 W correspondientes a maquinaria y tomas de corriente y 13580 W correspondientes al alumbrado.

### Previsión de cargas de maquinaria y tomas de corriente:

Fuerza	Potencia (W)
Torno	5000
Fresadora	3000
Corte laser	4700
Plegadora	3000
Prensa hidráulica 1	8500
Prensa hidráulica 2	8500
Centro mecanizado 1	15000
Centro mecanizado 2	15000
Soldador a presión 1	6100
Soldador a presión 2	6100
T. corriente monofásica	16905
T. corriente trifásica	18000
<b>Total maquinas y tomas</b>	<b>109805</b>

### Previsión de cargas del alumbrado:

Alumbrado	Potencia (W)
Alumbrado interior	9552
Alumbrado exterior	3522
Alumbrado de emergencia	506
<b>Total alumbrado</b>	<b>13580</b>



## 1.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS

La instalación diseñada para esta nave consta de un cuadro general, del que derivan tres cuadros secundarios y del segundo cuadro secundario deriva un cuadro auxiliar.

**-CGD:** Este está situado en la entrada principal de la nave y protege los tres cuadros secundarios que cuelgan de él además de la batería de condensadores.

**-CS1:** Este se sitúa en el taller dado que será el encargado de proteger las máquinas del mismo. Protege la fresadora, el torno, la plegadora, la cortadora laser y las dos prensas hidráulicas.

**-CS2:** Se encuentra en la pared que separa el taller y la zona de oficinas, dado que interviene en ambos espacios; protege el alumbrado monofásico de la nave, el alumbrado de emergencia de la zona de las oficinas, las tomas de corriente monofásicas, las tomas de corriente trifásicas y además el cuadro auxiliar.

**-CA1:** Se sitúa entre el almacén y el taller y está destinado a la protección del alumbrado trifásico tanto del interior como del exterior de la nave, así como del alumbrado de emergencia de la misma zona.

**-CS3:** Este también se encuentra en el taller, dado que es el otro cuadro destinado a la protección de maquinaria; protege los dos centros de mecanizado y los dos soldadores a presión.

**-CBT:** Se encuentra en la sala del centro de transformación, protege al CGD y al CABT.

**-CABT:** Es el encargado de la protección de la toma de corriente monofásica, el alumbrado monofásico y de emergencia del centro de transformación.

CGD				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
1	CUADRO SECUNDARIO 1	32700	400	47,2
2	CUADRO SECUNDARIO 2	48070	400	69,4
3	CUADRO SECUNDARIO 3	42200	400	60,9

CS1				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
1,1	TORNO	5000	400	7,2
1,2	FRESADORA	3000	400	4,3
1,3	CORTE LASER	4700	400	6,8
1,4	PLEGADORA	3000	400	4,3
1,5	PRENSA HIDRÁULICA 1	8500	400	12,3
1,6	PRENSA HIDRÁULICA 2	8500	400	12,3



# MEMORIA



CS2				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
2,1	ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINAS	286	230	0,4
2,2	ALUMBRADO MONOFÁSICO	2304	230	3,3
2,3	TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS(1-13)	8280	230	6,5
2,4	TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS(14-26)	8280	230	6,5
2,5	T.C. TRIFÁSICAS	18000	400	52,0
2,6	C.A. 1	10920	400	15,8

CS3				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
3,1	CENTRO DE MECANIZADO 1	15000	400	21,7
3,2	CENTRO DE MECANIZADO 2	15000	400	21,7
3,3	SOLDADOR A PRESIÓN 1	6100	400	8,8
3,4	SOLDADOR A PRESIÓN 2	6100	400	8,8

CA1				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
2,5,1	ALMACEN	1200	400	1,7
2,5,2	ZONA 1	2400	400	3,5
2,5,3	ZONA 2	2400	400	3,5
2,5,4	ZONA 3	1200	400	1,7
2,5,5	EMERGENCIA A,T	198	400	0,3
2,5,6	AL EXT	3522	400	5,1



CBT				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
CT 1	CUADRO AUXILIAR DEL C.T.	415	230	1,80
CT 2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	122970	400	239,2

CABT				
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)
CT 1.1	ALUMBRADO CT	48	230	0,21
CT 1.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA CT	22	230	0,10
CT 1.3	T.C. MONOFÁSICA	345	230	1,50

## 1.7. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para determinar las características de las medidas de protección y su aparamenta, será necesario tener en cuenta su esquema de distribución. Estos se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de alimentación y de las masas receptoras de la instalación.

Las siglas de los diferentes esquemas están referidas a:

La primera letra hace referencia a la situación de la alimentación respecto a tierra y existen dos opciones:

T= Conexión directa de un punto de la alimentación con respecto a tierra.

I= Aislamiento de las partes activas de la distribución con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

La segunda letra indica la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra. Dos situaciones:

T= Masas directamente conectadas a tierra, de manera independiente de la puesta a tierra de la alimentación.

N= Masas conectadas directamente al punto de la alimentación que está puesto a tierra.

De esta manera, hablaremos de tres esquemas distintos; TN, TT e IT.



### 1.7.1. Esquema TN

El punto de suministro, comúnmente el neutro, se conecta directo a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto a través de conductores de protección.

Las intensidades de defecto fase-masa son intensidades de cortocircuito y este defecto es exclusivo de conductores metálicos.

### 1.7.2. Esquema TT

Tiene un punto de alimentación, que suele ser el neutro conectado directamente a tierra. Las masas se conectan a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. Las corrientes de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores menores a las de cortocircuito, pero aun así pueden provocar la aparición de tensiones peligrosas.

### 1.7.3. Esquema IT

No tiene ningún punto de alimentación conectado directo a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra. Las corrientes resultantes de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tienen un valor lo suficientemente reducido como para no provocar tensiones de contacto peligrosas.

### 1.7.4. Elección de esquema

Dado que esta nave tiene una superficie muy grande, está presente la idea de la ampliación de la actividad industrial, lo que afecta a la elección del esquema; el esquema IT presenta problemas a la hora de una ampliación, por lo que lo descartamos.

Dicho esto, nos quedan los esquemas TT y TN, que son parecidos, pero para este tipo de instalaciones es más recomendable el TT.

Se elige el esquema TT permite ampliaciones y un buen mantenimiento, además del factor seguridad; es adecuado contra incendios, lo que es un punto a favor al trabajar con este tipo de maquinaria.

## 1.8. ILUMINACIÓN

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes, tanto en el interior de la nave como en el exterior, ya que una correcta iluminación creará un entorno de trabajo confortable y seguro para el trabajador, el cual llevará a mejorar la calidad del proceso productivo. Un entorno bien iluminado es aquel en el que se puede hacer una tarea visual sin realizar esfuerzo alguno.

Para la realización de este proyecto emplearemos conceptos básicos luminotécnicos y bases teóricas para los cálculos que se explican a continuación.



### 1.8.1. Sistemas de iluminación

Existen tres tipos de sistemas de iluminación; el alumbrado general, el localizado y el general localizado. Dependiendo del proceso a realizar, escogeremos uno u otro.

**Alumbrado general:** Tiene como objetivo garantizar un nivel de luminosidad homogéneo sobre la superficie del local.

**Alumbrado localizado:** Su objetivo es situar un punto de luz en cada puesto de trabajo para que el nivel de luminosidad aportado por este punto complete el nivel requerido para dicho puesto de trabajo. Es decir, se adapta la luminosidad a la operación requerida en cada puesto y las necesidades del operario.

**Alumbrado general localizado:** El objetivo es adaptar el nivel de luminosidad a cada zona, pero no de una forma tan específica como en el caso anterior.

### 1.8.2. Conceptos luminotécnicos

Primero, vamos a citar los conceptos técnicos que se han tenido en cuenta para realizar los cálculos luminotécnicos:

**Flujo luminoso (lum):** Medida de potencia luminosa que se recibe.

**Lux (lux):** Equivale a un lumen por metro cuadrado

**Flujo radiante (W):** Potencia emitida o recibida en forma de radiación.

**Coefficiente de utilización (Cu):** Es la medida de la eficiencia de una luminaria en la transferencia de energía lumínica al plano de trabajo de un área determinada o lo que es lo mismo, sabiendo ya lo que son los lúmenes, es el número de lúmenes que inciden de una luminaria a un plano de trabajo en relación con los lúmenes emitidos por la lámpara sin la luminaria. En resumen, es la luz aprovechada en el plano (sabiendo que hay luz que se desperdicia).

**Factor de mantenimiento (Fm):** El factor de mantenimiento es importante en toda instalación de iluminación ya que toda luminaria debe diseñarse teniendo en cuenta este factor, seleccionado según el entorno en el que esté la luminaria, así de su limpieza y de la posibilidad de ensuciamiento que exista.

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,65

El factor de mantenimiento utilizado según la tabla es el siguiente:

-0.8 Para las luminarias de zona de oficinas, vestuarios y pasillo

-0.65 Para las luminarias de la zona de taller



### 1.8.3. Protección de luminarias contra las personas

Toda luminaria debe de cumplir con toda norma de seguridad para así proteger a toda persona de los contactos eléctricos o quemaduras. Para ello están clasificadas según el grado de aislamiento en diferentes clases:

**CLASE 0:** Las luminarias de clase 0 no poseen conexión a tierra, por lo que la protección contra los contactos eléctricos la realiza el propio aislamiento principal.

**CLASE 1:** Las luminarias de clase 0 tienen el mismo aislamiento que las de clase 0 solo que esta vez sí que tenemos conexión a tierra.

**CLASE 2:** Estas luminarias tienen el aislamiento principal reforzado mediante un doble aislamiento. Estas luminarias no tienen tomas a tierra.

**CLASE 3:** Este tipo de luminaria se utilizan para conectarlas a circuitos con voltajes de valores bajos.

### 1.8.4. Niveles de iluminación

Para garantizar una buena producción y que todo trabajador pueda desarrollar su actividad de manera eficaz y segura, se necesitan unos valores mínimos de iluminancia (Em) siguiendo la norma UNE 12464.1. A continuación, en la siguiente tabla, adjuntamos los niveles de iluminación utilizados en cada zona de la nave industrial:

	Iluminación (lux)
Taller	300
Almacén	100
Sala de Descanso	100
Oficinas	500
Pasillo	100
Baños/Vestuarios	200
CT	50



### 1.8.5. Tipos de lámparas

#### Lámparas incandescentes:

Es un tipo de lámpara muy práctica y de fácil aplicación, en el mercado existe una amplia gama y las podemos encontrar con todo tipo de potencias. Se aconseja su uso para niveles de iluminación inferiores a 200 lux, tiene una gran presencia en alumbrado doméstico y de señalización. Este tipo de lámparas tienen un rendimiento luminoso bajo y una duración media reducida.

#### Lámparas de descarga:

##### **-Fluorescentes:**

Se utiliza cuando necesitamos una elevada temperatura de color, la Tª de color define únicamente el color, es decir, el tono de la luz. También es utilizada cuando el nivel de iluminación necesario sobre el plano útil de trabajo ha de alcanzar o sobrepasar los 200 lux, sobre todo si la instalación ha de estar funcionando durante un elevado número de horas el año (2000horas o más).

Es una de las lámparas más utilizadas universalmente ya que el flujo luminoso es del orden de siete veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de la misma potencia, otros factores que podemos resaltar es la gran calidad de luz y su larga vida. Estas características hacen que sean de aplicación universal para fines generales de alumbrado, sobre todo, en interiores de oficina, grandes almacenes, comercio escuelas, hospitales, industrias, etc.; donde la altura de montaje no supere los cinco metros.

##### **-De vapor de mercurio:**

Estas lámparas se utilizan para alumbrado industrial, cuando las condiciones de calidad de luz no son tan exigentes. Podemos encontrar dos tipos de lámparas: luz mixta o de color corregido; estas últimas tienen un elevado rendimiento luminoso y una larga vida media (60009000 horas), esto hacen que resulten la interesantes económicamente.

Son muy apropiadas para alumbrado directo con aparatos de alumbrado suspendidos a mucha altura. En naves industriales, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, separando débilmente los aparatos de alumbrado y disminuyendo el número de estos aparatos.

##### **-De vapor de sodio:**

Son muy utilizados para alumbrado exterior o en naves industriales con elevadas alturas de montaje. Podemos encontrar dos tipos: de baja o alta tensión.

Las de alta tensión presentan una gran duración y un alto rendimiento, lo que hace que se cambien cada mucho de tiempo. La elevada potencia unitaria que tiene hace que se utilicen en instalaciones interiores de industria.



**LED:**

La característica principal de estas lámparas es su bajo consumo, ya que para el mismo nivel de iluminación las lámparas LED consumen menos que las de descarga. Además, su tiempo de vida también es más amplio. Se están utilizando cada vez más, ya que, aunque son mucho más caros que cualquier otro tipo de bombilla al final se acaba amortizando su precio debido a su bajo consumo. Son más adecuados para bajas alturas, ya que a altas alturas no proporcionan el nivel de iluminación necesario.

### 1.8.6. Elección de luminarias

A continuación, se detalla el tipo y número de luminarias que se han utilizado en la nave industrial tanto en el interior como en el exterior de la nave con su correspondiente potencia después de realizar los cálculos con el programa DIALUX cómo se observa en la tabla, todas las luminarias proceden del catálogo de Philips. Los resultados obtenidos con el programa DIALUX se adjuntarán al apartado de cálculos.

El alumbrado del taller se ha dividido en 3 zonas y funcionara por medio de contactores. Por otro lado, en cuanto al alumbrado exterior tendremos un alumbrado perimetral alrededor de la nave y el alumbrado correspondiente al aparcamiento. Toda zona tiene un alumbrado equilibrado.

A continuación, en la siguiente tabla se expone de manera detallada la distribución y descripción de toda luminaria en la nave.

	Luminaria	Número	Potencia(W)	P. Total(W)
Al. trifásico interior	PHILIPS BY471P 1 xPRO250S_840 WB GC	36	200	7200
A. trifásico exterior	PHILIPS BDS491 T35 1xGRN100_830 DM GNB	12	276	3312
Al. trifásico Parking	GEWISS AVENUE 1-70W ST	3	70	210
Al. monofásico interior	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S_840	49	48	2352



### 1.8.7. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo en el alumbrado general o cuando la tensión de este baje al 70% de su valor nominal. Así, para realizar una evacuación por sus rutas marcadas, el cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lm/m<sup>2</sup> en toda la nave, tanto en la zona de producción como en la de oficinas.

Según la ITC-BT-28, los lugares donde se instalará alumbrado de emergencia son:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- En pasillos, escaleras y escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado.

#### Solución adoptada:

Las luminarias elegidas son luminarias autónomas no permanentes de la marca Schneider. Se han escogido bombillas de 11 W de potencia.

En la zona de oficinas, las luminarias se colocarán justo encima de los marcos de las puertas a una altura de 2 metros respecto del suelo. En los pasillos de estas, se pondrán en la pared y en la puerta de salida para marcar la ruta de evacuación.

En la zona de producción, que tiene bastante altura, se colocarán en las columnas a una altura de 3 metros respecto del suelo.

Para la realización del cálculo de cada habitáculo de la nave, se multiplicará el área de cada habitáculo por de 5 lm/m<sup>2</sup> y nos saldrá el flujo mínimo necesario.

A continuación, la Tabla del alumbrado de emergencia de la nave:

	Luminaria	Número	Potencia(W)	P. Total(W)
Al. de emergencia	LYRA 4211-11(i)	46	11	506

1



## 1.9. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

El cálculo de las secciones de los conductores es un método para obtener la sección idónea de los conductores empleados, siendo el conjunto de conductores capaces de:

- Transportar la potencia requerida con total seguridad.
- Que dicho transporte se efectúe con un mínimo de pérdidas de energía.
- Mantener los costes de la instalación en unos valores aceptables.

Para ello vamos a utilizar dos criterios, el cálculo por máxima caída de tensión, y el cálculo por criterio térmico.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de XLPE y serán siempre aislados. Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, remplazar fácilmente los conductores deteriorados.

### 1.9.1. Criterio térmico

A la hora de elegir la sección de los cables para las instalaciones eléctricas hay que tener en cuenta que estos se calientan por efecto Joule, pudiendo deteriorar los aislantes y/o cubiertas, poniendo en riesgo la seguridad de las personas y de la instalación.

Para cada sección de cable, existe un límite de carga en amperios que no puede sobrepasarse que va en función de la temperatura máxima que puede soportar. Dicha temperatura también es función de otros factores como la temperatura ambiente y la canalización. Estos factores e intensidades vienen dadas en las ITC-BT-06 y 07 del RBT.

### 1.9.2. Caída de tensión

Debido a que los cables no son conductores perfectos presentan una resistencia óhmica que será más grande entre más largo sea el cable, provocando una caída de tensión en él. Existe una caída de tensión máxima que podemos permitir en un cable; 3% para alumbrado y 5% para fuerza.

Para calcular dicha caída empleamos las siguientes ecuaciones:

Monofásica:

$$S = \frac{2 L I \cos\varphi}{C u} = \frac{2 L P}{C u V}$$



Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} L I \cos\phi}{C u} = \frac{L P}{C u V}$$

Donde:

u: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

I: corriente nominal de la línea en Amperios

Cosφ: factor de potencia.

C: conductividad del material del conductor (56 para el Cobre).

S: sección del cable en mm<sup>2</sup>.

Una vez obtenidas las secciones por los métodos del criterio térmico y el criterio de caída de tensión, elegiremos el mayor de los dos y lo normalizaremos.

### 1.9.3. Canalizaciones

Exceptuando la línea de la acometida, todas las instalaciones de los conductores aislados bajo tubo se realizarán mediante montaje superficial. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijarlos éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.

La canalización de la acometida estará enterrada a 0.7 metros de profundidad.



## 1.9.4. Conductores de línea escogidos

CUADRO SECUNDARIO 1								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 2.1	7,2	9,0	9	1	0,12	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4
L 2.2	4,3	5,4	6	1	0,05	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4
L 2.3	6,8	8,5	6	1	0,08	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4
L 2.4	4,3	5,4	9	1	0,07	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4
L 2.5	12,3	15,3	12	1	0,27	2,5	Tubo empotrado	3 x 2,5+ TT x 4
L 2.6	12,3	15,3	12	1	0,27	2,5	Tubo empotrado	3 x 2,5+ TT x 4

CUADRO SECUNDARIO 2								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 3.1	0,4	0,7	140	1	0,11	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 3.2	3,3	6,0	140	1	0,87	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 3.3	12,0	12,0	170	1	3,79	2,5	Tubo empotrado	4 x 4+ TT x 4
L 3.4	12,0	12,0	170	1	3,79	2,5	Tubo empotrado	4 x 4+ TT x 4
L 3.5	26,0	26,0	150	1	7,27	4	Tubo empotrado	4 x 10+ TT x 10
L 3.6	15,8	15,8	60	1	1,77	2,5	Tubo empotrado	4 x 2,5+ TT x 4

CUADRO SECUNDARIO 3								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 1.1.1	21,7	27,1	20	1	0,81	6	Tubo empotrado	3 x 6+ TT x 4
L 1.1.2	21,7	27,1	20	1	0,81	6	Tubo empotrado	3 x 6+ TT x 4
L 1.1.3	8,8	11,0	18	1	0,30	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4
L 1.1.4	8,8	11,0	18	1	0,30	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5+ TT x 4

CUADRO AUXILIAR 1								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. Term	Canalización	Conductor
L 1.1	1,7	3,1	110	1	0,36	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 1.2	3,5	6,2	120	1	0,78	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 1.3	3,5	6,2	120	1	0,78	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 1.4	1,7	3,1	80	1	0,26	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 1.5	0,3	0,5	200	1	0,11	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5+ TT x 4
L 1.6	5,1	9,2	230	1	2,18	1,5	Tubo empotrado	4 x 2,5+ TT x 4

CUADRO GENERAL								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 1	47,2	47,2	28	1	2,47	16	Tubo empotrado	4 x 16+ TT x 16
L 2	69,4	69,4	7	1	0,91	25	Tubo empotrado	4 x 25+ TT x 16
L 3	60,9	60,9	31	1	3,52	16	Tubo empotrado	3 x 16+ TT x 16
L 4	61,7	61,7	5	1		16	Tubo empotrado	4 x 16+ TT x 16

BANCO DE CONDENSADORES								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L4.1	132,9	132,9	2	1	0,00	70	Tubo empotrado	3 x 70+ TT x 35



CUADRO DE BT DEL C.T.								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L CT 1	1,80	1,80	1	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
L CT 2	239,2	239,19	65	1	21,53	150	Tubo subterráneo	3 x 150/75+ TT x 75

CUADRO AUXILIAR C.T.								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L CT 1.1	0,21	0,38	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
L CT 1.2	0,10	0,17	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
I CT 1.3	1,50	1,50	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4

## 1.10. RECEPTORES

La instalación de los sistemas receptores deberá realizarse siempre atendiendo a las especificaciones del Reglamento Electrotécnico para baja tensión, con el objetivo de conseguir una correcta instalación, uso y seguridad. Durante su utilización no podrán producir alteraciones en las comunicaciones ni en las redes de instalación públicas.

Los receptores que vamos a tener en la nave industrial van a ser los siguientes: motores, receptores de alumbrado y tomas de corriente.

### 1.10.1. Motores

Para el mecanizado, es necesaria la instalación de una serie de motores que citaremos a continuación, para ello he seguido las especificaciones de la ITC-BT 47 que se citan a continuación:

- Todo motor debe instalarse de manera que sus partes móviles no puedan causar accidentes, para ello se utilizará un protocolo de seguridad.
- Las conexiones de un solo motor deben estar dimensionadas para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.
- Los motores deben de tener protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas en todas sus fases.
- Todo motor debe de estar debidamente protegido frente a sobreintensidades en el arranque.



Nombre	Potencia activa (W)	F.P.
Torno	5000	0,88
Fresadora	3000	0,88
Corte laser	4700	0,86
Plegadora	3000	0,88
Prensa hidráulica 1	8500	0,87
Prensa hidráulica 2	8500	0,87
Centro mecanizado 1	15000	0,86
Centro mecanizado 2	15000	0,86
Soldador a presión 1	6100	0,88
Soldador a presión 2	6100	0,88

### 1.10.2. Receptores de alumbrado

Para una correcta visibilidad en nuestra nave, es necesaria la instalación de luminarias que citaremos a continuación, para ello he seguido las especificaciones del reglamento de baja tensión en la ITC-BT 44 que se citan a continuación:

- La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg.
- La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm<sup>2</sup>.
- En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.



Zona	Número	Potencia (W)	Potencia Total (W)
Almacén	6	200	1200
Taller zona 1	12	200	2400
Taller zona 2	12	200	2400
Taller zona 3	6	200	1200
Exterior	12	276	3312
Parking	3	70	210
Baño Masc	3	48	144
Baño Fem	3	48	144
Vestuario Masc	3	48	144
Vestuario Fem	3	48	144
Oficina 1	12	48	576
Oficina 2	15	48	720
Pasillos	7	48	336
Sala Descanso	2	48	96
CT	1	48	48
Total emergencia	46	11	506

### 1.10.3. Tomas de corriente

En cuanto a las tomas de corriente de esta nave, instalaremos un total de 44 de las cuales serán 18 trifásicas (400 V) y por otro lado 26 tomas de corriente monofásicas (230V).

En la zona de almacén y taller todas las tomas serán trifásicas, sin embargo, en la zona de oficinas y baños toda toma de corriente será monofásica.

En cuanto a las tomas eléctricas en los vestuarios debemos tener en cuenta el Reglamento electrónica para baja tensión para establecer un grado de protección a nuestros aparatos en este caso tomas de corriente, estos tienen que estar a mínimo 1m de distancia de la bañera y a una altura menor de 2,25 m

	Numero de tomas	Corriente Max(A)	Factor de utilización	Factor de simultaneidad	Tensión(V)	Pot Total/Toma(W)	Potencia Total(W)
T.C. Monofásicas	48	16	0,25	0,375	230	345	16560
T.C. Trifásicas	9	32	0,25	0,625	400	2000	18000

### 1.11. PROTECCIONES

Siguiendo el reglamento y sus instrucciones IBT-BT-22 y IBT-BT-24, toda instalación debe de estar compuesta por elementos de protección que protejan a las instalaciones y personas de cualquier tipo de imprevisto eléctrico como los citados a continuación:





- Cortocircuitos
- Sobrecargas
- Contactos directos
- Contactos indirectos
- Incendios

La instalación está prevista de los siguientes elementos de protección que voy a citar a continuación.

### Interruptor Diferencial:

Dispositivo electromecánico colocado en las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de posibles fallos de aislamiento en conductores o tierra. Calcula la diferencia entre la corriente que entra y sale en un circuito y la compara con un valor a la que llamamos SENSIBILIDAD, para la cual el dispositivo abre el circuito, el valor de la sensibilidad dependerá según el tipo de receptor, también los diferenciales que estén aguas arriba como es el caso del CGD tendrán una sensibilidad igual o mayor a la mitad de la suma de sensibilidades de los diferenciales de sus líneas aguas abajo.

### Interruptor magnetotérmico:

Colocamos interruptores magnetotérmicos en nuestra instalación eléctrica con el fin de protegerla de las sobreesencias consecuencia de cortocircuitos. Consta de un circuito magnético y un térmico. Su funcionamiento se basa en los efectos magnéticos y térmicos que produce la circulación de corriente en sus elementos por lo que cuando la corriente aumenta, el campo magnético también hasta llegar a un punto donde se cortará el circuito.

### Fusible:

Dispositivo intercalado en el circuito eléctrico, que contiene un filamento metálico de bajo punto de fusión, el cual, si la intensidad de la corriente que lo atraviesa supera un determinado valor, ya sea por un cortocircuito o una sobrecarga, éste se fundirá por calentamiento y saltará protegiendo el circuito.

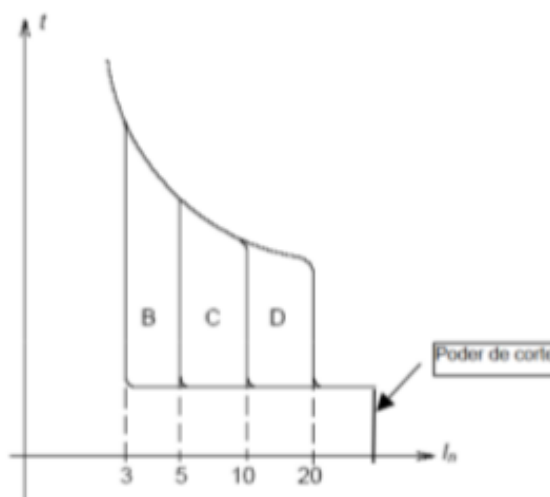
### Interruptor automático:

Tiene como función proteger los circuitos contra los cortocircuitos y sobrecargas, para ello dispone de dos relés independientes, uno para las sobrecargas y otro para los cortocircuitos. En cuanto uno de los dos se acciona, automáticamente se produce el corte de sobreesencia. La apertura es automática y el cierre suele ser manual.

Los interruptores automáticos, varían en función de la CURVA DE DISPARO, que nos muestran el tiempo de disparo en función de la intensidad de defecto en amperios.



En el eje horizontal se representan los valores de corriente y en el eje vertical el tiempo. Es decir, que conociendo el valor de intensidad podremos saber fácilmente cuanto tiempo tardará en disparar el interruptor.



### 1.11.1. Protecciones de la instalación

Estarán provistos de distintas protecciones:

- Contra contactos: Se ha implementado un sistema de puesta a tierra de las masas de los circuitos, asociado a interruptores diferenciales de corte omnipolar, sensibles a las corrientes por defecto. Para una mayor eficacia se emplearán interruptores diferenciales en el origen de cada circuito de una sensibilidad de 30 mA y 300mA.
- Contra sobrecargas: Mediante interruptores magnetotérmicos limitamos la corriente en cada circuito, de tal manera que nunca pueda circular una corriente mayor a la admisible.
- Contra cortocircuitos: Las derivaciones estarán protegidas por interruptores automáticos con desconexión electromagnética (magnetotérmicos), elegidos en función de la intensidad de cortocircuito de la cada línea.

Los dispositivos de mando y protección se instalarán en el interior de los distintos cuadros de distribución de la instalación. Dichos cuadros estarán homologados según la normativa correspondiente y sus masas metálicas estarán conectadas a tierra.

Los dispositivos de corte automáticos estarán regidos por el criterio de selectividad, por el cual, generado un defecto, este sea eliminado por el interruptor conectado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. De esta manera evitamos el paro de toda la nave por un defecto puntual y problemas de procesado y daños de material.



### 1.11.2. Corrientes de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

#### Corrientes de cortocircuito máximas:

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. Estas corrientes se utilizan para determinar el poder de corte y de cierre de los interruptores y Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima se tienen en cuenta todo lo que haya aguas arriba del interruptor automático a calcular. Una vez se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá ser mayor que la corriente previamente calculada.

#### Corriente de cortocircuito mínima:

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. Calculamos esta corriente para poder realizar los ajustes a los dispositivos de protección frente a cortocircuitos. Además, es necesario para elegir la curva de los magnetotérmicos.

### 1.11.3. Protección de las personas

La circulación de la corriente a través de las personas se puede producir por contacto directo o indirecto. Directo debido a conductores descubiertos e indirectos cuando el contacto es con elementos que no deberían estar cargados.

Se consideran valores inferiores a 30mA como valores no peligrosos para el hombre, al igual que tiempos inferiores a 30ms.

El RBT fija según la ITC-24 los valores de tensión de contacto:

- 24 V para locales o emplazamientos húmedos
- 50 V en los demás casos.

### 1.11.4. Resultados

Las tablas de resultados estarán presentes en el apartado de Cálculos.

## 1.12. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra tiene como principal objetivo el limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar el correcto funcionamiento de las



protecciones y reducir el riesgo de avería en nuestra instalación. Por lo tanto, nuestro principal objetivo es el de proteger a las personas y a la instalación. Las tomas a tierra son las encargadas de unir el circuito eléctrico al terreno, estas están constituidas por electrodos. Es muy importante el terreno a elegir ya que, en función de sus características, la corriente disipará en mayor o menor medida.

La puesta a tierra se ha diseñado teniendo en cuenta la ITC-BT-18.

Partes de la puesta a tierra:

- **ELECTRODO O PICA:** Masa metálica, que está en buen contacto con el terreno, para que cuando se presente una corriente de defecto, estos electrodos la puedan derivar al terreno. Suelen ser de cobre o acero galvanizado.

- **LINEA DE ENLACE CON TIERRA:** Formada por conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra, estos deben de ser desnudos y con una sección mínima de 35mm<sup>2</sup>. Suelen ser de cobre o de algún otro material con alto punto de fusión.

- **CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:** Estos conductores son los encargados de unir eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra. Serán de cobre y la sección seguirá la tabla que podemos encontrar en la ITC-BT-18.

### 1.12.1. Tierra del servicio

La tierra de servicio es una protección realizada mediante mallas enterradas, donde a este sistema se le conectará el neutro del transformador.

Los cálculos realizados para la elección de la tierra de servicio quedan indicados en el documento cálculos.

### 1.12.2. Elección de puesta a tierra

Siguiendo la ITC-BT-18, es decir las instrucciones del reglamento de baja tensión de puesta a tierra, hemos considerado que la máxima tensión de contacto que vamos a tener va a ser de 50 V ya que según la posición geográfica de nuestra nave la he considerado como local seco.

Por otro lado, después de realizar una investigación previa sobre el terreno donde vamos a ubicar la nave industrial, vemos que tenemos un terreno de margas y arcillas, cuyo valor de resistividad está entre los 100-200  $\Omega$ m, por lo que hemos considerado una resistividad de 150  $\Omega$ m.

Se ha optado por una tierra perimetral, es decir que el conductor abarca todo el perímetro de la nave. Formada por un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, enterrado a una profundidad de 0,8m y conectado a él irán cada una de las picas, de 14mm de diámetro y 2m de longitud. En



cada pica se pondrá una arqueta de registro donde podremos hacer las correspondientes mediciones y verificar el correcto funcionamiento de nuestra puesta a tierra. Todos nuestros cuadros secundarios se conectarán también a nuestra tierra perimetral.

Los conductores de tierra tendrán un color verde-amarillo en su cubierta.

Los resultados se verán reflejados en el apartado de cálculos.

### 1.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación que hemos utilizado es el modelo prefabricado PFU-4 de 400KVA de la empresa comercializadora Ormazabal. Consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos: desde la apartamenta de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción, como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos

La instalación es especialmente sencilla ya que las operaciones pueden reducirse a su posicionamiento en la excavación, y al conexionado de los cables de acometida, que se introducen en los centros a través de unos agujeros semiperforados en sus bases.

La entrada al Centro de Transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de apartamenta, en el que se encuentran las celdas de media tensión, cuadros de baja tensión y elementos de control del centro. Si las condiciones de explotación así lo exigen, es posible añadir una segunda puerta de acceso para personas, y establecer una separación física entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente.

Cada transformador cuenta con una puerta propia para permitir su extracción del centro o acceso para mantenimiento.

#### Características constructivas:

Al ser prefabricado, su instalación será sencilla ya que solo tenemos que excavar y realizar los correspondientes conexionados de los cables de la acometida a nuestro centro de transformación.

En el interior del centro de transformación deberán de ir 3 celdas:

**Celda de línea:** Es la primera celda, recibe los 13,2 KV de Iberdrola y es la que permite la comunicación.



**Celda de protección:** Protege a la instalación de sobretensiones.

**Celda de medida:** Tiene como función recoger los valores de los contadores.

## 1.14. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Un bajo factor de potencia implica un aumento de la corriente aparente y por lo tanto un aumento de las pérdidas eléctricas en el sistema, es decir indica una eficiencia eléctrica baja, lo cual siempre es costoso, ya que el consumo de potencia activa es menor que el producto  $V \cdot I$  (potencia aparente).

La demanda de potencia reactiva se puede reducir sencillamente colocando condensadores en paralelo a los consumidores de potencia inductiva QL. Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva QC de los condensadores se anula total o parcialmente la potencia reactiva inductiva tomada de la red. A este proceso se le denomina compensación.

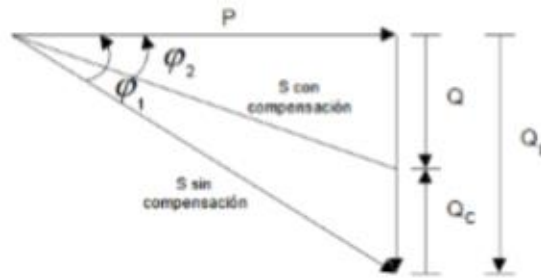
Después de una compensación la red suministra solamente (casi) potencia real. La corriente en los conductores se reduce, por lo que se reducen las pérdidas en estos. Así se ahorran los costos por consumo de potencia reactiva facturada por las centrales eléctricas.

### 1.14.1. Ventajas de la corrección del factor de potencia

Al contrario que lo explicado anteriormente, el corregir el factor de potencia nos da como consecuencia:

- Un menor costo de energía eléctrica. Al mejorar el factor de potencia no se tiene que pagar penalizaciones por mantener un bajo factor de potencia.
- Aumento en la capacidad del sistema. Al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, y cables.
- Mejora en la calidad del voltaje. Un bajo factor de potencia puede reducir el voltaje de la planta, cuando se toma corriente reactiva de las líneas de alimentación. Cuando el factor de potencia se reduce, la corriente total de la línea aumenta, debido a la mayor corriente reactiva que circula, causando mayor caída de voltaje a través de la resistencia de la línea, la cual, a su vez, aumenta con la temperatura. Esto se debe a que la caída de voltaje en una línea es igual a la corriente que pasa por la misma multiplicada por la resistencia en la línea.
- Aumento de la vida útil de las instalaciones.

El significado de la corrección del factor de potencia es el siguiente:



### 1.14.2. Elección de la batería de condensadores

Para la compensación del factor de potencia utilizamos una batería de condensadores. El factor de potencia que queremos conseguir en la nave es de 1, entonces la energía reactiva a compensar es de 42746 Var. Para ello hemos utilizado una batería de condensadores de 50 KVAR de modelo Schneider- VLVAF4P03506AA de 4 escalones de 12,5 KVAR.

De esta forma conseguimos mejorar la potencia reactiva de nuestra instalación con las ventajas que esto conlleva. El proceso detallado sobre la energía reactiva a compensar estará expresado en la sección de cálculos de la presente memoria.

**FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

## 2. Cálculos

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021



## 2.CÁLCULOS

2.1 INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO .....	4
2.1.1. Alumbrado monofásico interior.....	5
2.1.2. Alumbrado trifásico interior.....	5
2.1.3. Alumbrado trifásico exterior .....	6
2.1.4. Alumbrado trifásico parking.....	6
2.1.5. Alumbrado de emergencia.....	7
2.2 INTENSIDAD DE LINEA .....	7
2.2.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	7
2.2.2. CUADRO SECUNDARIO 1 .....	8
2.2.3. CUADRO SECUNDARIO 2 .....	8
2.2.4. CUADRO SECUNDARIO 3 .....	8
2.2.5. CUADRO AUXILIAR 1.....	8
2.2.6. BATERÍA DE CONDENSADORES .....	9
2.2.7. CUADRO DE BAJA TENSIÓN .....	9
2.2.8. CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN.....	9
2.3 TRANSFORMADOR .....	9
2.4 TOMAS DE CORRIENTE.....	10
2.5 CONDUCTORES.....	10
2.5.1. Cuadro general de distribución.....	11
2.5.2. Cuadro secundario 1 .....	11
2.5.3. Cuadro secundario 2 .....	11
2.5.4. Cuadro secundario 3 .....	11
2.5.5. Cuadro auxiliar 1 .....	11
2.5.6. Banco de condensadores .....	12
2.5.7. Cuadro auxiliar del C.T. ....	12
2.5.8. Cuadro de baja tensión .....	12
2.6 BATERÍA DE CONDENSADORES .....	13
2.7 PROTECCIONES.....	14
2.7.1 Interruptor automático .....	14
2.7.2 Interruptor magnetotérmico.....	14
2.7.2.1. Cuadro general de distribución.....	15
2.7.2.2. Cuadro secundario 1 .....	15
2.7.2.3. Cuadro secundario 2 .....	15
2.7.2.4. Cuadro secundario 3 .....	15
2.7.2.5. Cuadro auxiliar 1 .....	16

2.7.2.6. Cuadro de baja tensión .....	16
2.7.2.7. Cuadro auxiliar del centro de transformación .....	16
2.7.3. Interruptor diferencial.....	16
2.7.3.1. Cuadro general de distribución.....	17
2.7.3.2. Cuadro secundario 1 .....	17
2.7.3.3. Cuadro secundario 2 .....	17
2.7.3.4. Cuadro secundario 3 .....	17
2.7.3.5. Cuadro auxiliar 1 .....	18
2.7.3.6. Cuadro de baja tensión .....	18
2.7.3.7. Cuadro auxiliar del centro de transformación .....	18
2.8. -PUESTA A TIERRA .....	18



## 2.1 INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO

Para el cálculo de los alumbrados utilizamos el programa Dialux, el cual calcula el nivel de luminancia una vez incluidas las lámparas. Los cálculos se podrían hacer a mano, pero conllevaría mucho más trabajo, además de menos precisión, ya que en los cálculos que se hacen a mano no se tienen en cuenta varios factores como el nivel de reflexión de las paredes. Debemos tener en cuenta que se cumpla la iluminación mínima para cada caso. Las luminarias utilizadas para cada zona y su potencia se encuentran en la memoria. Los resultados obtenidos en Dialux y las luminarias utilizadas y sus características se encuentran en los anexos.

Zona	Número	Potencia (W)	Potencia Total (W)
Almacén	6	200	1200
Taller zona 1	12	200	2400
Taller zona 2	12	200	2400
Taller zona 3	6	200	1200
Exterior	12	276	3312
Parking	3	70	210
Baño Masc	3	48	144
Baño Fem	3	48	144
Vestuario Masc	3	48	144
Vestuario Fem	3	48	144
Oficina 1	12	48	576
Oficina 2	15	48	720
Pasillos	7	48	336
Sala Descanso	2	48	96
CT	1	48	48
Total emergencia	46	11	506



## 2.1.3. Alumbrado trifásico exterior

Situado en las paredes de la nave, el exterior de la caseta del centro de transformación y en la puerta de la parcela, la luminaria trifásica seleccionada para el alumbrado exterior es:

### PHILIPS BDS491 T35 1 xGRN100 830 DM GNB

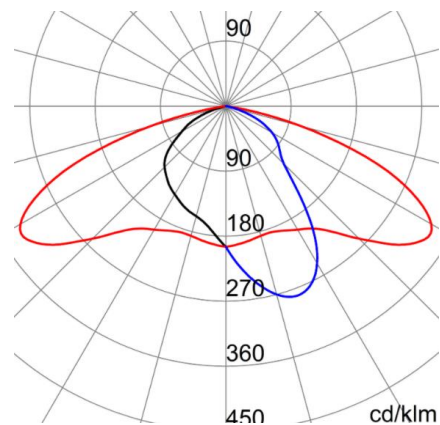


Estas lámparas están situadas junto a la pared a una altura de 7 metros.

## 2.1.4. Alumbrado trifásico parking

En el medio del parking de la parcela se sitúan 3 farolas, que son el modelo de luminaria trifásica:

### GEWISS AVENUE 1-70W ST

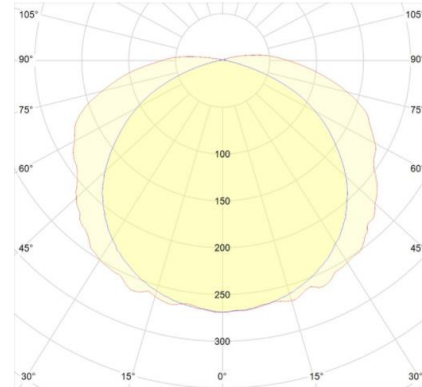


Las farolas tendrán una altura de 6,5 metros.

### 2.1.5. Alumbrado de emergencia

El modelo de luminaria elegido para todo el alumbrado de emergencia, tanto del interior de la nave como del centro de transformación es el modelo de luminaria monofásica:

#### LYRA 4211-11(i)



Las luces de emergencia se sitúan a 3 metros de altura en paredes y encima de las puertas.

## 2.2 INTENSIDAD DE LINEA

Consideramos que ya hemos corregido el factor de potencia de las máquinas con el banco de condensadores, por lo que nuestro factor de potencia será siempre 1.

La tensión de línea será de 400 V debido a que siempre salimos del cuadro en trifásico. También se llevará a cada cuadro y cada circuito su toma de tierra correspondiente.

### 2.2.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO GENERAL								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
1	CUADRO SECUNDARIO 1	32700	400	1	47,2	1	47,2	R-S-T
2	CUADRO SECUNDARIO 2	48070	400	1	69,4	1	69,4	R-S-T-N
3	CUADRO SECUNDARIO 3	42200	400	1	60,9	1	60,9	R-S-T
4	BANCO DE CONDENSADORES	0	400	1	61,7	1	61,7	R-S-T



## 2.2.2. CUADRO SECUNDARIO 1

CUADRO SECUNDARIO 1								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
1,1	TORNO	3000	400	1	4,3	1,25	5,4	R-S-T
1,2	FRESADORA	5000	400	1	7,2	1,25	9,0	R-S-T
1,3	CORTE LASER	4700	400	1	6,8	1,25	8,5	R-S-T
1,4	PLEGADORA	3000	400	1	4,3	1,25	5,4	R-S-T
1,5	PRENSA HIDRÁULICA 1	8500	400	1	12,3	1,25	15,3	R-S-T
1,6	PRENSA HIDRÁULICA 2	8500	400	1	12,3	1,25	15,3	R-S-T

## 2.2.3. CUADRO SECUNDARIO 2

CUADRO SECUNDARIO 2								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
2,1	ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINAS	286	230	1	0,4	1,8	0,7	R-S-T-N
2,2	ALUMBRADO MONOFÁSICO	2304	230	1	3,3	1,8	6,0	R-S-T-N
2,3	T.C. MONOFÁSICAS 1	8280	230	1	12,0	1	12,0	R-S-T-N
2,4	T.C. MONOFÁSICAS 2	8280	230	1	12,0	1	12,0	R-S-T-N
2,5	T.C. TRIFÁSICAS	18000	400	1	26,0	1	26,0	R-S-T-N
2,6	C.A. 1	10920	400	1	15,8	1	15,8	R-S-T-N

## 2.2.4. CUADRO SECUNDARIO 3

CUADRO SECUNDARIO 3								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
3,1	CENTRO DE MECANIZADO 1	15000	400	1	21,7	1,25	27,1	R-S-T
3,2	CENTRO DE MECANIZADO 2	15000	400	1	21,7	1,25	27,1	R-S-T
3,3	SOLDADOR A PRESIÓN 1	6100	400	1	8,8	1,25	11,0	R-S-T
3,4	SOLDADOR A PRESIÓN 2	6100	400	1	8,8	1,25	11,0	R-S-T

## 2.2.5. CUADRO AUXILIAR 1

CUADRO AUXILIAR 1								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
2,5,1	ALMACEN	1200	400	1	1,7	1,8	3,1	R-S-T-N
2,5,2	ZONA 1	2400	400	1	3,5	1,8	6,2	R-S-T-N
2,5,3	ZONA 2	2400	400	1	3,5	1,8	6,2	R-S-T-N
2,5,4	ZONA 3	1200	400	1	1,7	1,8	3,1	R-S-T-N
2,5,5	EMERGENCIA A,T	198	400	1	0,3	1,8	0,5	R-S-T-N
2,5,6	AL EXT	3522	400	1	5,1	1,8	9,2	R-S-T-N



## 2.2.6. BATERÍA DE CONDENSADORES

BATERÍA DE CONDENSADORES								
Circuito	Nombre	Potencia (VAr)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
4.1	Batería de condensadores	42746	400	1	61,7	1	61,7	R-S-T

## 2.2.7. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

CUADRO DE BT DEL C.T.								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
CT 1	CUADRO AUXILIAR DEL C.T.	415	230	1	1,80	1	1,80	R-N
CT 2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	122970	400	1	177,5	1	177,49	R-S-T-N

## 2.2.8. CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN

CUADRO AUXILIAR C.T.								
Circuito	Nombre	Potencia (W)	Tensión (V)	F.P.	In (A)	F corr	Ical (A)	FASE
CT 1.1	ALUMBRADO CT	48	230	1	0,21	1,8	0,38	R-N
CT 1.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA CT	22	230	1	0,10	1,8	0,17	R-N
CT 1.3	T.C. MONOFÁSICA	345	230	1	1,50	1	1,50	R-N

## 2.3 TRANSFORMADOR

Una vez calculadas todas las intensidades y potencias podremos calcular la potencia necesaria para el transformador. Sabiendo la potencia y que el factor de potencia será igual a 1 una vez corregido con la batería de condensadores, nuestra nave necesitará un transformador de las siguientes características:

$$S = 160\text{KVA}; I = S / \sqrt{3} * V = 160000 / \sqrt{3} * 400 = 230.94 \text{ A}$$

Conexión triángulo estrella, ya que llegarán tres fases en MT y saldrán cuatro en BT

Relación de transformación 13.2/0.4 Kv

Obtenidos estos cálculos, seleccionamos el transformador que se adapte a lo requerido del catálogo de Ormazabal:





Características eléctricas		24 kV: D <sub>0</sub> C <sub>K</sub> (AB')				
Potencia asignada [kVA]		25	50	100	160	
Tensión asignada [Ur]	Primaria [kV]	20				
	Secundaria en vacío [V]	420				
Grupo de Conexión		Yzn11/Dyn11				
Pérdidas en Vacío - P <sub>0</sub> [W]	Lista D <sub>0</sub>	95	145	260	375	
Pérdidas en Carga - P <sub>k</sub> [W]	Lista C <sub>k</sub>	700	1100	1750	2350	
Impedancia de Cortocircuito [%] a 75°C		4	4	4	4	
Nivel de Potencia Acústica L <sub>wA</sub> [dB]	Lista D <sub>0</sub>	47	50	54	57	
Caída de tensión a plena carga (%)	cos f = 1	2.84	2.26	1.81	1.54	
	cos f = 0.8	3.96	3.77	3.57	3.43	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cos f = 1	96.92	97.57	98.03	98.33
		cos f = 0.8	96.18	96.98	97.55	97.92
	CARGA 75%	cos f = 1	97.46	98.00	98.37	98.61
		cos f = 0.8	96.84	97.52	97.97	98.26

El transformador elegido acorde a las condiciones requeridas es el de 160 KVA.

## 2.4 TOMAS DE CORRIENTE

Como bien refleja la tabla, hay en la nave 49 tomas monofásicas y 9 trifásicas; se han elegido los valores de los factores de simultaneidad y de utilización acorde con cada tipo de toma.

Para las tomas monofásicas, se ha previsto una corriente máxima de 16 A mientras que para las tomas trifásicas la corriente máxima se considera de 32 A.

Así, obtenemos potencias para las tomas de:

-T Monofásica: 345W

-T Trifásica: 2000W

	Numero de tomas	Corriente Max(A)	Factor de utilización	Factor de simultaneidad	Tensión(V)	Potencia Total/Toma(W)	Potencia Total(W)
T.C. Monofásicas	49	16	0,25	0,375	230	345	16905
T.C. Trifásicas	9	32	0,25	0,625	400	2000	18000

## 2.5 CONDUCTORES

Una vez calculadas las corrientes de las líneas nos disponemos a calcular la sección de estas líneas. Para ello utilizaremos el criterio térmico y el de caída de tensión explicados en la memoria, y nos ayudaremos del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Además, sabemos que, con el método de caída de tensión, esta tiene que ser menor que el 4,5% para el alumbrado y menor que el 6,5% para los demás usos.



## 2.5.1. Cuadro general de distribución

CUADRO GENERAL								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Seccion cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 1	47,2	47,2	28	1	2,47	16	Tubo empotrado	4 x 16 + TT x 16
L 2	69,4	69,4	7	1	0,91	25	Tubo empotrado	4 x 25 + TT x 16
L 3	60,9	60,9	31	1	3,52	16	Tubo empotrado	3 x 16 + TT x 16
L 4	61,7	61,7	5	1		16	Tubo empotrado	4 x 16 + TT x 16

## 2.5.2. Cuadro secundario 1

CUADRO SECUNDARIO 1								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Seccion cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 2.1	7,2	9,0	9	1	0,12	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4
L 2.2	4,3	5,4	6	1	0,05	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4
L 2.3	6,8	8,5	6	1	0,08	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4
L 2.4	4,3	5,4	9	1	0,07	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4
L 2.5	12,3	15,3	12	1	0,27	2,5	Tubo empotrado	3 x 2,5 + TT x 4
L 2.6	12,3	15,3	12	1	0,27	2,5	Tubo empotrado	3 x 2,5 + TT x 4

## 2.5.3. Cuadro secundario 2

CUADRO SECUNDARIO 2								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Seccion cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 3.1	0,4	0,7	140	1	0,11	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 3.2	3,3	6,0	140	1	0,87	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 3.3	12,0	12,0	170	1	3,79	2,5	Tubo empotrado	4 x 4 + TT x 4
L 3.4	12,0	12,0	170	1	3,79	2,5	Tubo empotrado	4 x 4 + TT x 4
L 3.5	26,0	26,0	150	1	7,27	4	Tubo empotrado	4 x 10 + TT x 10
L 3.6	15,8	15,8	60	1	1,77	2,5	Tubo empotrado	4 x 2,5 + TT x 4

## 2.5.4. Cuadro secundario 3

CUADRO SECUNDARIO 3								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Seccion cdt	C. term.	Canalización	Cable
L 1.1.1	21,7	27,1	20	1	0,81	6	Tubo empotrado	3 x 6 + TT x 4
L 1.1.2	21,7	27,1	20	1	0,81	6	Tubo empotrado	3 x 6 + TT x 4
L 1.1.3	8,8	11,0	18	1	0,30	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4
L 1.1.4	8,8	11,0	18	1	0,30	1,5	Tubo empotrado	3 x 1,5 + TT x 4

## 2.5.5. Cuadro auxiliar 1

CUADRO AUXILIAR 1								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Seccion cdt	C. Term	Canalización	Conductor
L 1.1	1,7	3,1	110	1	0,36	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 1.2	3,5	6,2	120	1	0,78	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 1.3	3,5	6,2	120	1	0,78	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 1.4	1,7	3,1	80	1	0,26	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 1.5	0,3	0,5	200	1	0,11	1,5	Tubo empotrado	4 x 1,5 + TT x 4
L 1.6	5,1	9,2	230	1	2,18	1,5	Tubo empotrado	4 x 2,5 + TT x 4



## 2.5.6. Banco de condensadores

BANCO DE CONDENSADORES								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L4.1	132,9	132,9	2	1	-	70	Tubo empotrado	3 x 70 + TT x 35

## 2.5.7. Cuadro auxiliar del C.T.

CUADRO AUXILIAR C.T.								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L CT 1.1	0,21	0,38	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
L CT 1.2	0,10	0,17	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
I CT 1.3	1,50	1,50	3	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4

## 2.5.8. Cuadro de baja tensión

CUADRO DE BT DEL C.T.								
Línea	In (A)	Ical (A)	L (m)	F.P.	Sección cdt	C. term.	Canalización	Cable
L CT 1	1,80	1,80	1	1	0,00	1,5	Tubo empotrado	2 x 1,5 + TT x 4
L CT 2	177,5	177,49	65	1	21,53	150	Tubo subterráneo	3 x 150/75+ TT x 75



## 2.6 BATERÍA DE CONDENSADORES

Aunque lo ideal sería que toda la potencia demandada sea potencia activa también generamos potencia reactiva y puede generarnos problemas. Para compensar esta energía reactiva y tener un mayor factor de potencia colocaremos una batería de condensadores. Para ello, tenemos que calcular la potencia reactiva que genera nuestra nave, para poder elegir una batería de condensadores que pueda hacerlo frente. Los condensadores se colocan en un cuarto especialmente dedicado a estas, ya que pueden explotar y deben estar en un sitio cerrado.

Nombre	Potencia activa (W)	F.P.	Potencia reactiva (VAR)
Torno	5000	0,88	2699
Fresadora	3000	0,88	1619
Corte laser	4700	0,86	2789
Plegadora	3000	0,88	1619
Prensa hidráulica 1	8500	0,87	4817
Prensa hidráulica 2	8500	0,87	4817
Centro mecanizado 1	15000	0,86	8900
Centro mecanizado 2	15000	0,86	8900
Soldador a presión 1	6100	0,88	3292
Soldador a presión 2	6100	0,88	3292
<b>TOTAL</b>			<b>42746</b>

La potencia reactiva total es de 42746 VAR, por lo que elegimos una batería de condensadores de 50 KVAR de modelo Schneider- VLVA4P03506AA de 4 escalones (4x12.5KVAR).

Hoja de características del  
producto  
Características

## VLVFW1N03506AA

Banco de Condensadores VarSet Fix 50kvar com  
entrada superior BAT 400V 50Hz



## Principal

Tensión de red	400 V CA 50 Hz 415 V CA 50 Hz
Clasificación de potencia reactiva	50 kvar
Modo de funcionamiento	Fijo
Gama	VarSet
Nombre corto del dispositivo	VarSet fijo
Tipo de producto o componente	Batería de condensadores



## 2.7 PROTECCIONES

Para este apartado seguiremos las pautas especificadas en la memoria para calcular las características de cada protección. Además, tendremos tres tipos de protecciones: interruptor automático, interruptor diferencial e interruptor magnetotérmico (explicados en la memoria).

### 2.7.1 Interruptor automático

Se pone al principio de cada cuadro para proteger todo lo que tiene aguas abajo y tiene las mismas características que el magnetotérmico, ya que protege de sobrecargas y cortocircuitos. Hay que especificar su corriente nominal o calibre, el poder de corte, el tipo de curva y la polaridad. La curva depende de los magnetotérmicos que haya debajo ya que habrá que garantizar la selectividad.

Cuadro	Nombre	$I_n$ (A)	$I_{cc}$ (kA)	$PdC$ (kA)	Curva	Polaridad
CGD	QF0	177,5	5,1	12	D	III+N
CS1	QF1	47,2	3,0	3	D	III
CS2	QF2	69,4	4,9	5	D	III+N
CS3	QF3	60,9	3,6	4	D	III
C.AUX	QF2.1	15,8	1,7	2	D	II
C.B.T	QF CT1	179,5	10,8	15	D	III+N

### 2.7.2 Interruptor magnetotérmico

Su funcionamiento se basa en un elemento térmico, que se trata de una lámina metálica que se deforma al pasar más corriente que la permitida durante un tiempo, y cuyas magnitudes están dimensionadas (sobrecargas) y un elemento magnético, formado por una bobina que al superar un valor de corriente definido atrae un elemento que abre el circuito (cortocircuito). En cambio, el rearme es manual. Al alumbrado y tomas de corriente les corresponde la curva tipo C, mientras que a los receptores tipo motor les corresponde la curva D. Además, si un magnetotérmico se encuentra aguas arriba de otro, no puede tener una curva inferior.



## 2.7.2.1. Cuadro general de distribución

CGD					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF1	47,2	5,4	6	D	III
QF2	69,4	5,4	6	D	III+N
QF3	60,9	5,4	6	D	III
QF4	61,7	5,4	6	D	III

## 2.7.2.2. Cuadro secundario 1

CS1					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF1.1	4,3	3,2	4	D	III
QF1.2	7,2	3,2	4	D	III
QF1.3	6,8	3,2	4	D	III
QF1.4	4,3	3,2	4	D	III
QF1.5	12,3	3,2	4	D	III
QF1.6	12,3	3,2	4	D	III

## 2.7.2.3. Cuadro secundario 2

CS2					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF2.1	0,4	5,1	6	C	III+N
QF2.2	3,3	5,1	6	C	III+N
QF2.3	12,0	5,1	6	D	III+N
QF2.4	12,0	5,1	6	D	III+N
QF2.5	26,0	5,1	6	D	III+N
QF2.6	15,8	5,1	6	D	III+N

## 2.7.2.4. Cuadro secundario 3

CS3					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF3.1	21,7	3,7	4	D	III
QF3.2	21,7	3,7	4	D	III
QF3.3	8,8	3,7	4	D	III
QF3.4	8,8	3,7	4	D	III



## 2.7.2.5. Cuadro auxiliar 1

C.AUX					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
FS2A.1	1,7	1,8	2	C	III+N
FS2A.2	3,5	1,8	2	C	III+N
FS2A.3	3,5	1,8	2	C	III+N
FS2A.4	1,7	1,8	2	C	III+N
FS2A.5	0,3	1,8	2	C	III+N
FS2A.6	5,1	1,8	2	C	III+N

## 2.7.2.6. Cuadro de baja tensión

C.B.T.					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF BT	180,0	13,9	15	C	III+N

## 2.7.2.7. Cuadro auxiliar del centro de transformación

C.AUX.CT					
Nombre	In(A)	Icc(kA)	PdC (kA)	Curva	Polaridad
QF CABT	1,8	5,3	6	C	II

## 2.7.3. Interruptor diferencial

El interruptor diferencial aplica el principio de Kirchoff, es decir, compara la corriente que sale del diferencial con la que vuelve, ya que tienen que ser iguales. Se trata de un pequeño transformador que mide la diferencia de corriente, y si no es igual a cero la corriente va a una bobina que dispara el interruptor. Además, dispone de una prueba de comprobación. Se trata de un pulsador que al pulsarlo cortocircuita dos cables y salta el interruptor si funciona correctamente. Tendremos que elegir la sensibilidad de los diferenciales, es decir, se indica la corriente de fuga a partir de la que provocará el disparo. En nuestro caso, la sensibilidad será de 30mA para alumbrados, 100mA si solo protege un motor y 300mA si protege varios motores. De esta manera si una persona sufre una descarga eléctrica, el interruptor irrumpe la corriente impidiendo que la descarga sea mortal.

La sensibilidad de los diferenciales que se encuentren aguas arriba será igual o mayor a los que se encuentren aguas abajo de esta, para así garantizar que se cumpla la condición de selectividad.



2.7.3.1. Cuadro general de distribución

CGD			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF1	47,2	300	III
DIF2	69,4	300	III
DIF3	60,9	500	III+N
DIF4	61,7	300	III

2.7.3.2. Cuadro secundario 1

CS1			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF1.1	18,3	300	III
DIF1.2	28,9	300	III

2.7.3.3. Cuadro secundario 2

CS2			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF2.1	0,4	100	III
DIF2.2	3,3	100	III
DIF2.3	23,9	100	III
DIF2,4	26,0	100	III
DIF2.5	15,8	100	III

2.7.3.4. Cuadro secundario 3

CS3			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF3.1	60,9	300	III





## 2.7.3.5. Cuadro auxiliar 1

C.AUX 1			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF2A.1	10,4	30	III
DIF2A.2	0,3	30	III
DIF2A.3	5,1	30	III

## 2.7.3.6. Cuadro de baja tensión

C.B.T			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF CBT	180,0	1000	III+N

## 2.7.3.7. Cuadro auxiliar del centro de transformación

C.AUX.CT			
Nombre	In(A)	S (mA)	Polaridad
DIF CABT	1,8	30	II

## 2.8. -PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra se realiza con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueda provocar en un instante concreto una sobretensión por las masas metálicas y asegurar de esta manera la eficacia de la actuación de las protecciones de la instalación, para eliminar o al menos minimizar el riesgo de avería.

Cuando se calcula la resistencia a tierra se busca que sea el menor número posible, ya que las fugas serán más fáciles de detectar y la intensidad de deriva más alta. Para calcular la puesta a tierra y la cantidad de picas que se necesitan para ello se tienen varias cosas en cuenta:

En primer lugar, se debe definir el tipo de terreno que hay en el exterior de la nave; según lo que indica el ITC-BT18, si la naturaleza del terreno es de margas y arcillas compactas, la resistividad será 100-200  $\Omega\text{m}$  por lo que tomamos un valor medio de:  $\rho = 150 \Omega\text{m}$ .

Considero que las picas son de 2 metros de longitud, de esta manera:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

Una condición para cumplir siempre es que debe haber al menos tantas picas como cuadros eléctricos haya; la nave consta de 5 cuadros (un auxiliar, tres secundarios y el cuadro general de distribución). De esta manera, tendremos que colocar al menos 5 picas.



Comprobamos si con 5 picas se cumple la condición de que la resistencia a tierra debe ser menor de  $10 \Omega$ :

$$R_{equivalente} = \frac{R_{pica}}{N^{\circ} \text{ de picas}} = \frac{75}{5} = 15\Omega$$

No se cumple el requisito, por lo que debemos añadir picas hasta que la resistencia a tierra sea menor de  $10 \Omega$  ;

$$R_{equivalente} = \frac{R_{pica}}{N^{\circ} \text{ de picas}} = \frac{75}{8} = 9.375\Omega$$

También hay que tener en cuenta la resistencia del conductor de cobre desnudo enterrado:

$$R_{conductor} = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 150}{224} = 1.339\Omega$$

Siendo L la longitud de cable de cobre enterrado que rodea la nave.

Por último, debemos comprobar que la resistencia conjunta sea menor de  $10 \Omega$ :

$$R_{conjunta} = \frac{R_{equivalente} * R_{conductor}}{R_{equivalente} + R_{conductor}} = \frac{9.375 * 1.339}{9.375 + 1.339} = 1.17\Omega$$

Finalmente concluimos que necesitamos 8 picas de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

**FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

3.Planos

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

### 3.PLANOS

Índice:

- 3.1. -Emplazamiento
- 3.2. -Distribución de superficies
- 3.3. -Medidas de la nave
- 3.4. -Alumbrado interior y exterior
- 3.5. - Alumbrado de emergencia
- 3.6. - Interruptores, pulsadores y tomas de corriente
- 3.7. - Puesta a tierra y distribución de cuadros
- 3.8. - Centro de transformación
- 3.9. -Detalle del centro de transformación
- 3.10. - Detalle de la arqueta
- 3.11. -Esquema de distribución de cuadros
- 3.12. -Celdas del centro de transformación
- 3.13. -Cuadro de baja tensión
- 3.14. -Cuadro auxiliar del centro de transformación
- 3.15. -Cuadro general de distribución
- 3.16. -Cuadro secundario 1
- 3.17. -Cuadro secundario 2
- 3.18. -Esquema eléctrico CS2 (1)
- 3.19. - Esquema eléctrico CS2 (2)
- 3.20. -Cuadro secundario 3
- 3.21. -Cuadro auxiliar 1
- 3.22. -Esquema eléctrico CA1
- 3.23. -Esquema de fuerza del alumbrado CA1
- 3.24. - Esquema de mando del alumbrado CA1




# PROVINCIA: NAVARRA

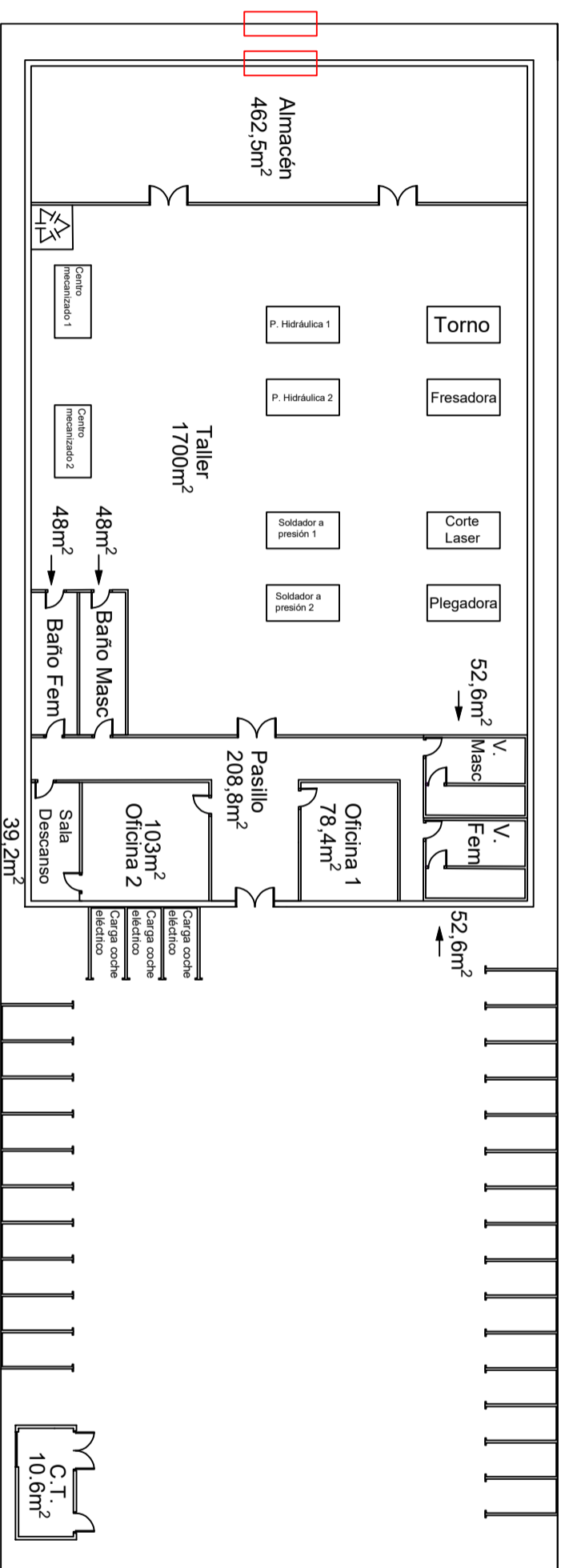


## POLÍGONO: LANDABEN



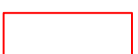
## CALLE: D

<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>			<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>
<p>PLANO: <b>UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b></p>			<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA: 18/01/2021</p>	<p>ESCALA: S/E</p>	<p>Nº PLANO: 1</p>	



ÁREA TOTAL DE LA PARCELA: 5934 m<sup>2</sup>  
 ÁREA TOTAL DE LA NAVE: 2940 m<sup>2</sup>


**LEYENDA**

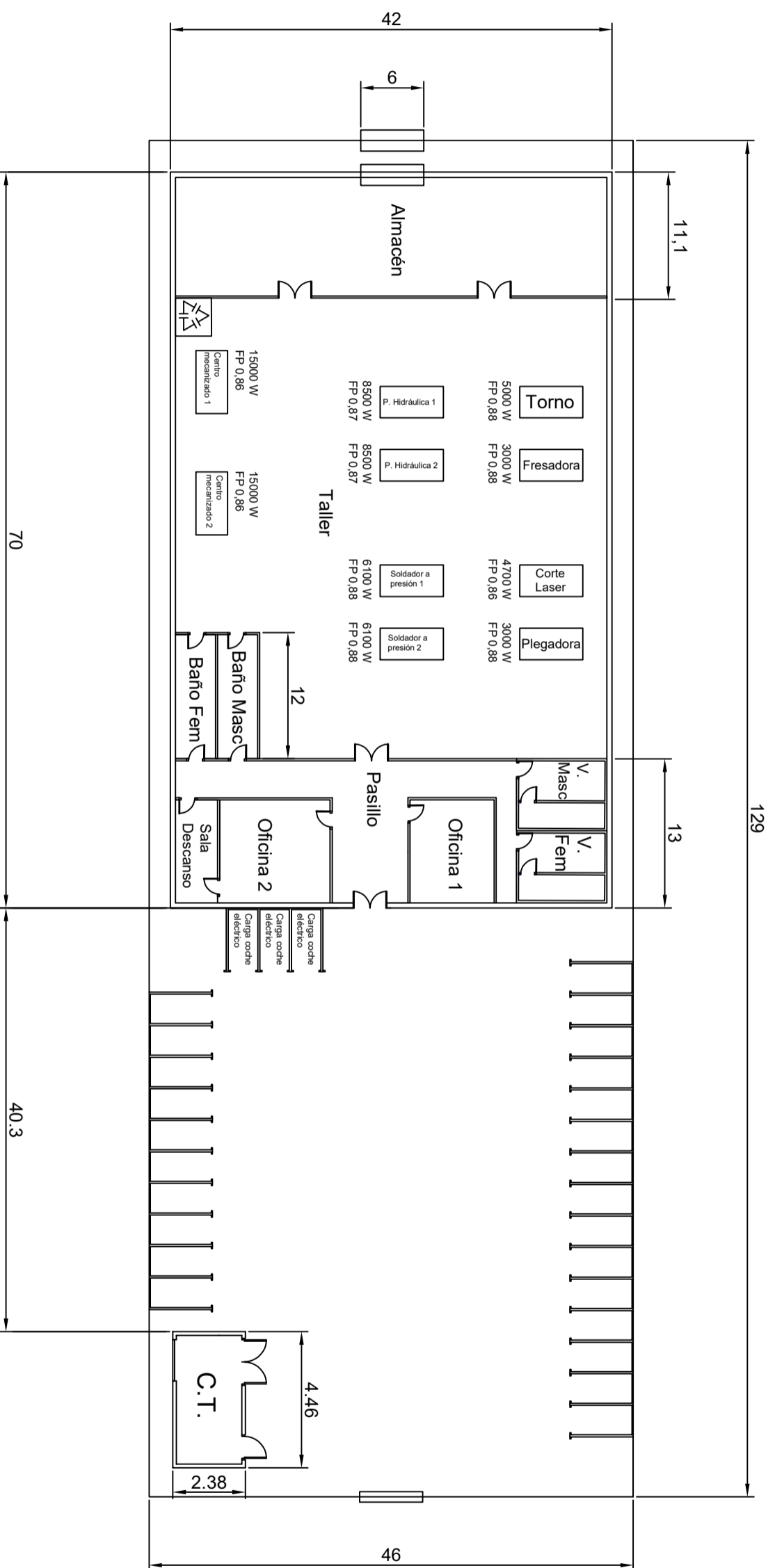


Puerta de entrada de camiones de 6m de ancho




Banco de condensadores 50KVAR 4 escalones

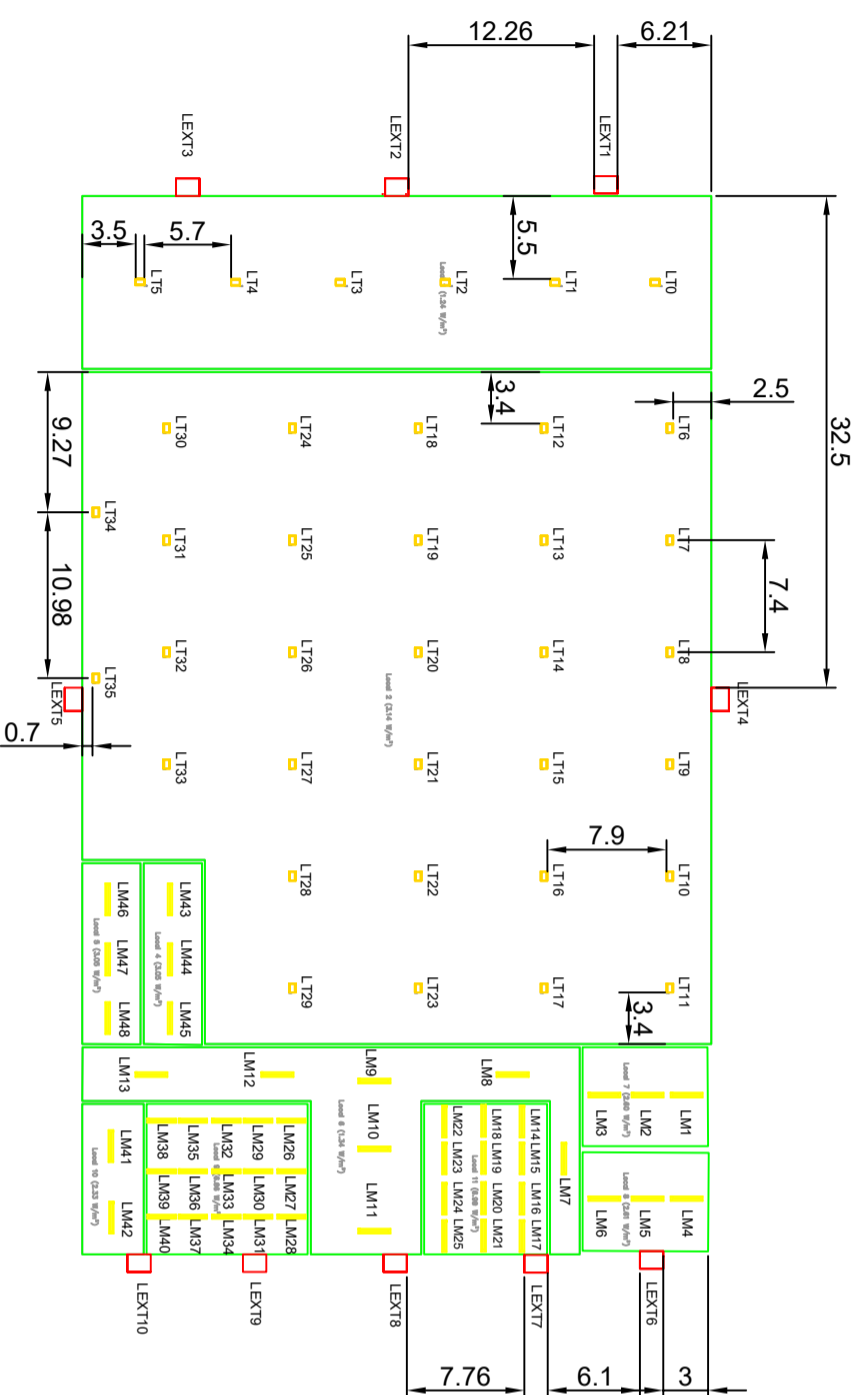
<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	
<p>PLANO: <b>DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES</b></p>				<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 18/01/2021</p>		<p>ESCALA: 1:500</p>		<p>Nº PLANO: <b>2</b></p>	



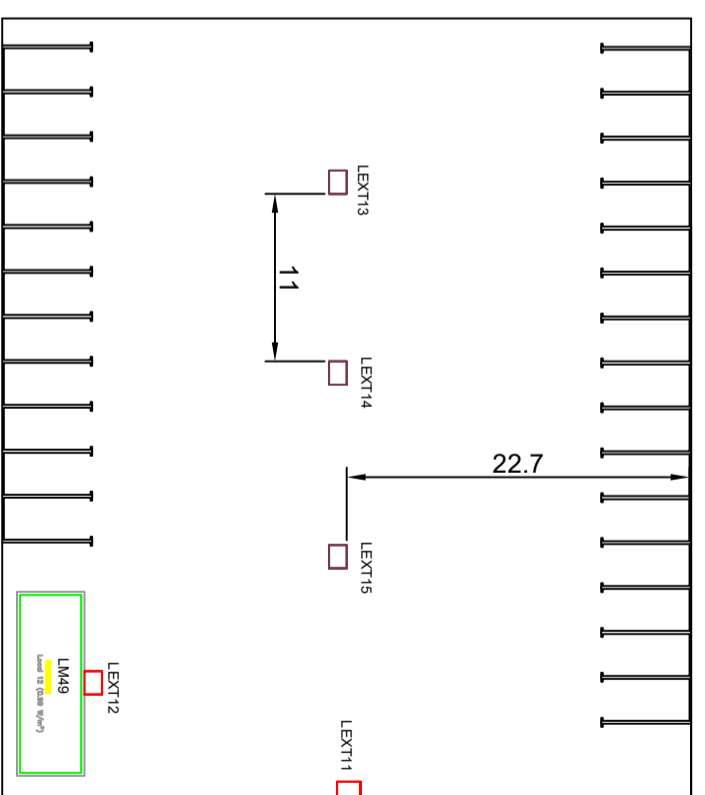
Nombre	Potencia activa (W)	F.P.
Torno	5000	0,88
Fresadora	3000	0,88
Corte laser	4700	0,86
Plegadora	3000	0,88
Prensa hidráulica 1	8500	0,87
Prensa hidráulica 2	8500	0,87
Centro mecanizado 1	15000	0,86
Centro mecanizado 2	15000	0,86
Soldador a presión 1	6100	0,88
Soldador a presión 2	6100	0,88

**-Todas las cotas en metros**

<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>		<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>
<p>PLANO: <b>MEDIDAS DE LA NAVE</b></p>		<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA: 18/01/2021</p>	<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>Nº PLANO: 3</p>







Simbolo	Descripción	Unidad	Cantidad
LT	Luminaria	piezas	36
LEXT	Luz exterior	piezas	5
LM	Luminaria	piezas	25




Simbolo	Descripción	Unidad	Cantidad
LEXT	Luz exterior	piezas	5
LM	Luminaria	piezas	1

Las oficinas, pasillos, vestuarios, baños y la sala de descanso tienen una altura de 3m y las luminarias están colocadas pegadas al techo. Estas luminarias estarán a 1 metro de cada pared y todas estarán a la misma distancia entre sí.  
 El taller y el almacén tienen una altura de 7m y las luminarias en esa zona están colocadas con una suspensión de 1m.  
 El alumbrado trifásico del exterior de la nave está situado junto a la pared a 7 metros de altura.  
 Las farolas del parking tienen una altura de 6'5m.

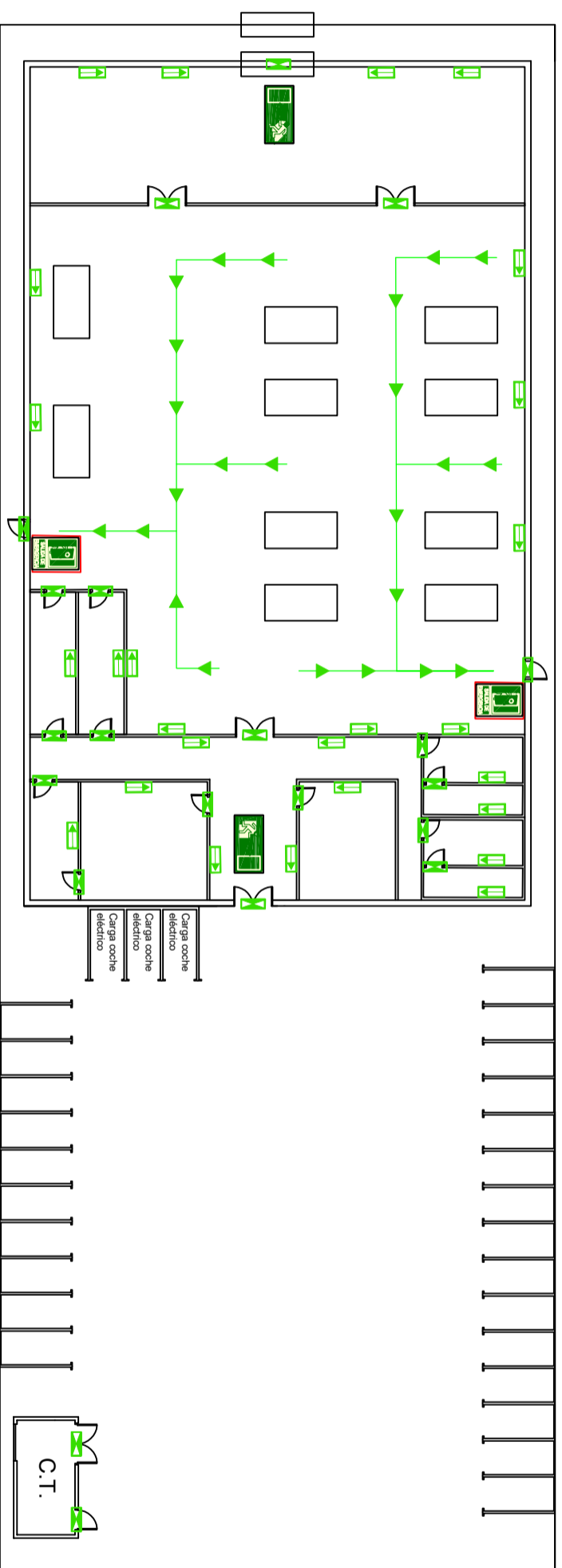
### LEYENDA

-  ALUMBRADO MONOFÁSICO  
PHILIPS WT120C L1500 1XLED60S\_840.....X49
-  ALUMBRADO TRIFÁSICO INTERIOR  
PHILIPS BY471P 1 XPRO250S\_840 WB GC.....X36
-  ALUMBRADO TRIFÁSICO EXTERIOR  
PHILIPS BDS491 T35 GRN100\_830 DM.....X12
-  ALUMBRADO TRIFÁSICO DEL PARKING  
GEWISS AVENUE 1-70W ST.....X3

### -Todas las cotas en metros

<b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b>  Universidad Pública de Navarra		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b>	
PLANO: <b>ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR</b>		FIRMA:		FECHA: 18/01/2021	ESCALA: 1:500
				Nº PLANO: 4	










Cada luminaria correspondiente al alumbrado de emergencia irá acompañada por un cartel que indicará la dirección de la salida más próxima, de modo que en caso de un apagón o avería pueda encontrarse la salida más próxima con facilidad.

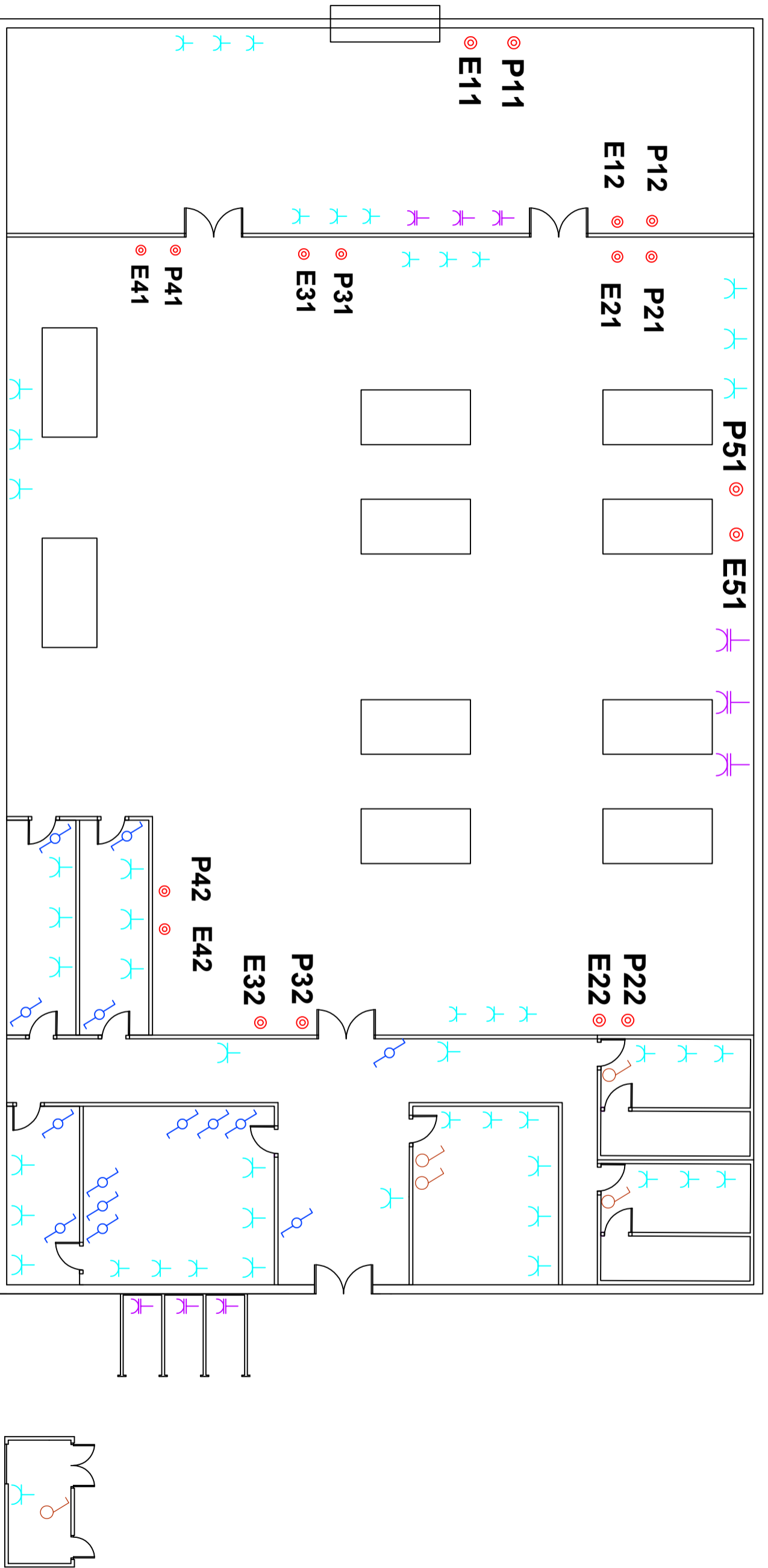
Las luminarias correspondientes al alumbrado de emergencia en la zona de trabajo y almacén irán adosadas a la pared a una altura de 3,5m.

Las luminarias correspondientes al alumbrado de emergencia en la zona de oficinas y almacén irán colocadas sobre las puertas adosadas a la pared a una altura de 2,3m.

### LEYENDA

-  Alumbrado de emergencia en paredes.....x26
-  Alumbrado de emergencia en puertas.....x20
-  Salida de emergencia.....x2
-  Salida del edificio.....x2


<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	
<p>PLANO: <b>ALUMBRADO DE EMERGENCIA</b></p>				<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 18/01/2021</p>		<p>ESCALA: 1:500</p>		<p>Nº PLANO: 5</p>	

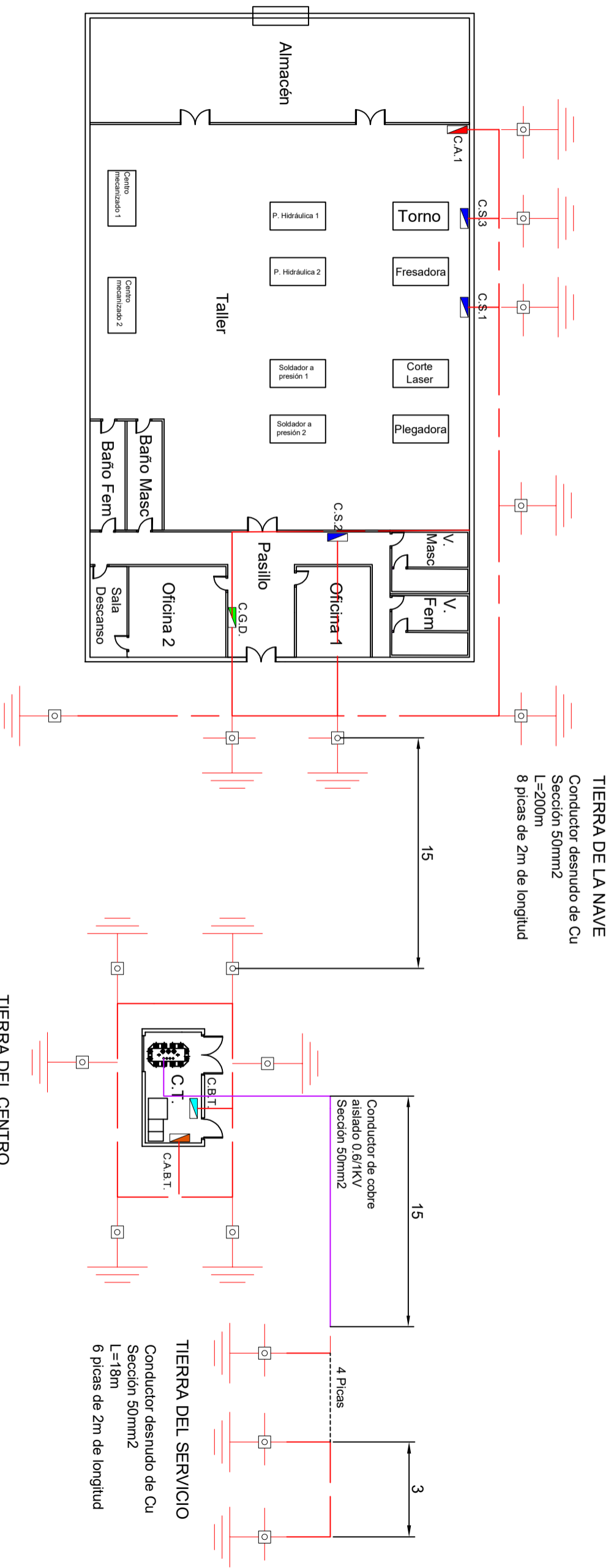


**LEYENDA**

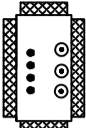



- Pulsador.....X18
- ⚡ Toma de corriente trifásica.....X9
- ⚡ Toma de corriente monofásica.....X49
- ⚡ Commutador.....X10
- ⚡ Interruptor.....X4

Todos los pulsadores, conmutadores e interruptores del alumbrado de la nave están situados en la pared a 1,2 metros de altura con respecto al suelo y a 10 centímetros del marco de la puerta junto a la que se encuentran.  
 Todas las tomas de corriente, tanto monofásicas como trifásicas están situadas en la pared a 25 centímetros de altura con respecto al suelo, excepto las tres tomas de corriente trifásicas situadas en el exterior de la nave destinadas a la carga de vehículos eléctricos.


Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b>	
PLANO: <b>INTERRUPTORES, PULSADORES Y TOMAS DE CORRIENTE</b>		FIRMA:		FECHA: 18/01/2021	ESCALA: 1:250
				Nº PLANO: 6	

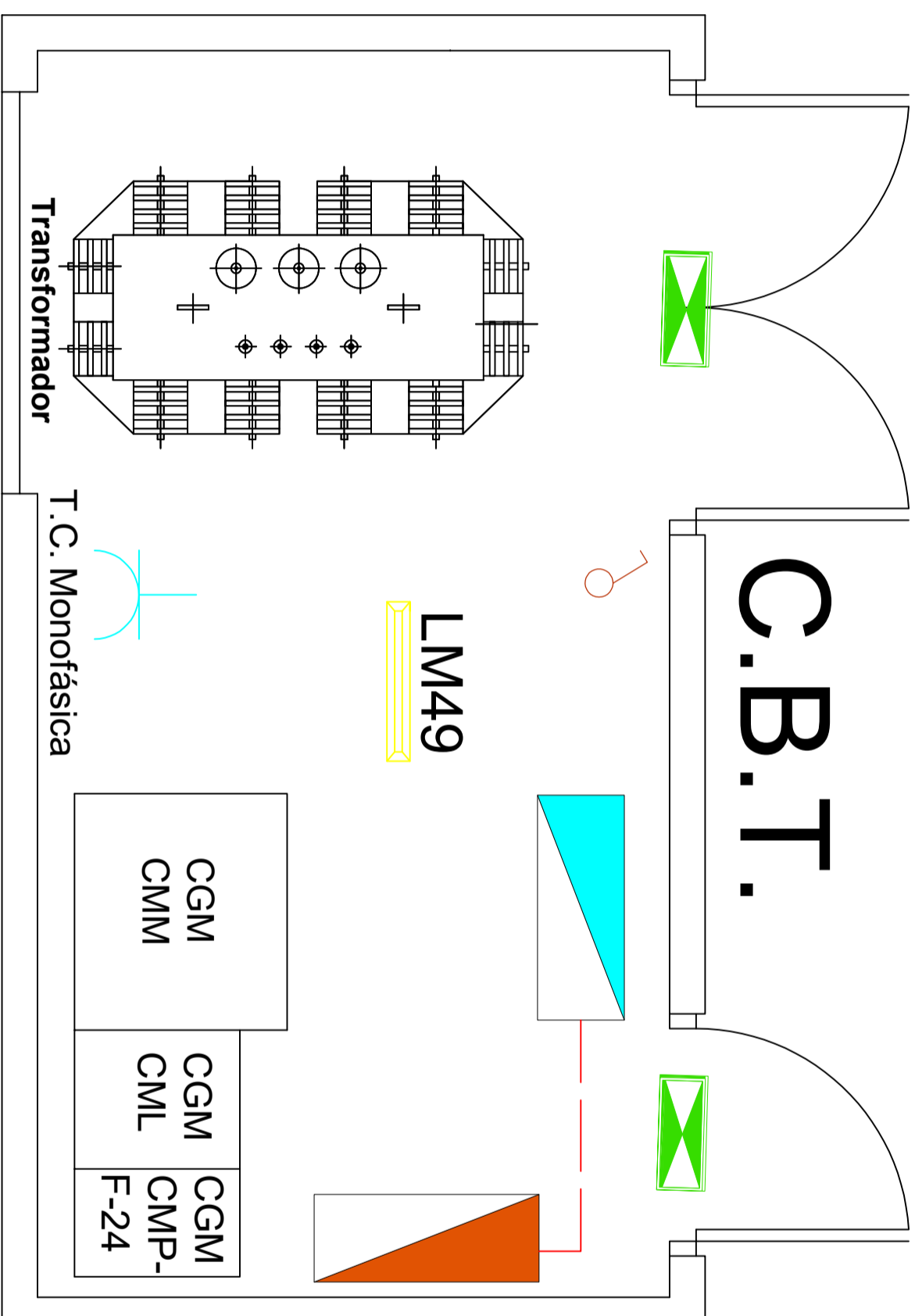


### LEYENDA




-  Transformador.....X1
-  Pica para la conexión de tierra.....X17
-  Arqueta para la conexión a tierra.....X17
-  Cuadros eléctricos.....X7

**-Todas las cotas en metros**


<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	
<p>PLANO: <b>PUESTA A TIERRA Y SITUACIÓN DE CUADROS</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>
<p>FECHA: 18/01/2021</p>	<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>
<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>FIRMA:</p>
<p>Nº PLANO: 7</p>	



### LEYENDA

	ALUMBRADO MONOFASICO PHILIPS WT120C L1500 1XLED60S_840.....X1
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA LYRA 4211-1(0).....X1
	INTERRUPTOR.....X1

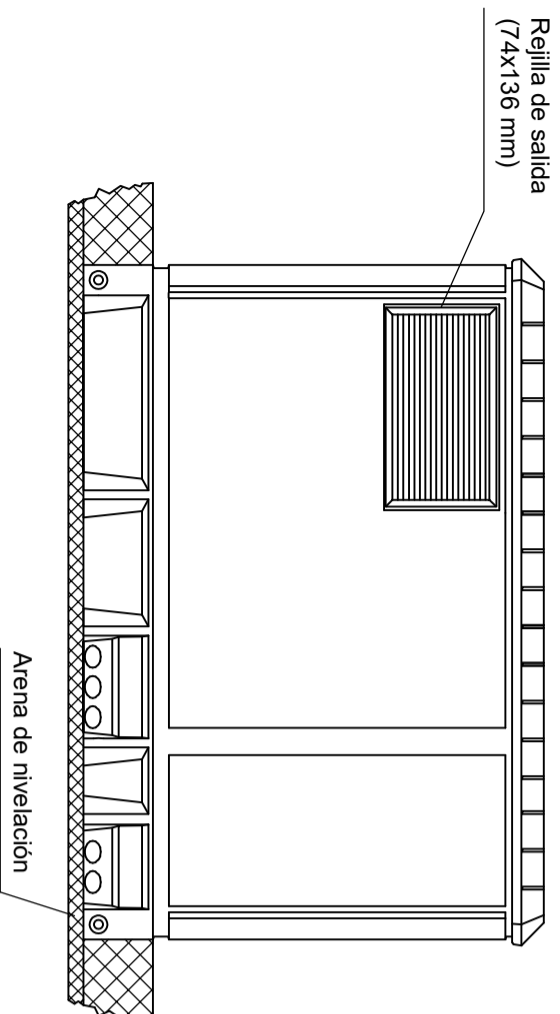
Las Luces de emergencia estan situadas sobre las puertas a 2,3 metros de altura.  
 El alumbrado monofásico se encuentra pegado al techo.  
 Tanto el interruptor como la toma de corriente se encuentran a 1 metro de altura.

Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Publica de Navarra		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN					
REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b>			FIRMA:		
PLANO: <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	FECHA: 18/01/2021	ESCALA: 1:20	Nº PLANO: 8		

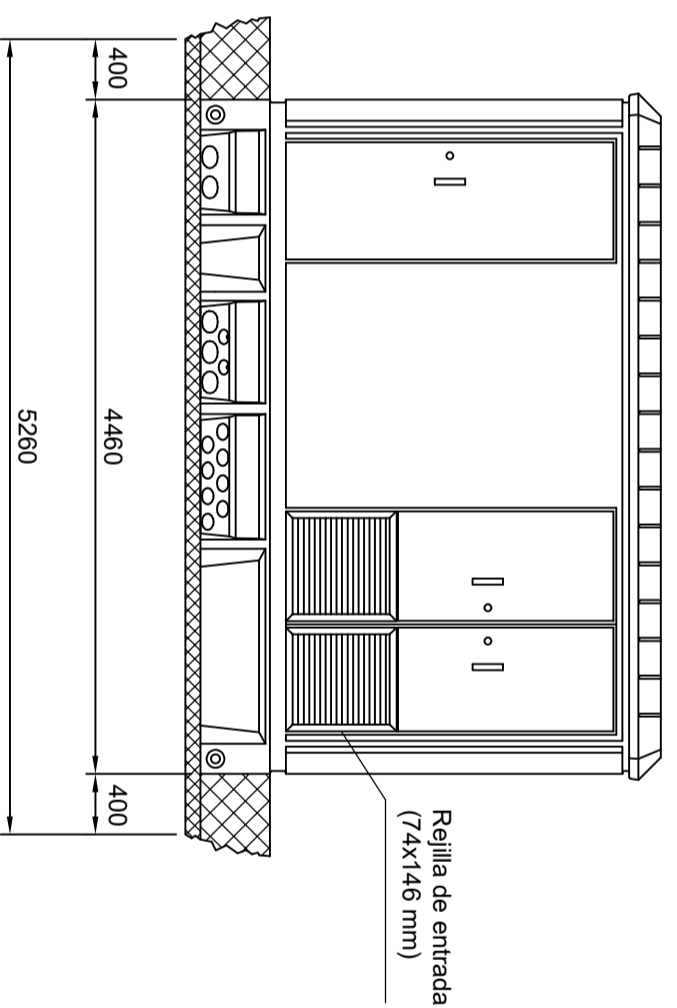
# C.A.B.T.

# C.B.T.

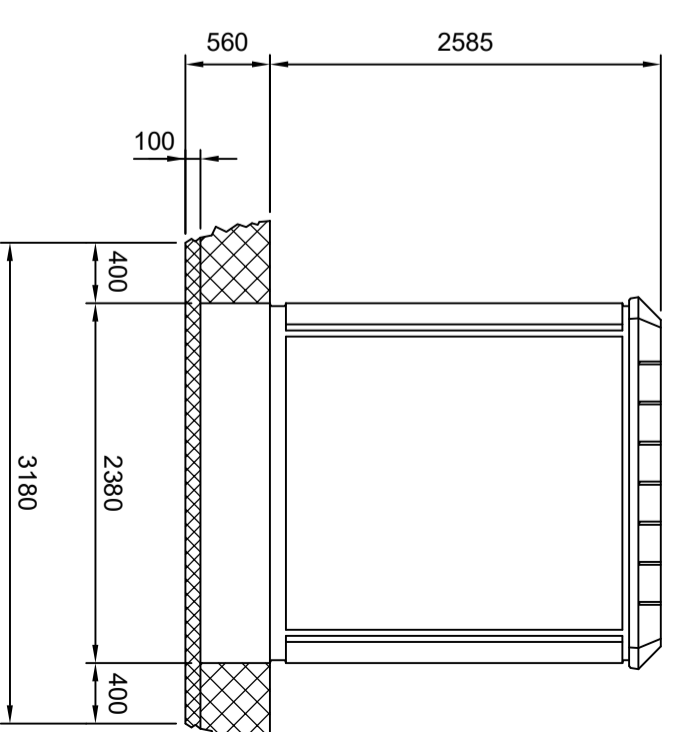
ALZADO: Vista C (fachada trasera)



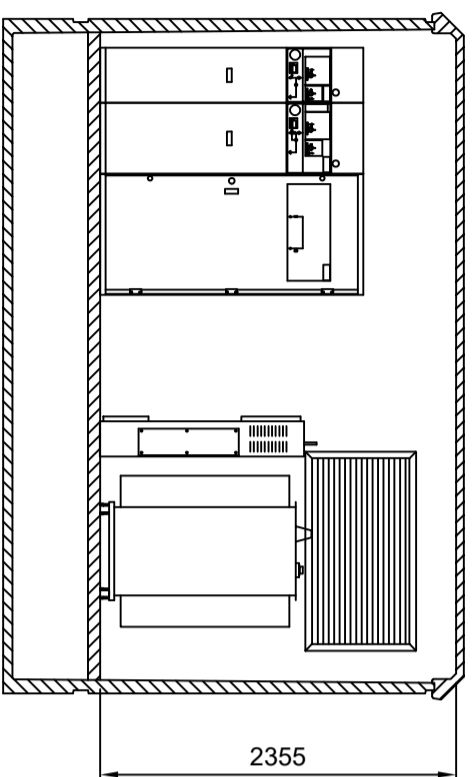
ALZADO: Vista B (fachada delantera)



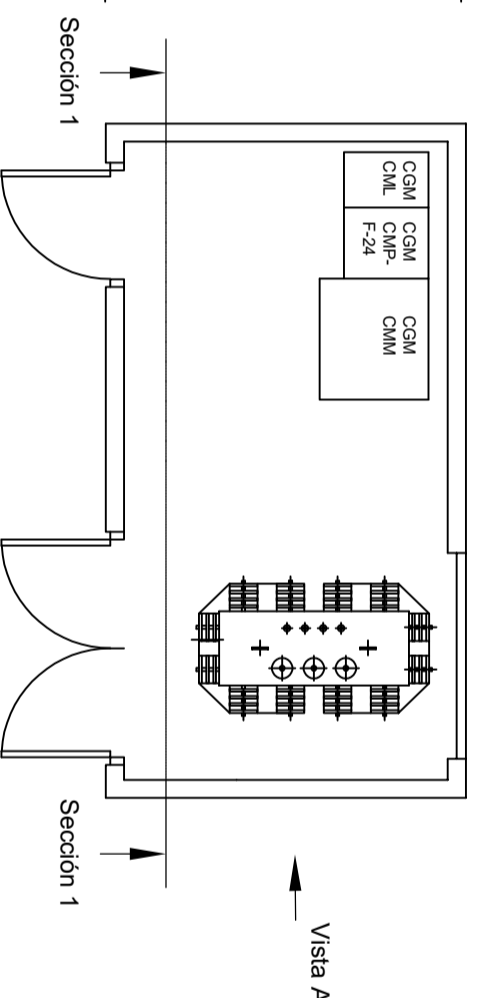
ALZADO: Vista A (fachada lateral)



SECCIÓN 1




**PLANTA**

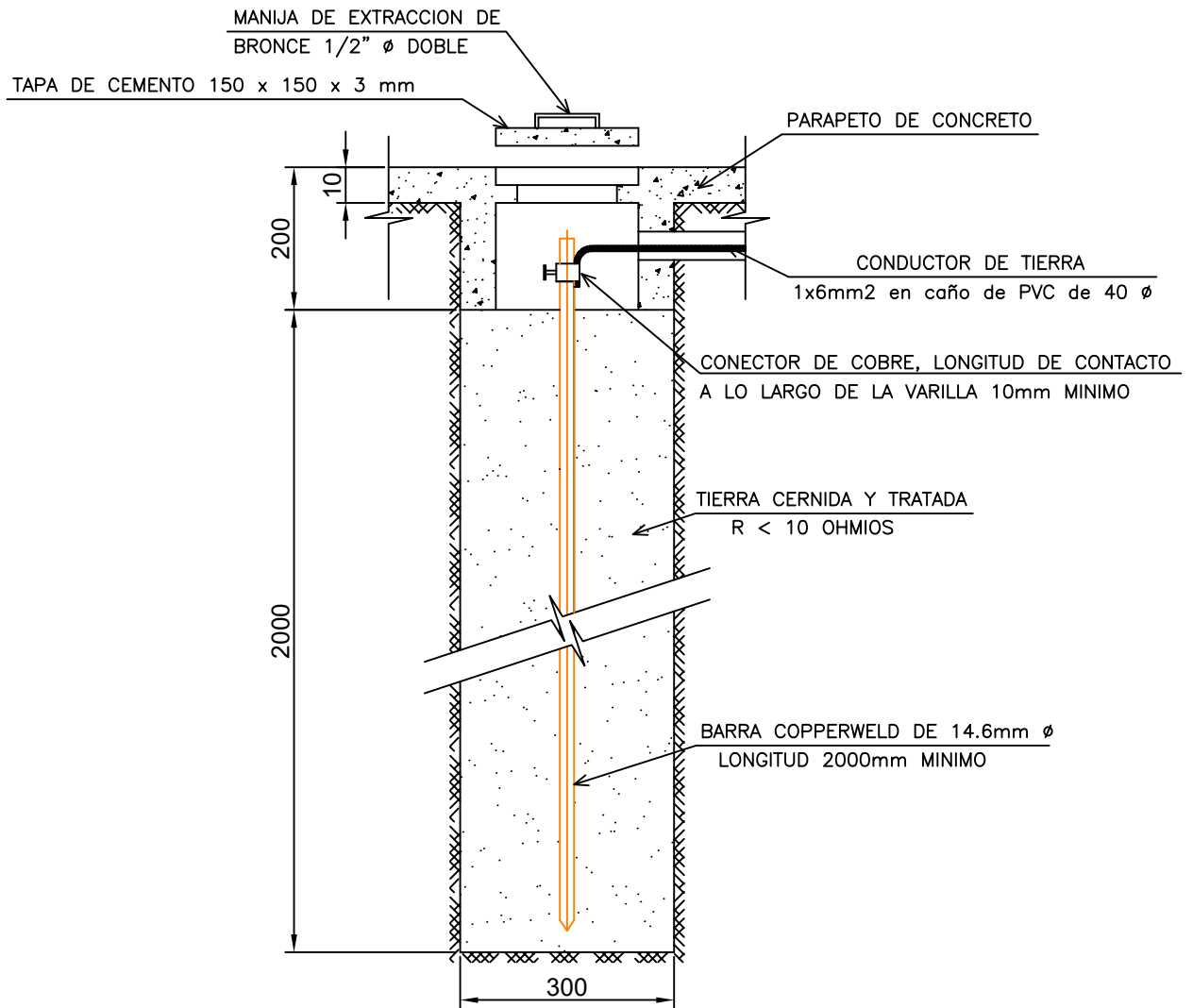


La ventilación será de tipo natural con las rejillas de entrada y salida enfrentadas.  
La diferencia de altura entre la entrada y salida será de 1'3 m.  
Detalles acotados en milímetros

-Todas las cotas en milímetros

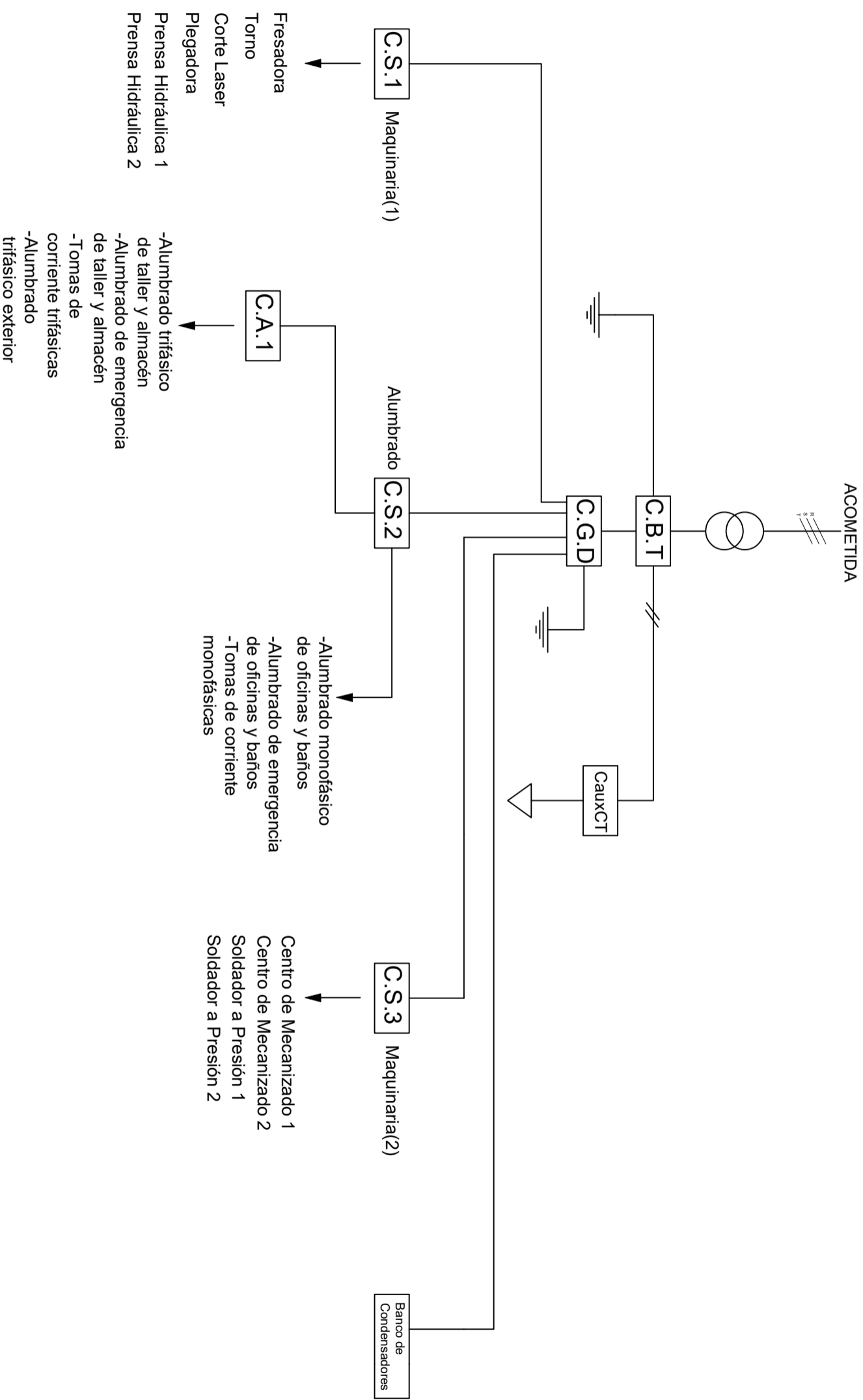
-Plano de la caseta prefabricada del centro de transformación de la empresa Ormazabal


<p><b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b></p>  <p><b>Universidad Pública de Navarra</b></p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	
<p>PLANO: <b>DETALLE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>				<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 18/01/2021</p>		<p>ESCALA: 1:50</p>		<p>Nº PLANO: 9</p>	



-Todas las cotas en milímetros

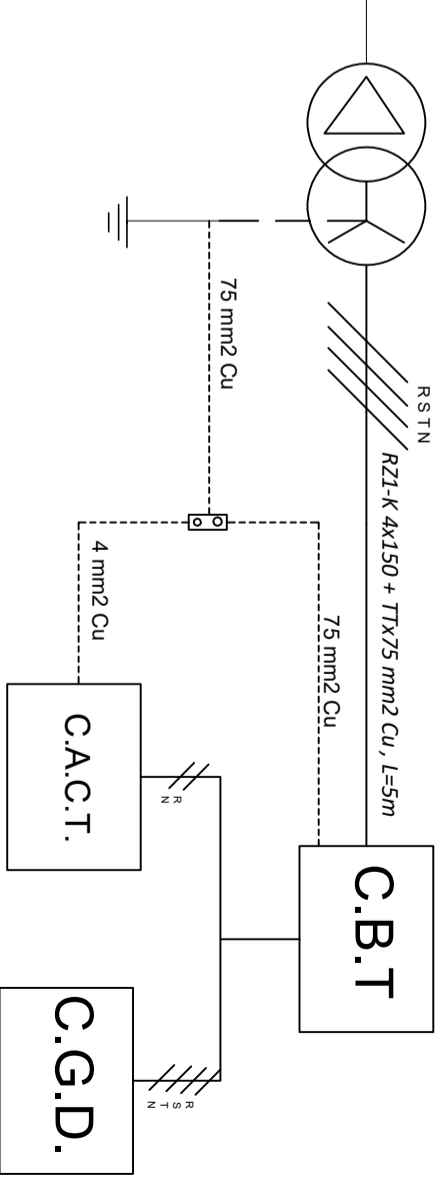
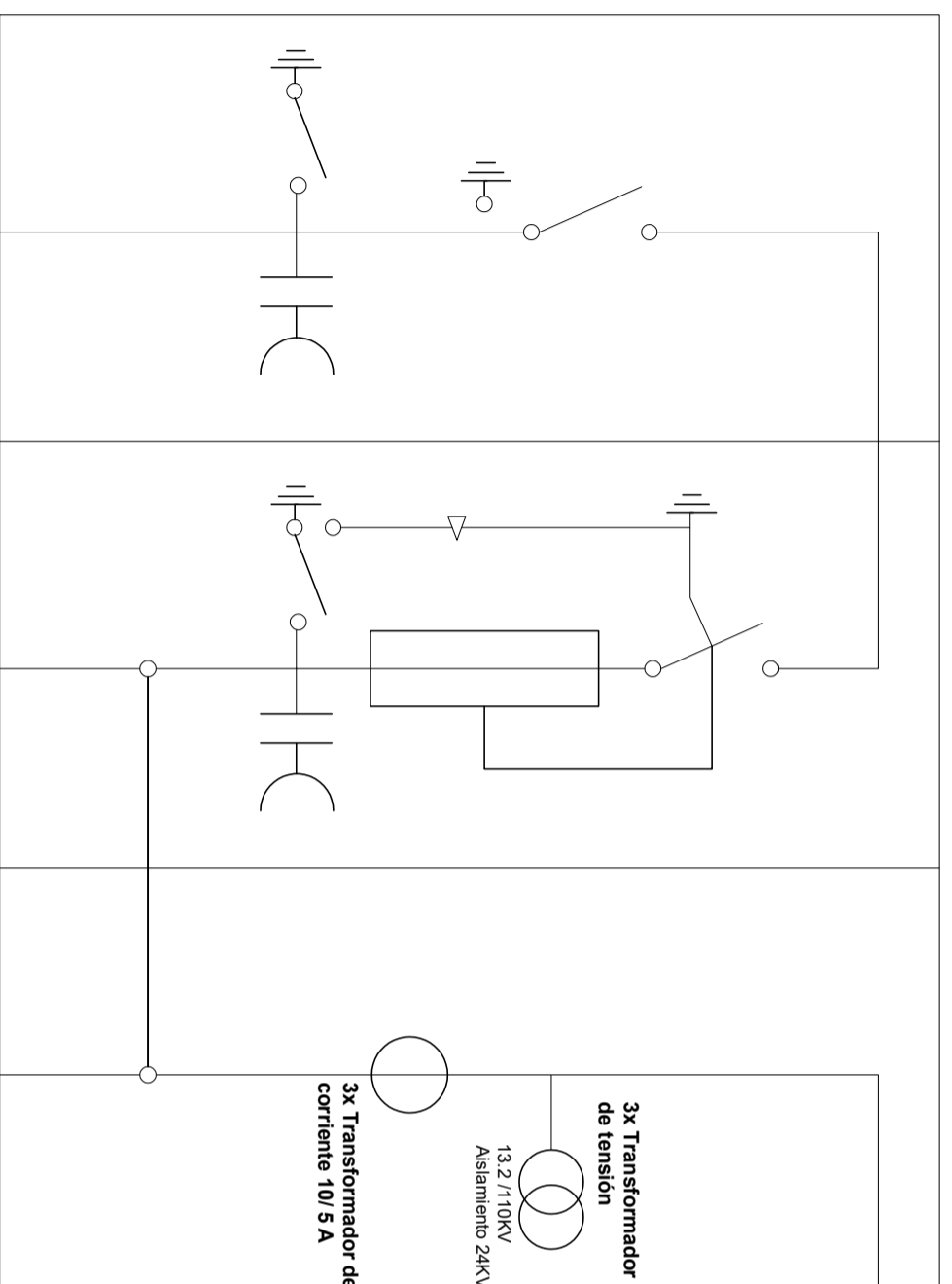
<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>		<p>Universidad Pública de Navarra</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>		
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA, JON</b></p>		
<p>PLANO: <b>DETALLE DE LA ARQUETA</b></p>				<p>FECHA: 18/01/2021</p>	<p>ESCALA: 1:10</p>	<p>Nº PLANO: 10</p>



<b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b>  <b>Universidad Pública de Navarra</b>		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>				REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b>	
PLANO: <b>DISTRIBUCIÓN DE CUADROS</b>				FIRMA:	
FECHA: 18/01/2021		ESCALA: S/E		Nº PLANO: 11	

CELDA DE LINEA    CELDA DE PROTECCIÓN    CELDA DE MEDIDA  
 CGM-CML    CGM-CMP-F-24    CGM-CMM

TRANSFORMADOR  
 13,2KV/ 0.4KV Dy11  
 160KVA



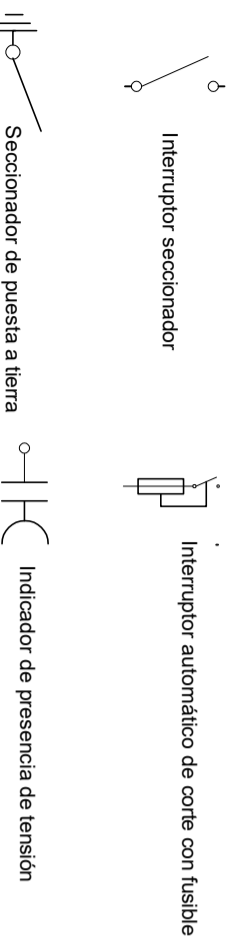
### CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS

CGM-CML:  
 Celda de línea  
 Un=13,2KV, In=27,9A  
 Interruptor-seccionador rotativo  
 Intensidad de cortocircuito: 16KA-20KA  
 Capacidad de cierre: 40KA

CGM-CMP-F-24:  
 Celda de protección  
 con fusible  
 Un=13,2KV, In=27,9A  
 Interruptor-seccionador rotativo  
 Intensidad de cortocircuito: 16KA-20KA  
 Capacidad de cierre: 40KA  
 Fusibles: 3x63A

CGM-CMM:  
 Celda de medida  
 Un=13,2KV, In=27,9A  
 3 Transformadores de intensidad de relación 10/5A  
 Aislamiento 24KV.  
 3 Transformadores de tensión de relación 13,2KV-22KV/110 V  
 Aislamiento 24KV.

### LEYENDA



Nafarroako  
 Unibertsitate  
 Publikoa  
 Universidad  
 Pública de  
 Navarra



E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:  
 INGENIERIA ELECTRICA  
 Y ELECTRONICA

PROYECTO:  
 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA  
 NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:  
 ÁLVAREZ DE EULATE  
 PAGOOLA, JON

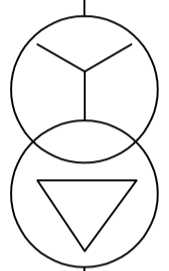
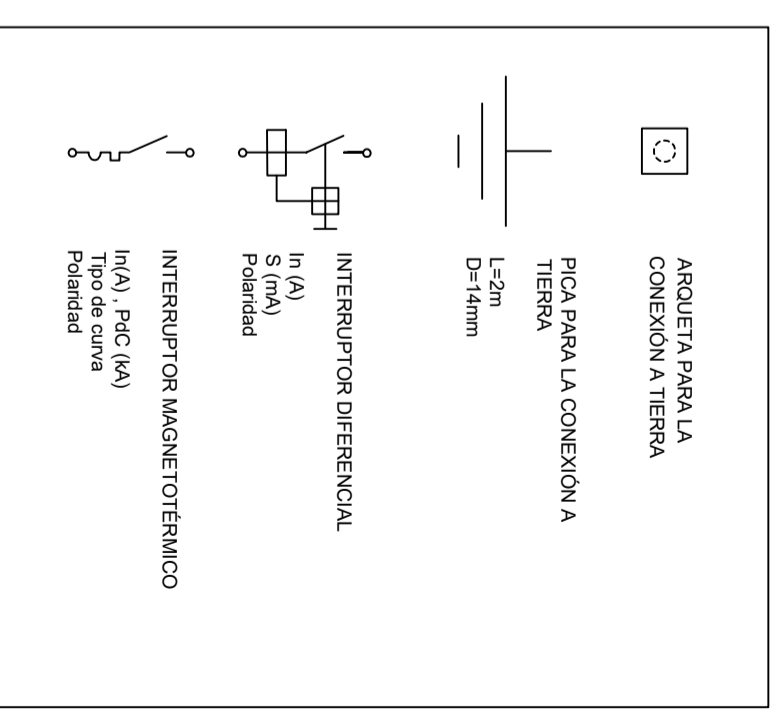
PLANO:

CELDAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FIRMA:  
 FECHA: 18/01/2021  
 ESCALA: S/E  
 Nº PLANO: 12

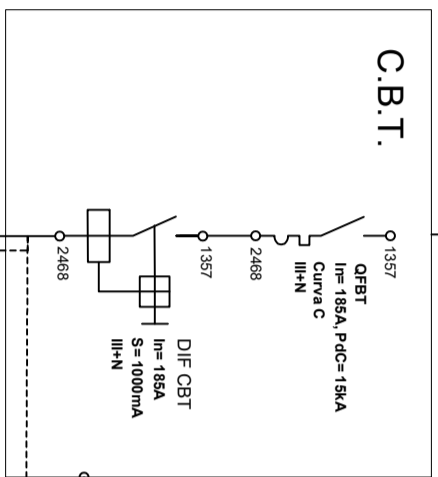


LEYENDA



TRANSFORMADOR  
13,2KV/ 0.4KV Dy11  
160KVA

R  
S  
T  
N



C.B.T.

4mm<sup>2</sup> Cu

2x1,5 mm<sup>2</sup> Cu , L=1m

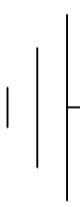
C.A.B.T.

R  
S  
T  
N

4x150/75 mm<sup>2</sup> Cu , L=65m

C.G.D.

75mm<sup>2</sup> Cu



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  
Universidad Pública de Navarra



E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:  
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

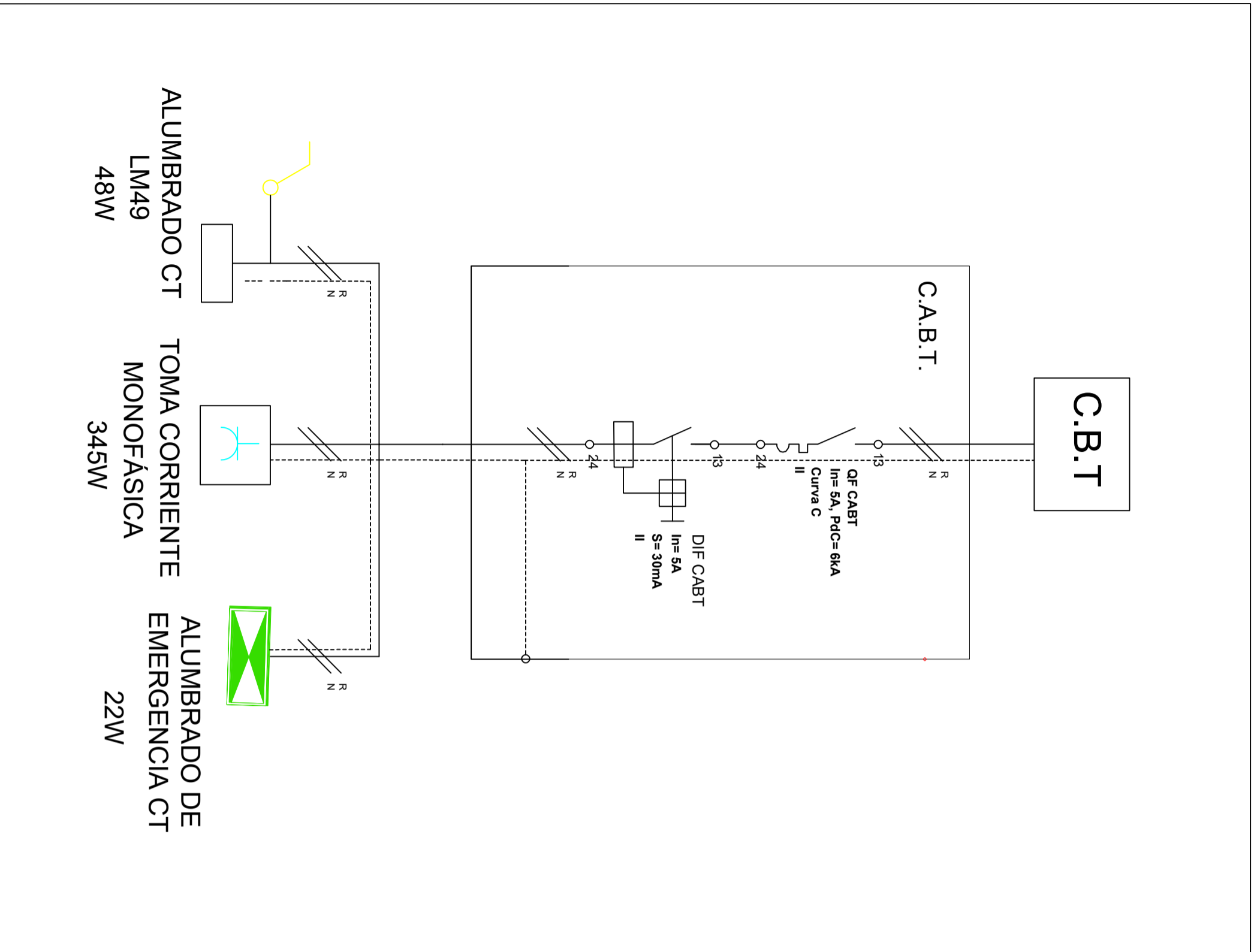
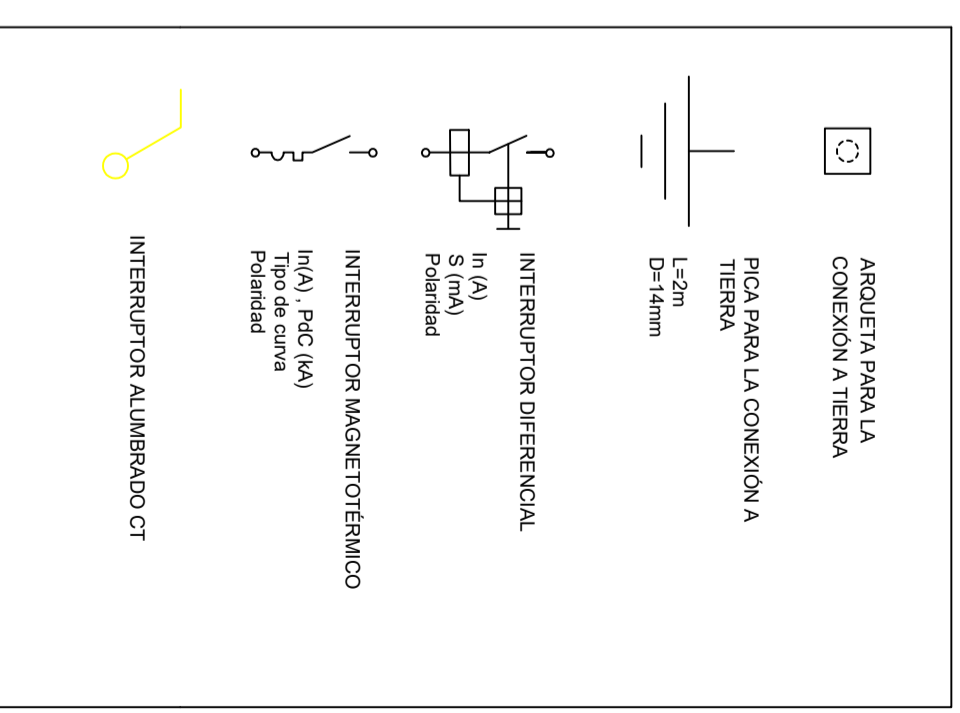
PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN


REALIZADO:  
ÁLVAREZ DE EULATE  
PAGOLA, JON

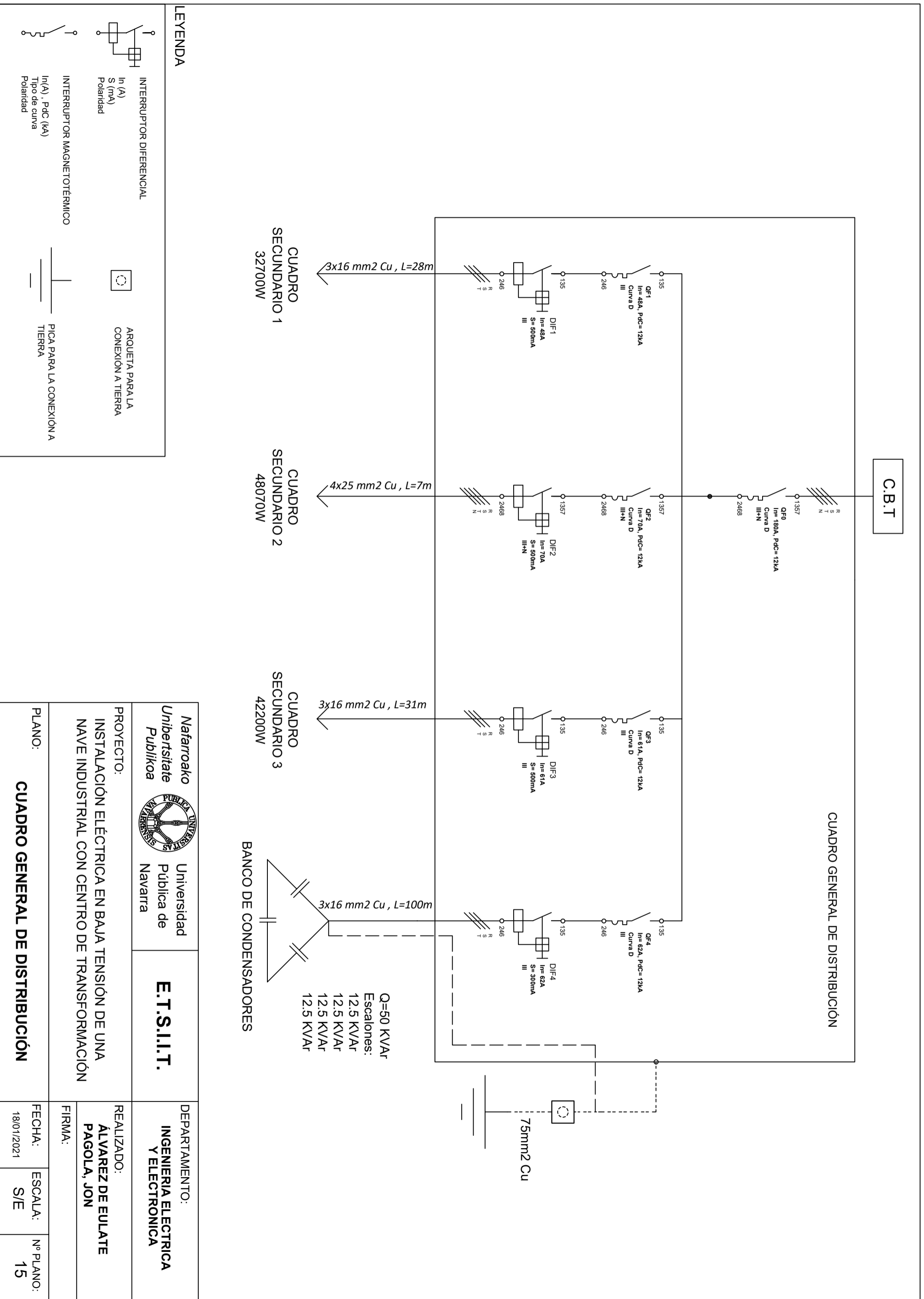
PLANO:  
CUADRO DE BAJA TENSIÓN

FECHA: 18/01/2021  
ESCALA: S/E  
Nº PLANO: 13

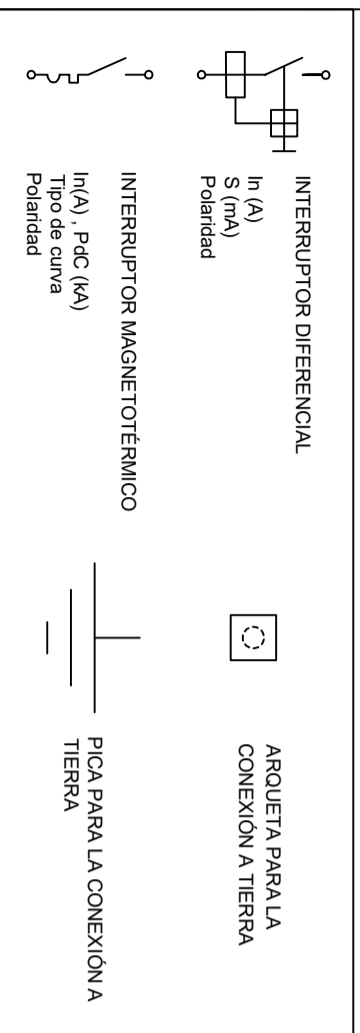
LEYENDA




<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOIA, JON</b></p>	
<p><b>CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN</b></p>				<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 18/01/2021</p>		<p>ESCALA: S/E</p>		<p>Nº PLANO: 14</p>	



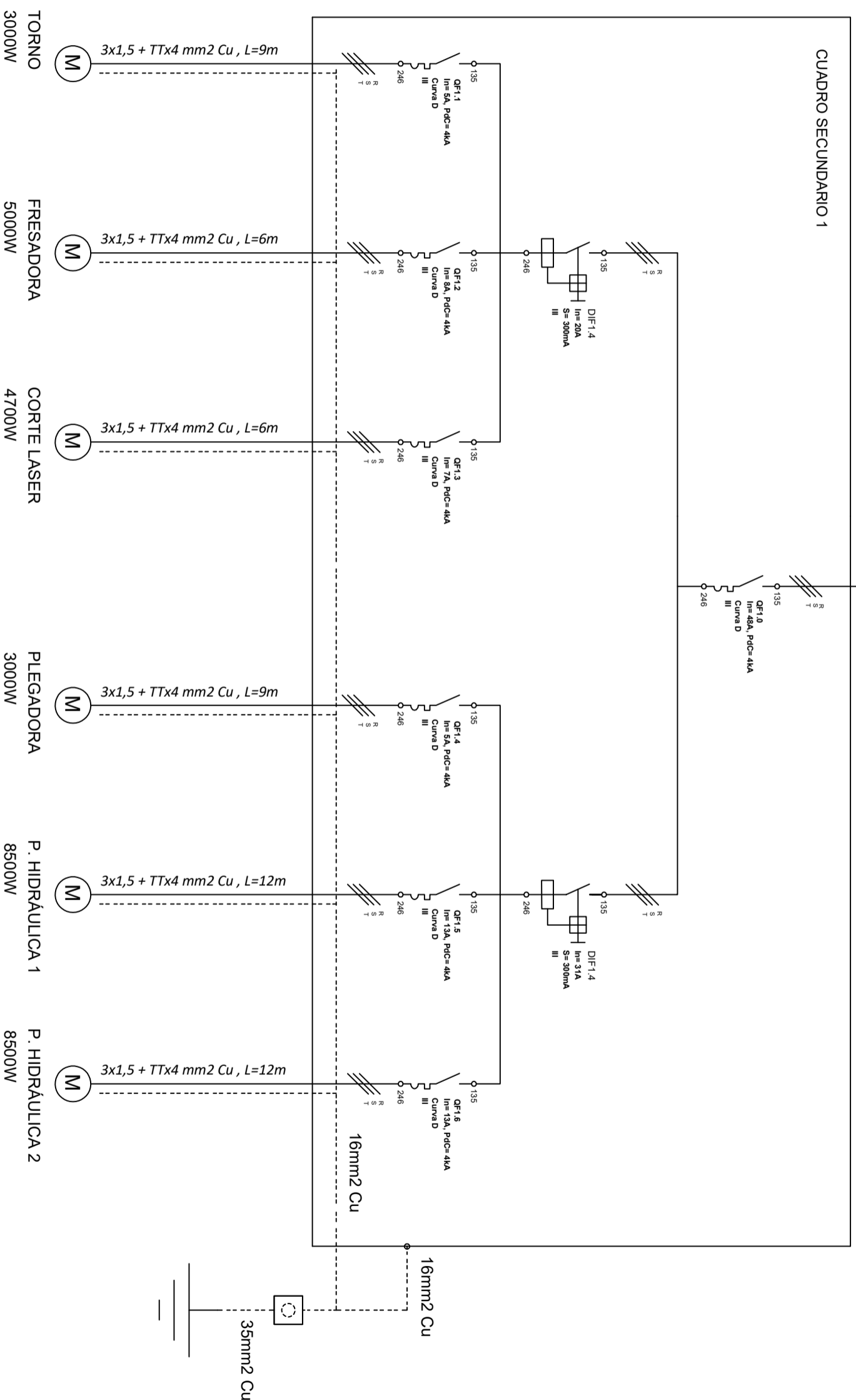
**LEYENDA**



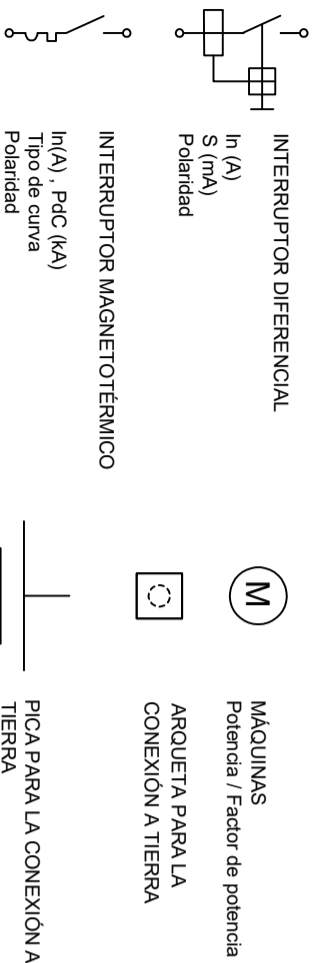
<p><b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b></p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PLANO: <b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</b></p>		<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	
FECHA: 18/01/2021	ESCALA: S/E	FIRMA:	Nº PLANO: 15

C.G.D.

CUADRO SECUNDARIO 1



LEYENDA



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  
Universidad Pública de Navarra



E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:  
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

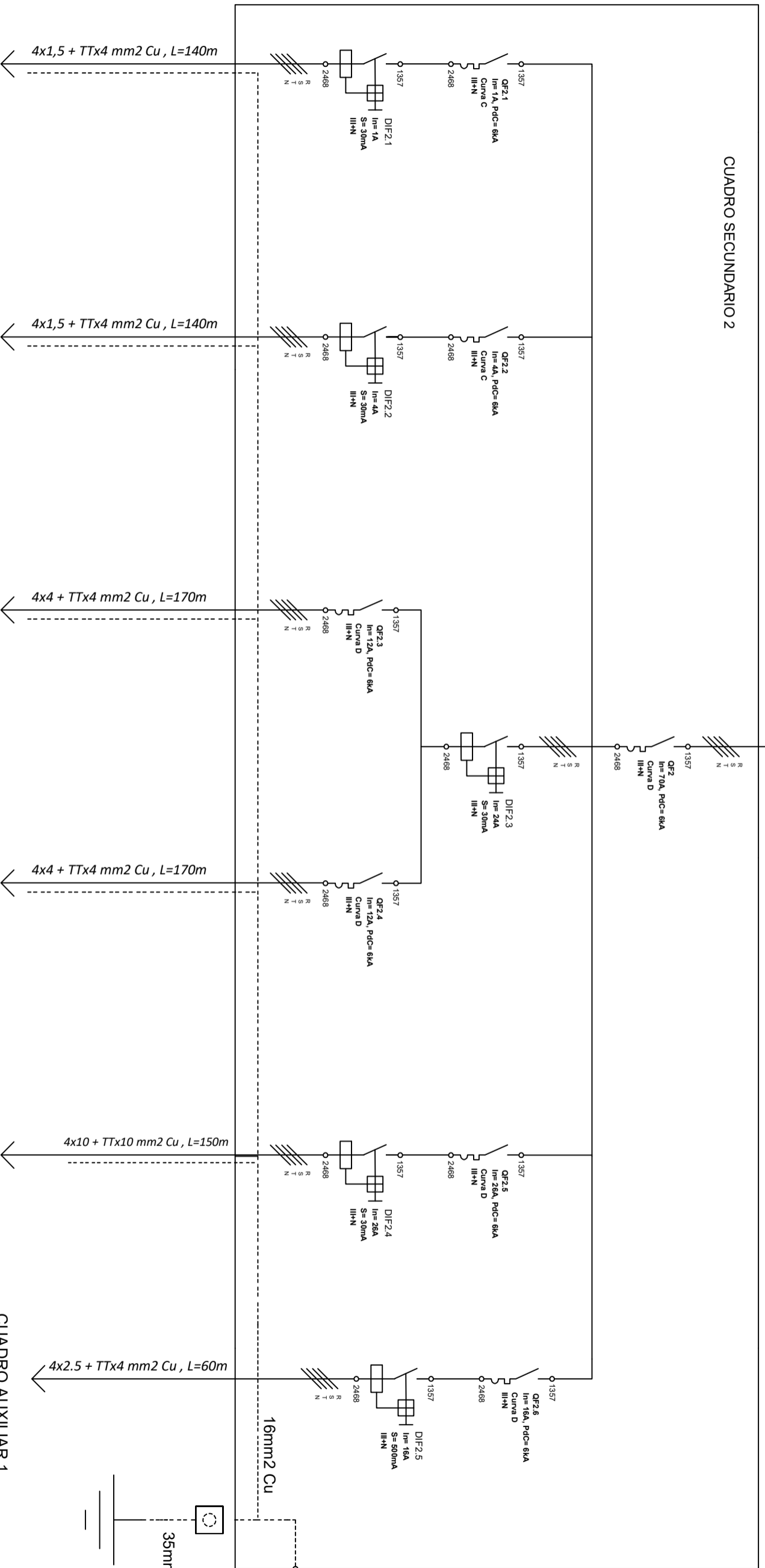
REALIZADO:  
ÁLVAREZ DE EULATE  
PAGOLA, JON

PLANO:  
CUADRO SECUNDARIO 1

FECHA: 18/01/2021  
ESCALA: S/E  
Nº PLANO: 16

C.G.D.

CUADRO SECUNDARIO 2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE OFICINAS 286W

ALUMBRADO MONOFÁSICO 2304W

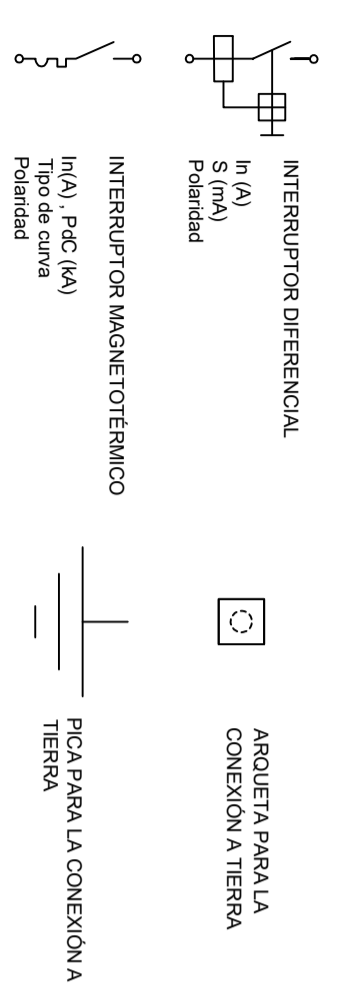
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS T1-T13 8280W

TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS T14-T26 8280W

TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS 18000W

CUADRO AUXILIAR 1 10920W

LEYENDA



Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Universidad Pública de Navarra

E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:  
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

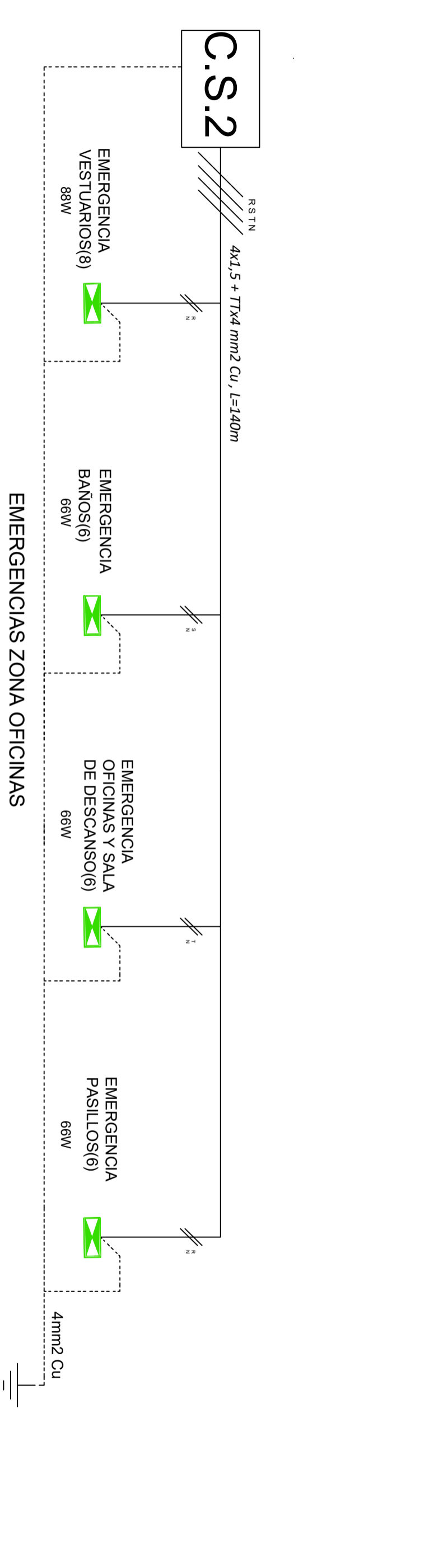
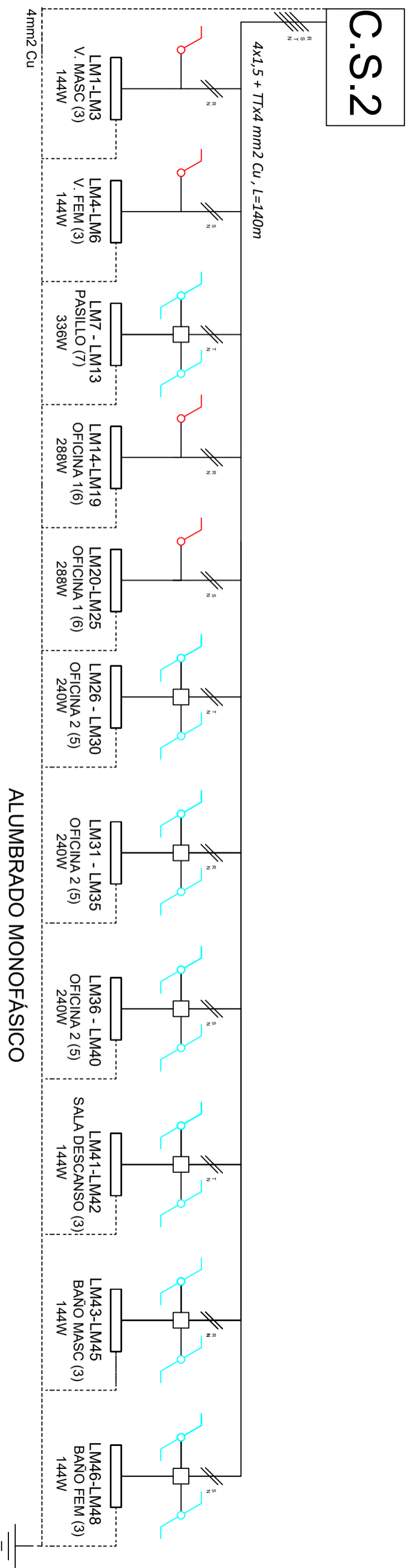
REALIZADO:  
ÁLVAREZ DE EULATE  
PAGOLA, JON





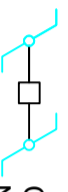

PLANO:  
CUADRO SECUNDARIO 2

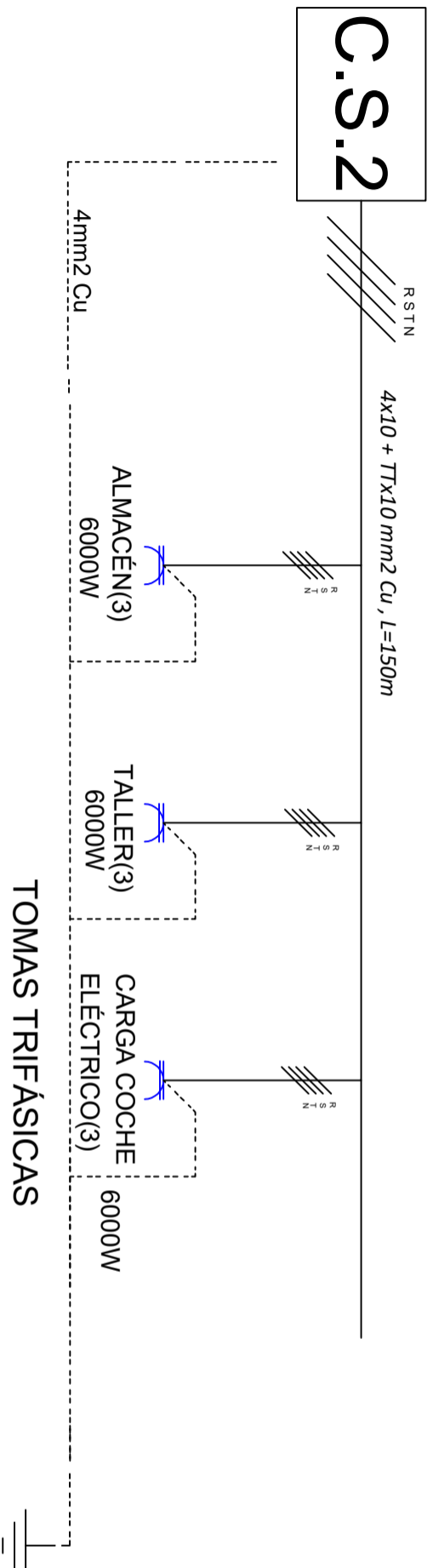
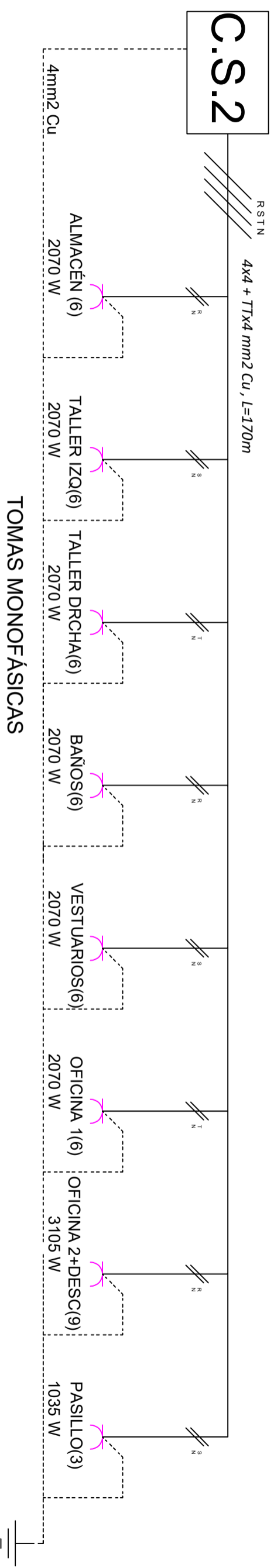
FECHA: 18/01/2021

ESCALA: S/E




Nº PLANO: 17



<b>LEYENDA</b>		<b>PROYECTO:</b>		<b>DEPARTAMENTO:</b>	
 ALUMBRADO DE EMERGENCIA LYRA 4211-11(i) X26	 ALUMBRADO MONOFÁSICO PHILIPS WT120C L1500 1XLED60S_840 X48	 Universidad Pública de Navarra	<b>ET.S.I.I.T.</b>		INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 INTERRUPTOR NIESSEN X4		<b>REALIZADO:</b> ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON		FIRMA:	
 CONTACTOR NIESSEN X14		<b>PLANO:</b> <b>ESQUEMA ELÉCTRICO CS2 (1)</b>		FECHA: 18/01/2021	ESCALA: S/E
 PICA PARA LA CONEXIÓN A TIERRA		Nº PLANO: <b>18</b>			



LEYENDA

-  TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16A X48
-  TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16A X9
-  PICA PARA LA CONEXIÓN A TIERRA

Nafarroako  
Unibertsitate  
Publikoa



Universidad  
Pública de  
Navarra

**E.T.S.I.I.T.**

DEPARTAMENTO:  
**INGENIERIA ELECTRICA  
Y ELECTRONICA**

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA  
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:  
**ÁLVAREZ DE EULATE  
PAGOLA, JON**

FIRMA:

PLANO:  
**ESQUEMA ELÉCTRICO CS2(2)**

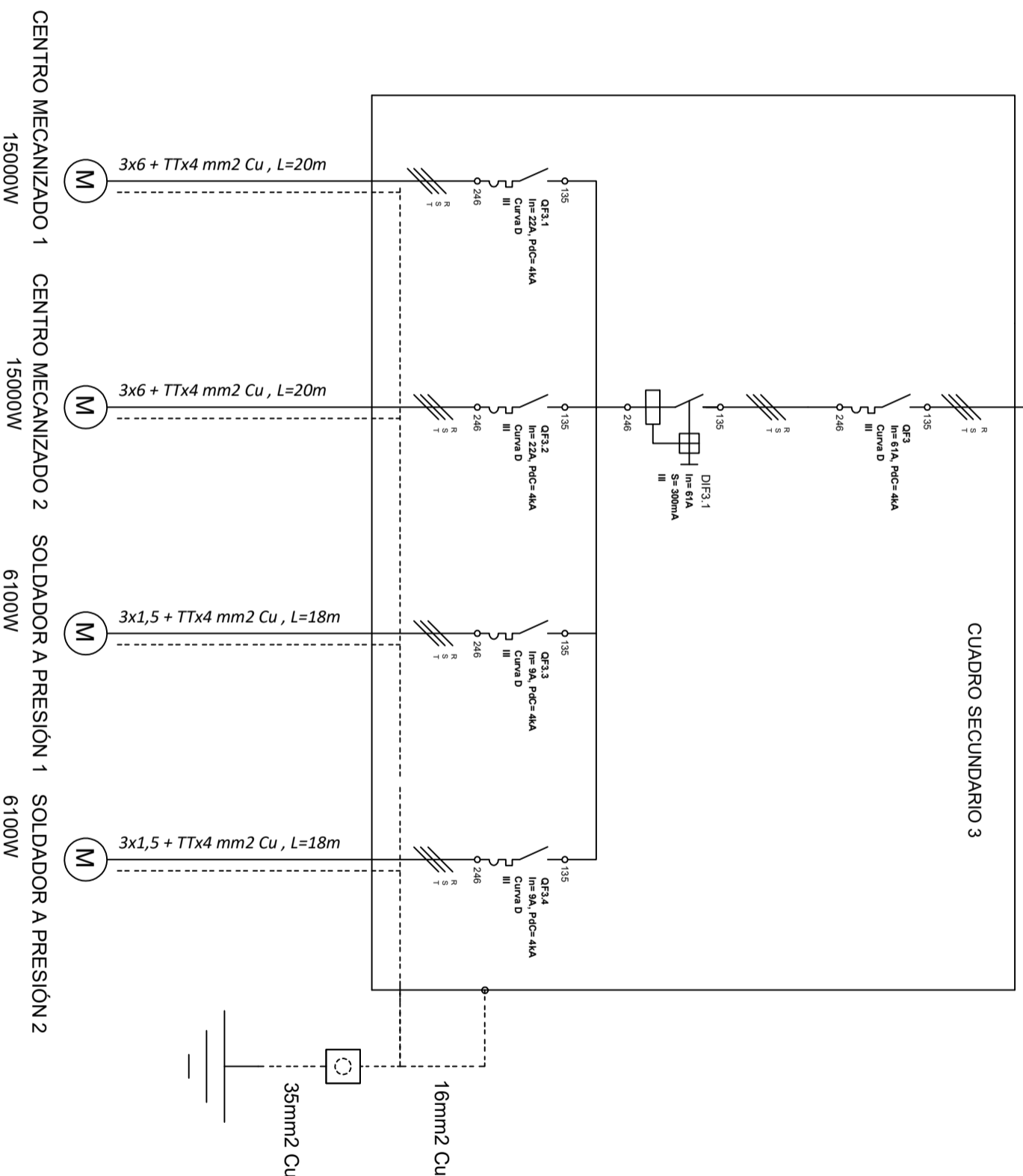
FECHA: 18/01/2021

ESCALA: S/E

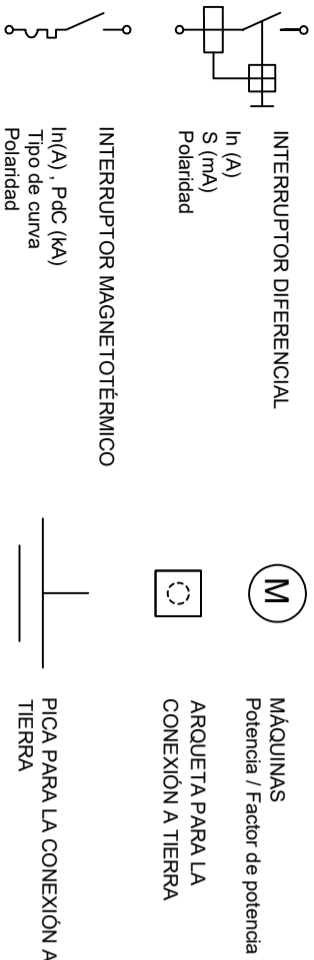
Nº PLANO: 19

C.G.D.

CUADRO SECUNDARIO 3



LEYENDA



Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Universidad Publica de Navarra

E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:  
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:  
ÁLVAREZ DE EULATE  
PAGOLA, JON

PLANO:

CUADRO SECUNDARIO 3

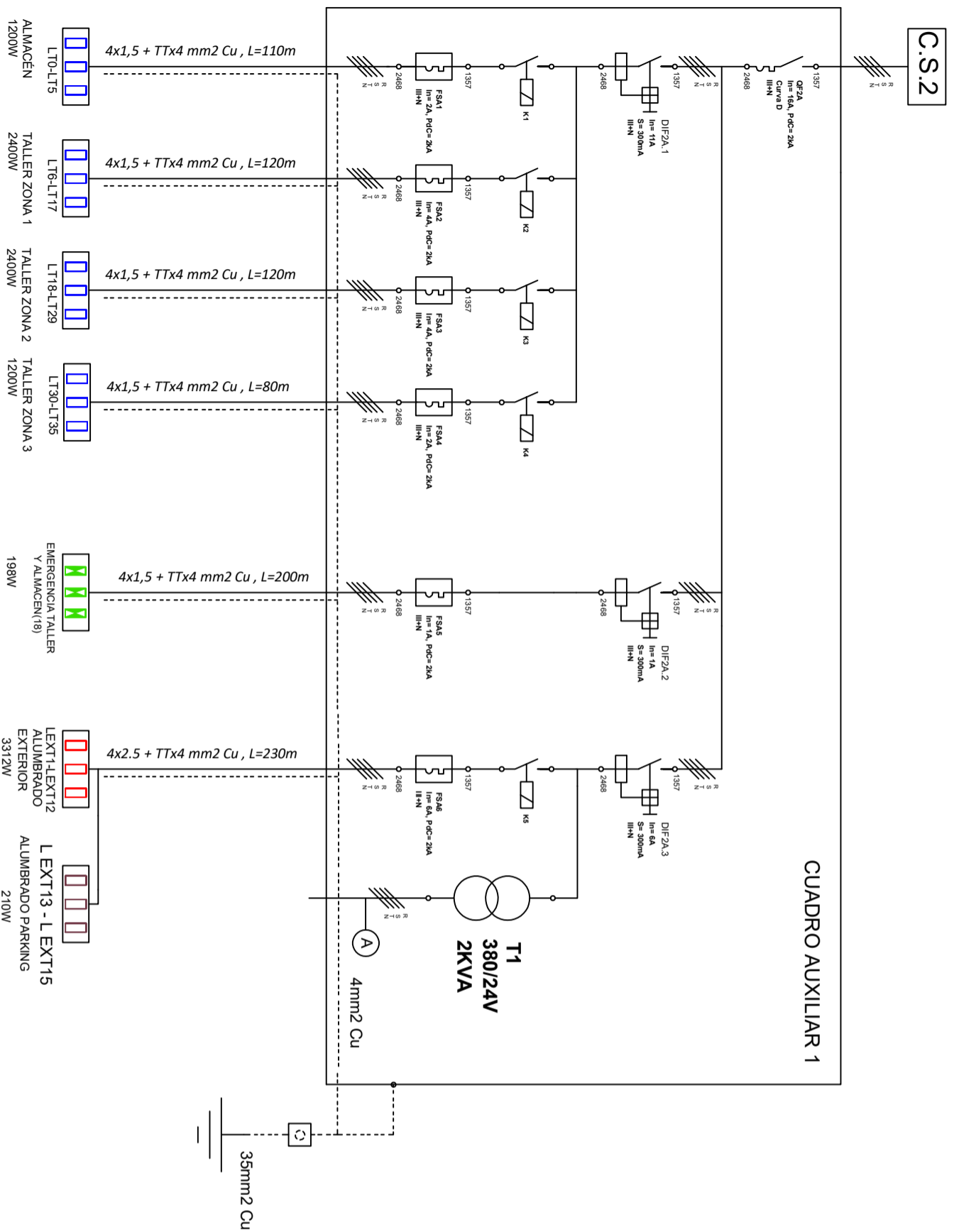
FIRMA:

FECHA:  
18/01/2021

ESCALA:  
S/E

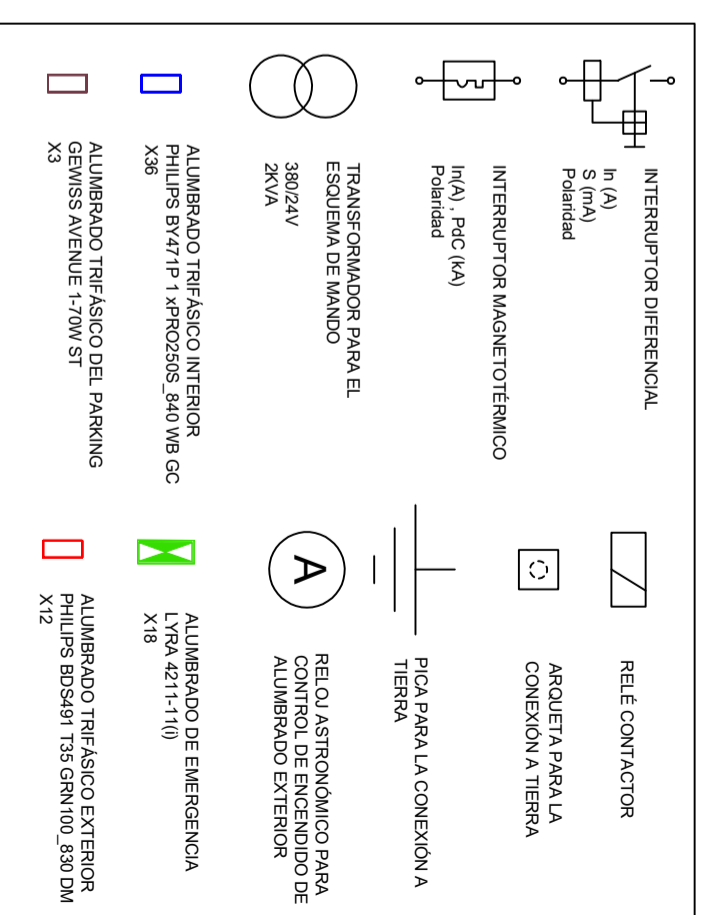
Nº PLANO:  
20






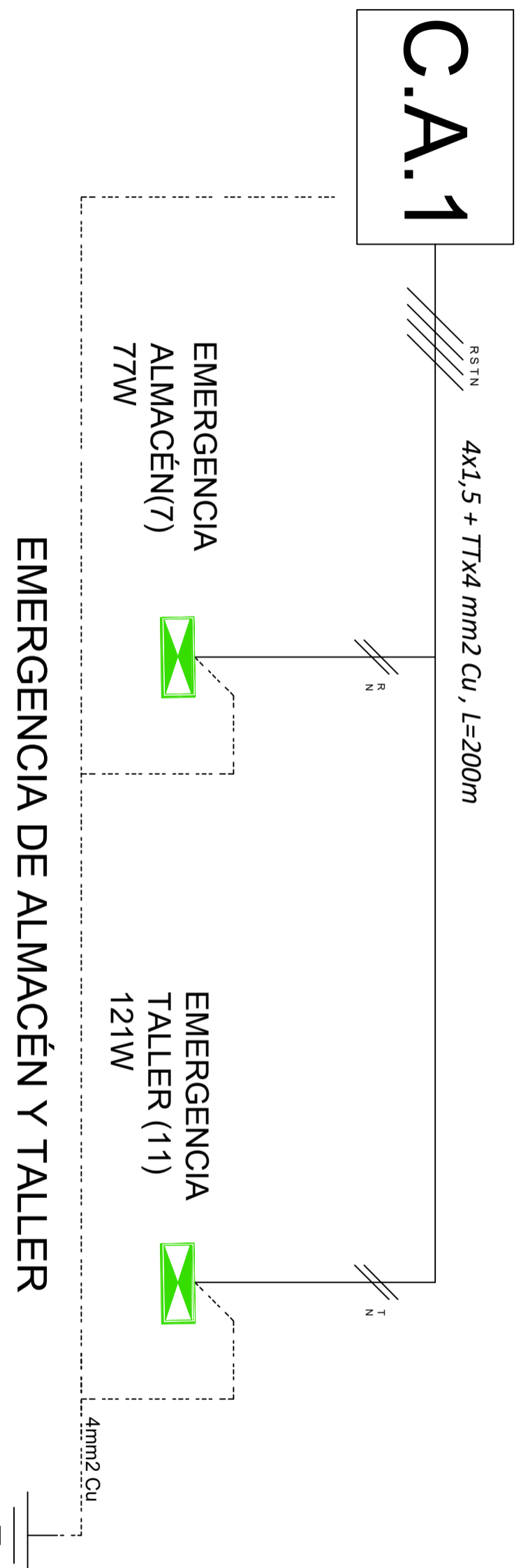
CUADRO AUXILIAR 1

LEYENDA



<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	<p>FIRMA:</p>


<p>PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR 1</b></p>	<p>FECHA: 18/01/2021</p>	<p>ESCALA: S/E</p>	<p>Nº PLANO: 21</p>
--	------------------------------	------------------------	-------------------------

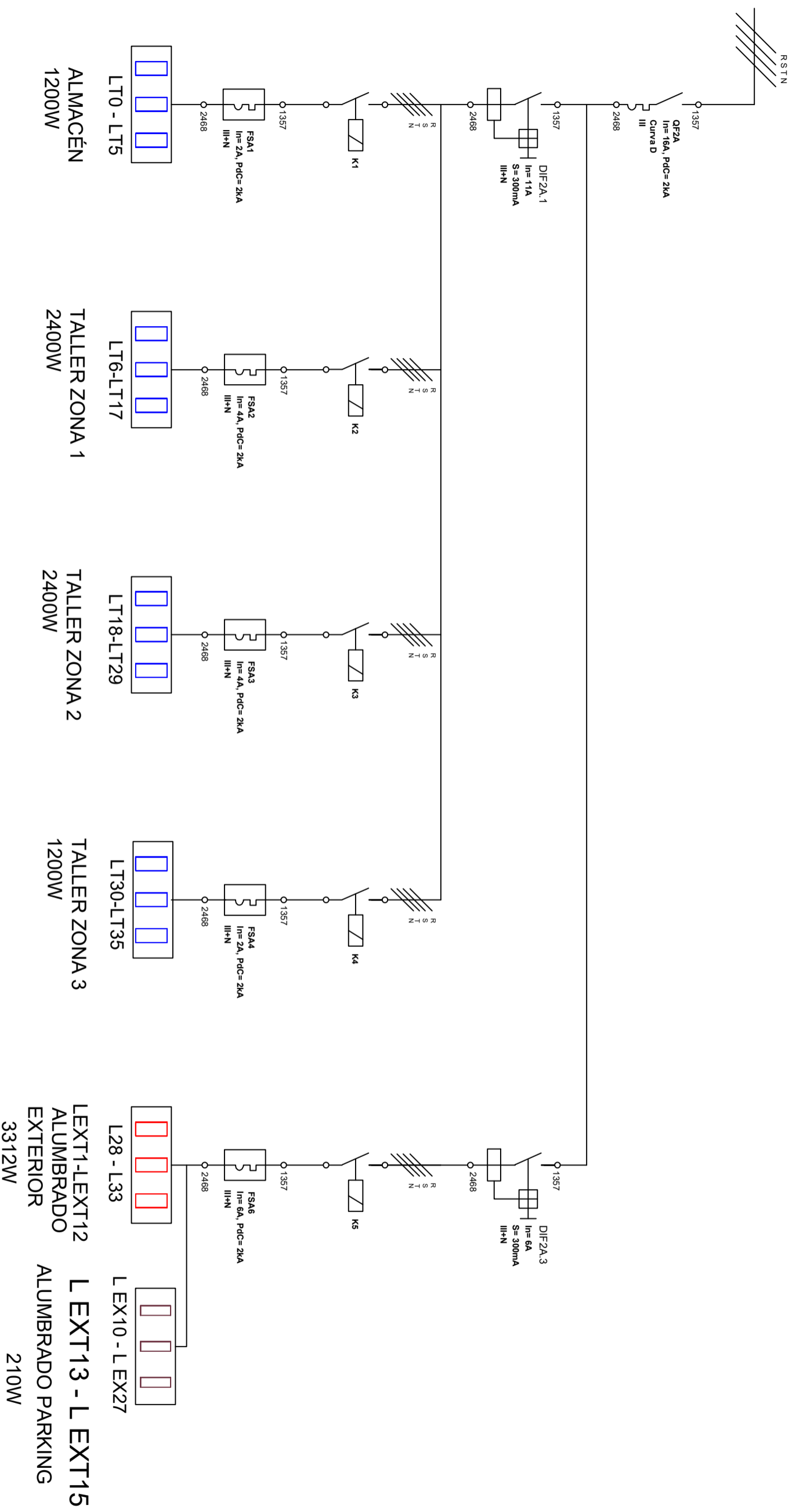


LEYENDA

 ALUMBRADO DE EMERGENCIA  
LYRA 421-1-1(i)  
X18

 PICA PARA LA CONEXION A  
TIERRA

<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>				<p>REALIZADO: <b>ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON</b></p>	
<p>PLANO: <b>ESQUEMA ELÉCTRICO CA1</b></p>				<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 18/01/2021</p>		<p>ESCALA: S/E</p>		<p>Nº PLANO: <b>22</b></p>	



**LEYENDA**

	INTERRUPTOR DIFERENCIAL In (A) S (mA) Polaridad		ALUMBRADO TRIFÁSICO INTERIOR PHILIPS BY471P 1 XPROZ50S_840 WB GC X36
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO In(A), Pdc (kA) Polaridad		ALUMBRADO TRIFÁSICO EXTERIOR PHILIPS BDS49T 135 1XGRINT00_830 DM GNB X12
	RELE CONTACTOR		ALUMBRADO TRIFÁSICO PARKING GEWISS AVENUE 1-70W ST X3

Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Universidad Pública de Navarra

**E.T.S.I.I.T.**

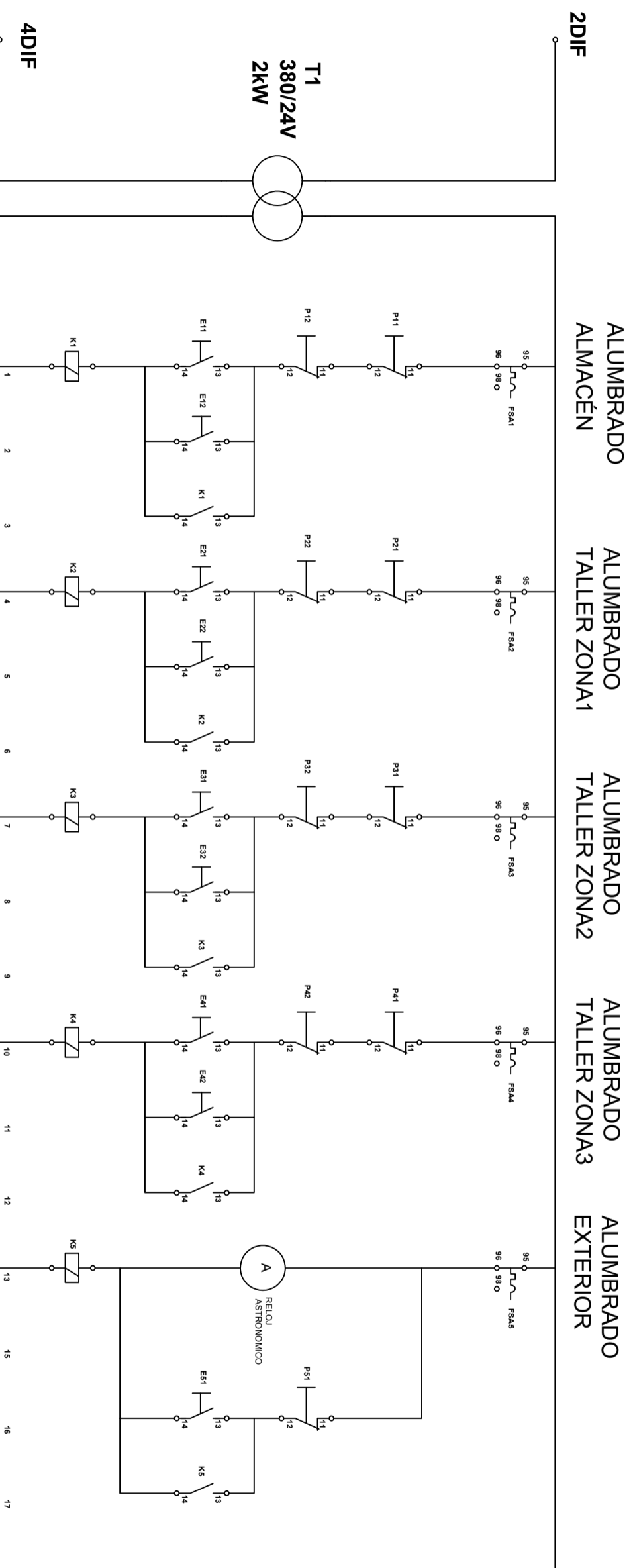
DEPARTAMENTO:  
**INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:  
**ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON**

PLANO:  
**ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO (CA1)**

FECHA: 18/01/2021	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 23
----------------------	----------------	-----------------



NA	NC	NA	NC	NA	NC	NA	NC	NA	NC	NA	NC	NA	NC	NA	NC
3	-	-	-	7	-	-	-	10	-	-	-	13	-	-	-
4				8											

**LEYENDA**

	RELOJ ASTRONÓMICO PARA CONTROL AUTOMÁTICO DE ALUMBRADO EXTERIOR		RELE CONTACTOR
	CONTACTOR NORMALMENTE ABIERTO		TRANSFORMADOR PARA EL ESQUEMA DE MANDO
	CONTACTOR NORMALMENTE CERRADO		INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO		PULSADOR NORMALMENTE CERRADO

<b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b> 		<b>Universidad Pública de Navarra</b> 	
<b>PROYECTO:</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		<b>DEPARTAMENTO:</b> INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
<b>PLANO:</b> <b>ESQUEMA DE MANDO ALUMBRASO (CA1)</b>		<b>REALIZADO:</b> ÁLVAREZ DE EULATE PAGOOLA, JON	
<b>FIRMA:</b>		<b>FECHA:</b> 18/01/2021	
<b>ESQUEMA DE MANDO ALUMBRASO (CA1)</b>		<b>ESCALA:</b> S/E	
		<b>Nº PLANO:</b> 24	



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

## 4. Pliego de Condiciones

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....	4
4.1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	4
4.1.2 DISPOSICIONES GENERALES .....	4
4.1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	4
4.1.4 SEGURIDAD EN EL TRABAJO .....	5
4.1.5 SEGURIDAD PÚBLICA.....	5
4.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	6
4.1.6.1 Datos de la obra .....	6
4.1.6.2 Replanteo de la obra .....	6
4.1.6.3 Condiciones generales .....	6
4.1.7 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	7
4.1.8. ACOPIO DE MATERIALES .....	7
4.1.9. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE .....	8
4.1.10 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS .....	8
4.1.11 VARIACIONES DE PROYECTO.....	9
4.1.12 COOPERACIÓN CON OTROS INSTALADORES.....	9
4.1.13 PROTECCIÓN .....	9
4.1.14 LIMPIEZA DE LA OBRA .....	10
4.1.15 ANDAMIOS Y APAREJOS.....	10
4.1.16 OBRAS DE ALBAÑILERÍA .....	10
4.1.17 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.....	10
4.1.18 RUIDOS Y VIBRACIONES .....	11
4.1.19 ACCESIBILIDAD .....	11
4.1.20 CANALIZACIONES .....	11
4.1.21 MANGUITOS PASAMUROS.....	12
4.1.22 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.....	12
4.1.23 PROTECCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS .....	12
4.1.24 CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	13
4.1.25 IDENTIFICACIÓN .....	13
4.1.26 PRUEBAS PARCIALES .....	14
4.1.27 PRUEBAS FINALES.....	14
4.1.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	14
4.1.29 PERIODOS DE GARANTÍA.....	15
4.1.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	15
4.1.31 PERMISOS.....	16

4.1.32 ENTRENAMIENTO.....	16
4.1.33 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.....	16
4.1.34 SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRAS.....	16
4.1.35 RIESGOS.....	17
4.1.36 RESCISIÓN DEL CONTRATO .....	17
4.1.37 PAGO DE OBRA.....	18
4.1.38 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS .....	18
4.1.39 DISPOSICIÓN FINAL .....	18
4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	19
4.2.1 GENERALIDADES.....	19
4.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	19
4.2.2.1 Dispositivos generales e individuales.....	19
4.2.2.2 Instalación Interior .....	19
4.2.2.3. Aparatos de protección.....	20
4.2.2.4. Identificación de los conductores .....	20
4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.....	21
4.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	21
4.2.2.7. Conexiones Eléctricas.....	21
4.2.2.8. Conductores aislados bajo tubos protectores .....	22
4.2.3 RED DE TIERRA .....	23
4.2.3.1 Conductores .....	23
4.2.3.2 Resistencia de las tomas de tierra.....	23
4.2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	23
4.2.4.1 Aparata de alta tensión.....	23
4.2.4.2 Transformador .....	24
4.2.4.3 Puesta a tierra del centro de transformación .....	24
4.2.4.4 Puesta en servicio y desconexión del C.T.....	25
4.2.4.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	25
4.2.5 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	26



## 4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

### 4.1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones determina los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones.

### 4.1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El instalador deberá cumplir los siguientes documentos:

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

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no se modifique en el presente documento.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda y estar provisto del documento que le califique como Instalador.

### 4.1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS

Las instalaciones del proyecto se regirán por lo especificado en las siguientes normas:

- 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 Iberdrola).
- 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.

#### 4.1.4 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. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en condiciones de seguridad.

El Director de Obra podrá exigir al Instalador el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros, además, podrá exigir que presente los documentos acreditativos de Seguridad Social de todo tipo en la forma legalmente establecida.

Mientras los operarios trabajen en circuitos, equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, calzado aislante, guantes, etc.

#### 4.1.5 SEGURIDAD PÚBLICA

El Instalador deberá tomar todas las precauciones en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas y aparatos de los peligros procedentes del trabajo, y tomará las responsabilidades de los accidentes que se ocasionen.

El Instalador mantendrá una póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños y responsabilidad civil que



podieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### 4.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Instalador organizará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra y las condiciones que se detallan en los siguientes puntos:

##### 4.1.6.1 Datos de la obra

Se entregará al Instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además, se hará responsable de la buena conservación de los originales, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización. No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

##### 4.1.6.2 Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de estos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador. Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

##### 4.1.6.3 Condiciones generales

El Instalador deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo con el número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá



preferencia sobre cualquier otro. En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio.

Los materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de esta, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto se especifique la utilización de material usado. La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

#### 4.1.7 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

A los quince días de la adjudicación de la obra el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas a las distintas fases de la obra. La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa.

#### 4.1.8. ACOPIO DE MATERIALES

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en un lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades. Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de los materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los



puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

La Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

### 4.1.9. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo con la Normativa vigente, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

### 4.1.10 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato. Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión será la que la Dirección facultativa considere.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa. El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.



La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### 4.1.11 VARIACIONES DE PROYECTO

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada. La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si presentan un mayor beneficio económico de inversión sin disminuir la calidad de la instalación.

Las variaciones sobre el proyecto pedidas por la Dirección facultativa que impliquen cambios de cantidades, calidades o el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador.

#### 4.1.12 COOPERACIÓN CON OTROS INSTALADORES

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

#### 4.1.13 PROTECCIÓN

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas. En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión.

Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura antioxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.



#### 4.1.14 LIMPIEZA DE LA OBRA

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, y al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales: aparatos sanitarios, griferías, etc...

#### 4.1.15 ANDAMIOS Y APAREJOS

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador.

#### 4.1.16 OBRAS DE ALBAÑILERÍA

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles. La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

#### 4.1.17 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.



El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

#### 4.1.18 RUIDOS Y VIBRACIONES

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

#### 4.1.19 ACCESIBILIDAD

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos. A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador. Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

#### 4.1.20 CANALIZACIONES

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización. Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven,



una vez instaladas, su sección de forma circular. Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico. En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

#### 4.1.21 MANGUITOS PASAMUROS

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento cortafuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### 4.1.22 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

#### 4.1.23 PROTECCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.





#### 4.1.24 CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Instalador.

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.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, y con frecuencia de 50 Hz.

#### 4.1.25 IDENTIFICACIÓN

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación. Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.



#### 4.1.26 PRUEBAS PARCIALES

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra. Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanqueidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

#### 4.1.27 PRUEBAS FINALES

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

#### 4.1.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el



esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.

- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador. En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador. Si el Instalador no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### 4.1.29 PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### 4.1.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.



#### 4.1.31 PERMISOS

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

#### 4.1.32 ENTRENAMIENTO

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

#### 4.1.33 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

#### 4.1.34 SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.



- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

#### 4.1.35 RIESGOS

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

#### 4.1.36 RESCISIÓN DEL CONTRATO

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma. Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en el párrafo anterior corresponderá a la Dirección facultativa. En los supuestos previstos en el párrafo anterior, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.



#### 4.1.37 PAGO DE OBRA

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### 4.1.38 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### 4.1.39 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.



## 4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

### 4.2.1 GENERALIDADES

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra. El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

### 4.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todas las instalaciones eléctricas del presente proyecto deberán seguir en todo momento las especificaciones que en éste se detallan, siguiendo las pautas de los siguientes apartados:

#### 4.2.2.1 Dispositivos generales e individuales

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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

#### 4.2.2.2 Instalación Interior

La tensión asignada no será inferior a 450 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.



El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

Las intensidades máximas admisibles de los conductores se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523.

#### 4.2.2.3. Aparatos de protección

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de los interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento. Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

#### 4.2.2.4. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación, se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde y amarillo. Todos los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro o gris.





#### 4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, o a ciertas máquinas, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- 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. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  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

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente, constituyendo bloques o regletas de conexión o mediante la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.



#### 4.2.2.8. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados tendrán aislamiento de tensión no inferior a 450 V. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte. -Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C. -Temperatura máxima de instalación y servicio: +60
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.



### 4.2.3 RED DE TIERRA

La red de tierra deberá seguir siempre las especificaciones siguientes:

#### 4.2.3.1 Conductores

Los conductores empleados en la red de tierra deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> de sección mínima para redes subterráneas.

#### 4.2.3.2 Resistencia de las tomas de tierra.

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. Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

### 4.2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El instalador deberá seguir las especificaciones que siguen en lo referente al centro de transformación.

#### 4.2.4.1 Aparamenta de alta tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y de SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre). El SF<sub>6</sub> proporciona las siguientes ventajas:

- El aislamiento en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente.
- El corte en SF<sub>6</sub> resulta más seguro que al aire.



Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que, en caso de avería, sea posible retirar únicamente la celda dañada. La celda de seccionamiento y protección incorporará una protección del tipo autoalimentado, es decir, que no necesita alimentación externa.

#### 4.2.4.2 Transformador

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico y con las características especificadas en la memoria del proyecto. La entrada de aire estará situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al flujo natural de aire, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### 4.2.4.3 Puesta a tierra del centro de transformación

Las puestas a tierra se realizarán estrictamente en la forma indicada en el Proyecto.

Existirán dos circuitos separados de puesta a tierra:

##### Puesta a tierra de protección:

A la que se conectará:

- Masas de A.T.
- Masas de B.T.
- Autoválvulas de A.T.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas de protección.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación
- Cuba metálica del transformador.

##### Puesta a tierra de servicio:

Al ser la tensión de defecto a tierra en el Centro de Transformación superior a 1.000 V, es necesaria la colocación de una tierra de servicio, a la cual se conectará:

- El neutro del transformador
- Las autoválvulas de B.T.



La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 minuto) y de 20 kV a impulso tipo rayo de onda 1'2/50µs.

#### 4.2.4.4 Puesta en servicio y desconexión del C.T.

Para realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se procederá en el siguiente orden:

- Conexión del Seccionador
- Interruptor automático de alta tensión
- Interruptor general de baja tensión

Para realizar la desconexión se procederá en el siguiente orden:

- Desconexión del interruptor general de baja tensión
- Desconexión del interruptor automático de alta tensión
- Desconexión del seccionador

Se procederá a seguir este orden para que al accionar los seccionadores en carga no se produzcan descargas eléctricas entre los extremos próximos del seccionador.

#### 4.2.4.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro de transformación se mantendrá en todo momento cerrado para impedir el acceso de personas ajenas al servicio, de acuerdo con el Reglamento de Alta Tensión. Deberá cumplir la normativa en lo referente a anchura mínima de los pasillos para permitir la extracción de las celdas instaladas y de cualquier otro tipo de objeto.

No se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la instalación. Además, la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada para impedir errores en maniobras, contactos accidentales con elementos en tensión o demás accidentes. Se colocarán en un lugar visible los procedimientos necesarios para realizar los primeros auxilios en caso de accidente.

Las celdas llevarán una placa distintiva con sus características:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.



-Frecuencia nominal.

#### 4.2.5 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia seguirá las siguientes pautas:

-Cuando la disminución en la tensión llegue al 70% de su valor nominal, el alumbrado de emergencia se activará automáticamente. El alumbrado será fijo y tendrá una fuente de alimentación independiente.

-El alumbrado mantendrá su función durante, al menos, una hora desde su activación.

-Además, proporcionará una iluminación mínima de 5 lux a nivel de suelo en los recorridos de evacuación.

-El cociente entre la iluminación máxima y mínima será menor de 40 para garantizar una uniformidad en la iluminación.

**FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

## 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

## 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	3
5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
5.1.1 CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN .....	3
5.1.2 PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	4
5.1. 3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS .....	6
5.1.4 RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE LOS TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES ....	8
5.1.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN.....	9
5.1.6 PRIMEROS AUXILIOS.....	11
5.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS .....	12
5.2.1 RELACIÓN DE NORMAS REGLAMENTOS APLICABLES .....	12





## 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 5.1.1 CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Este Estudio básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud a las obras de construcción.

En base al artículo 7 y en aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista ha de elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no haya, por la Dirección facultativa. En caso de obras de las Administraciones Públicas se deberá someter a la aprobación de esta administración.

Se recuerda la obligatoriedad de que a cada centro de trabajo haya un Libro de Incidencias por el seguimiento del Plan. Cualquier anotación hecha al Libro de Incidencias deberá ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Aun así, se recuerda que, según el artículo 15 del Real decreto, los contratistas y subcontratistas habrán de garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud en la obra.

Antes del comienzo de los trabajos el promotor habrá de efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente habrá de incluir el Plan de Seguridad y Salud.



El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier integrante de la Dirección facultativa, en caso de apreciar un riesgo grave inminente para la seguridad de los trabajadores, podrá parar la obra parcial o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al contratista, subcontratistas y representantes de los trabajadores.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### 5.1.2 PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

El artículo 10 del R.D.1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durante la ejecución de la obra y en particular en las siguientes actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpia
- La elección del emplazamiento de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los diferentes materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y condicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular si se trata de materias y sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y runas.
- La adaptación en función de la evolución de la obra del periodo de tiempo efectivo que se deberá dedicar a los diferentes trabajos o fases del trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice a la obra o cerca de la obra.

Los principios de acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/95 son los que se



describen a continuación:

Según las previsiones realizadas, en periodo punta de trabajo, la puesta a punto de la instalación eléctrica constará como máximo con 12 empleados.

El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, de acuerdo con los siguientes principios generales:

- Evitar riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular con el que respeta a la concepción de los puestos de trabajo, la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, por tal de reducir el trabajo monótono y repetitivo y reducir los efectos del mismo a la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir aquello que es peligroso por aquello que tenga poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que pongan por ante la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

El empresario tendrá en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendar los trabajos. El empresario adoptará las medidas necesarias para garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones e imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su aplicación se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, que sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de los mencionados riesgos sea substancialmente inferior a las de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.



Podrán concertar operaciones de seguros que tengan como finalidad garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto de ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto los socios, la actividad de los cuales consista en la prestación de su trabajo personal.

## 5.1. 3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Sin perjuicio de las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a la obra establecidas al anexo IV del Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, se enumeran a continuación los riesgos particulares de diferentes trabajos de obra, considerando que algunos de ellos se pueden dar durante todo el proceso de ejecución de la obra o bien ser aplicables a otros trabajos.

Se deberá tener especial cuidado en los riesgos más habituales en las obras, como por ejemplo son, caídas, cortes, quemaduras, erosiones y golpes, habiéndose de adoptar en cada momento la postura más adecuada por el trabajo que se realice.

Además, se debe tener en cuenta las posibles repercusiones a las estructuras de edificación vecinas y tener cuidado en minimizar en todo momento el riesgo de incendio.

Aun así, los riesgos relacionados se habrán de tener en cuenta por los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

### Medios y Maquinaria

- Atropellos, choques con otros vehículos, cogidas
- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Desplome y o/caída de maquinaria de obra (grúas...)
- Riesgos derivados del funcionamiento de grúas
- Caída de la carga transportada
- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
- Golpes y tropiezos



- Caída de materiales, rebotes
- Ambiente excesivamente ruidoso
- Contactos eléctricos directas o indirectas
- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
- Golpes y tropiezos
- Caída de materiales, rebotes
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas
- Vuelco de materiales
- Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)

## Estructura

- Interferencias con Instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...)
- Protección de partículas durante los trabajos
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
- Contactos con materiales agresivos
- Cortes y pinchazos
- Golpes y tropiezos
- Caída de materiales, rebotes
- Ambiente excesivamente ruidoso
- Contactos eléctricos directos o indirectos



- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas
- Fallo de encofrados
- Generación excesiva de polos o emanación de gases tóxicos
- Vuelco de material
- Riesgos derivados del almacenamiento de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas)
- Riesgos derivados de la subida y recepción de los materiales
- Interferencias con Instalaciones suministro público (agua, luz, gas...)
- Caídas desde puntos altos/y o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas)
- Cortes y pinchazos
- Golpes y tropiezos
- Caída de materiales, rebotes
- Emanaciones de gases en aperturas de pozos muertos
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas
- Caídas de palos y antenas

## 5.1.4 RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE LOS TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES

La relación de trabajos que implican riesgos especiales que se indican en el Anexo II del R.D.1627/1997 son los siguientes:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno al puesto de trabajo.



- Trabajos en los cuales la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o por los cuales la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
- Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes por los cuales la normativa específica obligue a la delimitación de zonas controladas o vigiladas
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión
- Trabajos que expongan en riesgo de ahogamiento por inmersión
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierras subterráneos
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático
- Trabajos realizados en cuartos de aire comprimido
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados.

### 5.1.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Como criterio general primaran las protecciones colectivas frente a las individuales.

Además, se habrán de mantener en buen estado de conservación los medios auxiliares, la maquinaria y las herramientas de trabajo. Por otro lado los medios de protección habrán de estar homologados según la normativa vigente.

Aun así, las medidas relacionadas se habrán de tener en cuenta por los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

#### Medidas de Protección Colectiva

- Organización y planificación de los trabajos para evitar interferencias entre los diferentes trabajos y circulaciones dentro lo obra
- Señalización de las zonas de peligro
- Prever el sistema de circulación de vehículos y su señalización, tanto al interior de la obra como en relación con los viales exteriores



- Dejar una zona libre en torno a la zona excavada por el paso de maquinaria
  - Inmovilización de camiones intermediando falcas y/o topes durante las tareas de carga y descarga
  - Respetar las distancias de seguridad con las Instalaciones existentes
  - Los elementos de las Instalaciones deben estar con las debidas protecciones aislantes
  - Fundamentación correcta de la maquinaria de obra
  - Montaje de grúas hecho por una empresa especializada, con revisiones periódicas, control de la carga máxima, delimitación del radio de acción, frenada, bloqueo, etc
  - Revisión periódica y mantenimiento de maquinaria y equipos de obra
  - Sistema de riego que impida la emisión de polvo en grandes cantidades
  - Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas)
  - Comprobación de apuntalamientos, condiciones de estribadas y pantallas de protección de zanjas
  - Utilización de pavimentos antideslizantes
  - Colocación de barandillas de protección en lugares con peligro de caída
  - Colocación de redes en agujeros horizontales
  - Protección de agujeros y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas)
  - Uso de canalizaciones de evacuación de runas, correctamente instaladas
  - Uso de escaleras de mano, plataformas de trabajo y andamios
  - Colocación de plataformas de recepción de materiales en plantas altas
- Medidas de Protección Individual
- Utilización de caretas y gafas homologadas contra el polvo y/o proyección de partículas
  - Utilización de calzado de seguridad
  - Utilización de casco homologado





- En todas las zonas elevadas dónde no haya sistemas fijos de protección hará falta establecer puntos de anclaje seguros para poder sujetar el cinturón de seguridad homologado, la utilización del cual será obligatoria
- Utilización de guantes homologados para evitar el contacto directo con materiales agresivos y minimizar el riesgo de cortes y pinchazos
- Utilización de protectores auditivos homologados en ambientes excesivamente ruidosos
- Sistemas de sujeción permanente y de vigilancia por más de un operario en los trabajos con peligro de intoxicación. Utilización de equipos de suministro de aire.

### Medidas de Protección a Terceros

- Cierre, señalización y alumbrado de la obra. Caso que el cierre invada la calzada se debe prever un pasillo protegido por el paso de peatones. El cierre ha de impedir que personas ajenas a la obra puedan entrar.
- Prever el sistema de circulación de vehículos tanto al interior de la obra como en relación con los viales exteriores
- Inmovilización de camiones mediante falcas y/o topes durante las tareas de carga y descarga
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas)
- Protección de agujeros y fachadas por evitar la caída de objetos (redes, lonas)

### 5.1.6 PRIMEROS AUXILIOS

Se dispondrá de un botiquín con el contenido de material especificado a la normativa vigente. Se informará al inicio de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos a los cuales se habrán de trasladar los accidentados.

Es conveniente disponer en la obra y en lugar bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc.

Para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.



## 5.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS

### 5.2.1 RELACIÓN DE NORMAS REGLAMENTOS APLICABLES

**Directiva 92/57/CEE de 24 de Junio (DON: 26/08/92)**

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles

**RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97)**

Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción

Transposición de la Directiva 92/57/CEE

Deroga el RD 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de Estudio de Seguridad e Higiene en proyectos de edificación y obras públicas

**Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95)**

Prevención de riesgos laborales

Desarrollo de la Ley a través de las siguientes disposiciones:

**RD 39/1997 de 17 de enero (BOE: 31/01/97).**

Reglamento de los Servicios de Prevención

Modificaciones: RD. 780/1998 de 30 de abril (BOE: 01/05/98)

**RD 485/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97)**

Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo

**RD 486/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97)**

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

En el capítulo 1 excluye las obras de construcción pero el RD 1627/1997 lo nombra en cuanto a escaleras de mano.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971)

**RD 487/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97)**

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores

**RD 488/97 de 14 de abril (BOE: 23/04/97)**

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización

**RD 664/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)**

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo



**RD 665/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)**

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

**RD 773/1997 de 30 de mayo (BOE: 12/06/97)**

Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

**RD 1215/1997 de 18 de julio (BOE: 07/08/97)**

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Transposición de la Directiva 89/655/CEE sobre utilización de los equipos de trabajo

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971)

**O. de 20 de mayo de 1952 (BOE: 15/06/52)**

Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la Construcción

Modificaciones: O. de 10 de diciembre de 1953 (BOE: 22/12/53)

O. de 23 de septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66)

Art. 100 a 105 derogados per O. de 20 de enero de 1956

**O. de 31 de enero de 1940. Andamios: Cap. VII, art. 66o a 74o (BOE:03/02/40)**

Reglamento general sobre Seguridad e Higiene

**O. de 28 de agosto de 1970. Art. 1o a 4o, 183o a 291o y Anexos I y II (BOE: 05/09/70; 09/09/70)**

Ordenanza del trabajo para las industrias de la Construcción, vidrio y cerámica Corrección de fallos: BOE: 17/10/70

**O. de 20 de septiembre de 1986 (BOE: 13/10/86)**

Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene

Corrección de fallos: BOE: 31/10/86

**O. de 16 de diciembre de 1987 (BOE: 29/12/87)**

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación

**O. de 31 de agosto de 1987 (BOE: 18/09/87)**

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado

**O. de 23 de mayo de 1977 (BOE: 14/06/77)**

Reglamento de aparatos elevadores para obras

Modificación: O. de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81)

**O. de 28 de junio de 1988 (BOE: 07/07/88)**

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de elevación y



Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras Modificación: O. de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90)

O. de 31 de octubre de 1984 (BOE: 07/11/84)

Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto

**O. de 7 de enero de 1987 (BOE: 15/01/87)**

Normas complementarias del Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto

**RD 1316/1989 de 27 de octubre (BOE: 02/11/89)**

Protección a los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo

**O. de 9 de marzo de 1971 (BOE: 16 i 17/03/71)**

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo Corrección de fallos: BOE: 06/04/71

Modificación: BOE: 02/11/89

Derogados algunos capítulos por: Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 i RD 1215/1997

**O. de 12 de enero de 1998 (DOG: 27/01/98)**

Se aprueba el modelo de Libro de incidencias en obres de construcción

**5.2.2 RESOLUCIÓN DE NORMAS TÉCNICAS REGLAMENTARIAS PARA DISTINTOS MEDIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DE TRABAJADORES**

- R. de 14 de diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74): N.R. MT-1: Cascos no metálicos

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 02/09/75): N.R. MT-3: Pantallas para soldadores

**Modificación: BOE: 24/10/75**

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de Electricidad

Modificación: BOE: 25/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos

Modificación: BOE: 27/10/75

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 05/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras



**Modificación: BOE: 28/10/75**

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 06/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Normas comunes y adaptadores faciales

**FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

6.Presupuesto

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

## 6. PRESUPUESTO

6.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	3
6.1.1. OBRA DE EDIFICIO PREFABRICADO .....	3
6.1.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y TRANSFORMADOR.....	3
6.1.3. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN .....	3
6.1.4. CUADRO DE BAJA TENSIÓN .....	4
6.1.5. CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	4
6.1.6. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	4
6.1.7. RESULTADOS (1) .....	5
6.2.ACOMETIDA (CBT - CGD).....	5
6.3.PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN .....	5
6.4.CONDUCTORES Y TUBOS.....	6
6.4.1. CONDUCTORES.....	6
6.4.2. TUBOS.....	6
6.4.3. RESULTADOS (4) .....	7
6.5.PROTECCIONES.....	7
6.5.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN .....	7
6.5.2. CUADRO SECUNDARIO 1 .....	8
6.5.3. CUADRO SECUNDARIO 2 .....	8
6.5.4. CUADRO AUXILIAR 1.....	9
6.5.5. CUADRO SECUNDARIO 3 .....	10
6.5.6. RESULTADOS (5) .....	11
6.6.ALUMBRADO .....	11
6.7.TOMAS DE CORRIENTE.....	11
6.8.OTROS ELEMENTOS.....	12
6.9.BATERÍA DE CONDENSADORES .....	12
6.10.ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.....	12
6.11.RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN .....	13



## 6.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 6.1.1. OBRA DE EDIFICIO PREFABRICADO

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Preparación del terreno y acondicionamiento para la instalación del edificio prefabricado de tipo ORMAZABAL PFU4. Incluye mano de obra, materiales y colocación de tubos y canalizaciones	1	3100	3100
		<b>TOTAL</b>	<b>3100</b>

### 6.1.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y TRANSFORMADOR

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Caseta prefabricada de tipo ORMAZABAL PFU 4: 4460x2380x3045mm. Se incluyen el montaje y colocación.	1	7233,24	7233,24
Transformador trifásico en baño de aceite con refrigeración natural, S=100 kVA, U= 13,2/0,4kV, frecuencia 50 Hz y conexión Dyn11	1	5070,7	5070,7
		<b>TOTAL</b>	<b>12303,94</b>

### 6.1.3. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
celda de linea (CML) Schneider Vn=13,2KV In=27,9A	1	2735,14	2735,14
celda de protección con fusible (CMP) Schneider Vn= 13,2KV In= 27,9A FS 3x63A	1	4688,78	4688,78
celda de medida (CMM) Schneider Vn= 13,2KV, In= 27,9A	1	2117,36	2117,36
		<b>TOTAL</b>	<b>9541,28</b>





## 6.1.4. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Armario metálico de distribución Merlin Gerin, Modelo: Prisma plus, Sistema G, con IP55, medidas: 725x600x260mm	1	1657,92	1657,92
Interruptor magnetotérmico Schneider In= 250A Poder de corte=15kA curva B	1	1433,42	1433,42
Interruptor automático diferencial Schneider In = 250 A, sensibilidad = 1000 mA	1	1874,56	1874,56
mano de obra	3	23	69
		<b>TOTAL</b>	<b>4965,9</b>

## 6.1.5. CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Pragma, de 13 módulos, medidas: 525x375x240mm	1	178,43	178,43
Interruptor magnetotérmico Schneider In= 2A Poder de corte 6kA curva C	1	59,09	59,09
Interruptor automático diferencial Schneider In = 25 A sensibilidad=30mA	1	182,6	182,6
mano de obra	6	23	138
		<b>TOTAL</b>	<b>558,12</b>

## 6.1.6. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Pica de puesta a tierra de tierra de servicio Longitud 2m, diametro 14mm <sup>2</sup>	4	19,6	78,4
Tierra de servicio: 40m de cobre aislado de 50mm <sup>2</sup> y 10m de cobre desnudo a 0,85m de profundidad	1	1135,5	1135,5
Tierra perimetral del C.T. de 6x4 m y 0,85m de profundidad con conductor de Cu desnudo de 50mm <sup>2</sup> .	1	133,8	133,8
Pica de puesta a tierra de tierra perimetral Longitud 2m, diametro 14mm <sup>2</sup>	6	19,6	117,6
Soldadura, arqueta de registro y otros elementos de conexión.	1	137,81	137,81
Conexión requerido de todas las partes metálicas en el interior del CT	1	150	150
mano de obra	8	23	184
		<b>TOTAL</b>	<b>1937,11</b>



## 6.1.7. RESULTADOS (1)

Concepto	Total(€)
Obra de edificio prefabricado	3100
Centro de Transformación y Transformador	12303,94
Aparata de media tensión	9541,28
Cuadro de Baja Tensión	4965,9
Cuadro Auxiliar del Centro de Transformación	558,12
Puesta a tierra del Centro de Transformación	1937,11
<b>TOTAL</b>	<b>32406,35</b>

## 6.2. ACOMETIDA (CBT - CGD)

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Zanja de 60x80cm y arqueta de paso 60x60	65	5,1	331,5
Excavación, retirada de escombros y aplanamiento del terreno	1	650	650
Tubo de XLPE de doble pared de 180mm2 de diámetro; interior liso y exterior corrugado	3x65	25,6	4992
Cable Prysmian Retenax Flam N RV 0.6/1KV 3x150mm2 Cu.	3x65	42,15	8219,25
mano de obra	8	23	184
		<b>TOTAL</b>	<b>14376,75</b>

## 6.3. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Pica de puesta a tierra. Longitud 2m, diámetro 14mm2 Acero-Cobre	8	14,65	117,2
Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro de la marca KLK	8	35,5	284
Arqueta de tierra del CT sin acceso	8	31,25	250
Grapa de cobre para la conexión de las picas	8	7,84	62,72
Cable de cobre desnudo 50mm2	200	5,16	1032
caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50	8	38,15	305,2
mano de obra	12	23	276
		<b>TOTAL</b>	<b>2327,12</b>



## 6.4. CONDUCTORES Y TUBOS

## 6.4.1. CONDUCTORES

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 2x1,5+TT4 mm2 ref:1992206	10	0,92	9,2
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3x1,5+TT4 mm2 Referencia: 1992306	66	1,82	120,12
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3x2,5+TT4 mm2 Referencia: 1992307	24	2,06	49,44
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3x6+TT4 mm2 Referencia: 1992309	40	3,44	137,6
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3x16+TT16 mm2 Referencia: 1992311	64	12,3	787,2
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3x70+TT35 mm2 Referencia: 1992315	2	21,4	42,8
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x1,5+TT4 mm2 Referencia: 1992406	910	1,33	1210,3
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x2,5+TT4 mm2 Referencia: 1992407	314	2,1	659,4
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x4+TT4 mm2 Referencia: 1992408	340	3,77	1281,8
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x10+TT4 mm2 Referencia: 1992410	150	12,65	1897,5
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x25+TT16 mm2 Referencia: 1992412	7	16,4	114,8
cable EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4x150+TT75 mm2 Referencia: 1992418	5	42,08	210,4
mano de obra	10	23	230
		<b>TOTAL</b>	<b>6750,56</b>

## 6.4.2. TUBOS

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Tubo termoplástico PVC corrugado Diámetro 16 mm	1710	1,74	2975,4
Tubo termoplástico PVC corrugado Diámetro 20 mm	64	2,55	163,2
Tubo termoplástico PVC corrugado Diámetro 40 mm	7	4,1	28,7
Tubo termoplástico PVC corrugado Diámetro 80 mm	2	6,2	12,4
Tubo termoplástico PVC corrugado Diámetro 180 mm	5	8,45	42,25
mano de obra	25	23	575
		<b>TOTAL</b>	<b>3796,95</b>



## 6.4.3. RESULTADOS (4)

Concepto	Total(€)
Conductores	6750,56
Tubos	3796,95
<b>TOTAL</b>	<b>10547,51</b>

## 6.5. PROTECCIONES

## 6.5.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Interruptor automático Schneider QF0 In=250 A Poder de Corte=15 KA Curva D	1	4380,2	4380,2
Interruptor magnetotérmico Schneider QF1,QF3,QF4 In=63 A Poder de Corte=6 KA Curva D	3	433,87	1301,61
Interruptor magnetotérmico Schneider QF2 In=80 A Poder de Corte=6 KA Curva D	1	494,6	494,6
Interruptor diferencial Schneider DIF1, DIF3, DIF4 In=63 A Sensibilidad=300mA	3	251,17	753,51
Interruptor diferencial Schneider DIF2 In=80 A Sensibilidad=500mA	1	288,69	288,69
Armario BRES-86 industrial monobloc IP66 Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Prisma plus, Sistema G, con IP55, medidas: 725x600x260mm 800x600x300mm	1	1657,92	1657,92
mano de obra	10	23	230
		<b>TOTAL</b>	<b>9106,53</b>



## 6.5.2. CUADRO SECUNDARIO 1

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Interruptor automático Schneider QF1,0 In=63 A Poder de Corte=3 KA Curva D	1	1024,15	1024,15
Interruptor magnetotérmico Schneider QF1,1, QF1,4 In=6 A Poder de Corte=3 KA Curva D	2	122,6	245,2
Interruptor magnetotérmico Schneider QF1,2, QF1,3 In=10 A Poder de Corte=3 KA Curva D	2	154,21	308,42
Interruptor magnetotérmico Schneider QF1,5, QF1,6 In=16 A Poder de Corte=3 KA Curva D	2	184,5	369
Interruptor diferencial Schneider DIF1,1 In=20 A Sensibilidad=300mA	1	222,87	222,87
Interruptor diferencial Schneider DIF1,2 In=32 A Sensibilidad=300mA	1	231,1	231,1
Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Pragma, de 18 módulos, medidas: 605x525x240mm	1	215,7	215,7
mano de obra	10	23	230
		<b>TOTAL</b>	<b>2846,44</b>

## 6.5.3. CUADRO SECUNDARIO 2



## PRESUPUESTO



Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Interruptor automático Schneider QF2,0 In=80 A Poder de Corte=5 KA Curva C	1	494,6	494,6
Interruptor automático Schneider QF2,2 In=4 A Poder de Corte=5 KA Curva C	1	141,78	141,78
Interruptor automático Schneider QF2,3, QF2,4, QF2.6 In=16 A Poder de Corte=5 KA Curva D	3	184,5	553,5
Interruptor automático Schneider QF2,5 In=32 A Poder de Corte=2 KA Curva D	1	231,1	231,1
Interruptor diferencial Schneider DIF2,1 In=1 A Sensibilidad=30mA	1	64,32	64,32
Interruptor diferencial Schneider DIF2,2 In=4 A Sensibilidad=30mA	1	140,55	140,55
Interruptor diferencial Schneider DIF2,3 In=25 A Sensibilidad=30mA	1	227,64	227,64
Interruptor diferencial Schneider DIF2,4 In=32 A Sensibilidad=30mA	1	231,1	231,1
Interruptor diferencial Schneider DIF2,5 In=16A Sensibilidad=30mA	1	192,47	192,47
Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Pragma, de 18 módulos, medidas: 605x525x240mm	1	215,7	215,7
mano de obra	10	23	230
		<b>TOTAL</b>	<b>2722,76</b>

### 6.5.4. CUADRO AUXILIAR 1



## PRESUPUESTO



Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Interruptor automático Schneider QF2A,0 In=16 A Poder de Corte=2 KA Curva C	1	524,74	524,74
Relé magnetotérmico Schneider QF2A,1, QF2A.4 In=2 A Poder de Corte=2 KA Curva C	2	75,3	150,6
Relé magnetotérmico Schneider QF2A,2, QF2A.3 In=4 A Poder de Corte=2 KA Curva C	2	141,78	283,56
Relé magnetotérmico Schneider QF2A,5 In=1 A Poder de Corte=2 KA Curva C	1	64,32	64,32
Relé magnetotérmico Schneider QF2A,6 In=6 A Poder de Corte=2 KA Curva C	1	170,66	170,66
Interruptor diferencial Schneider DIF2A.1 In=16 A Sensibilidad=30mA	1	192,47	192,47
Interruptor diferencial Schneider DIF2A.2 In=1 A Sensibilidad=30mA	1	64,32	64,32
Interruptor diferencial Schneider DIF2A.3 In=6 A Sensibilidad=30mA	1	168,85	168,85
Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Pragma, de 18 módulos, medidas: 605x525x240mm	1	215,7	215,7
Reloj astronómico	1	150	150
Transformador 380/24 V Murrelektronik MST Multispannungsbereich - 86147	1	100,55	100,55
mano de obra	13	23	299
		<b>TOTAL</b>	<b>2384,77</b>

### 6.5.5. CUADRO SECUNDARIO 3

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Interruptor automático Schneider QF3,0 In=63 A Poder de Corte=4 KA Curva D	1	1024,15	1024,15
Interruptor automático Schneider QF3,3, QF3.4 In=10 A Poder de Corte=4 KA Curva D	2	154,21	308,42
Interruptor automático Schneider QF3,1, QF3.2 In=25 A Poder de Corte=4 KA Curva D	2	229,88	459,76
Interruptor diferencial Schneider DIF3,1 In=63 A Sensibilidad=300mA	1	251,17	251,17
Armario metálico de distribución, Marca: Merlin Gerin, Modelo: Pragma, de 18 módulos, medidas: 605x525x240mm	1	215,7	215,7
mano de obra	6	23	138
		<b>TOTAL</b>	<b>2397,2</b>



## 6.5.6. RESULTADOS (5)

Concepto	Total(€)
Cuadro General de Distribución	9106,53
Cuadro Secundario 1	2846,44
Cuadro Secundario 2	2722,76
Cuadro Secundario 3	2397,2
Cuadro Auxiliar 1	2384,77
<b>TOTAL</b>	<b>19457,7</b>

## 6.6. ALUMBRADO

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Monofásico interior: PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S_840	49	339	16611
Trifásico interior: PHILIPS BY471P 1 xPRO250S_840 WB GC	36	616,14	22181,04
Trifásico exterior: PHILIPS BDS491 T35 1xGRN100_830 DM GNB	12	587,74	7052,88
Trifásico Parking: GEWISS AVENUE 1-70W ST	3	45,1	135,3
Emergencia: LYRA 4211-11(i)	46	120,8	5556,8
mano de obra	5	23	115
		<b>TOTAL</b>	<b>51652,02</b>

## 6.7. TOMAS DE CORRIENTE

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
T.C. Monofásica 16A 2P-T SCHUKO MONTAJE SOBRE CARRIL DIN	4	2,85	11,4
Base de 3 T.C. Monofásicas (2F+T) de 16 A Legrand	15	17,22	258,3
Base de 3 T.C. Trifásicas (4F+T) de 32 A Legrand	3	42,7	128,1
mano de obra	3	23	69
		<b>TOTAL</b>	<b>466,8</b>





## 6.8. OTROS ELEMENTOS

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Contactor NIESSSEN	14	5,39	75,46
Interruptor NIESSSEN Zenit	6	13,66	81,96
Pulsador alumbrado estanco BJC Iris IP44 185017	18	17,88	321,84
Cartel señalización de salida (Alumbrado de Emergencia)	4	4,16	16,64
mano de obra	9	23	207
		<b>TOTAL</b>	<b>702,9</b>

## 6.9. BATERÍA DE CONDENSADORES

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Batería de condensadores CYDESA 440V, 50Hz de 4 escalones 87kVAr	1	2878	2878
mano de obra	2	23	70,725
		<b>TOTAL</b>	<b>2963,875</b>

## 6.10. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

Concepto	Unidades	Precio(€)/unidad	Precio total(€)
Gafas protectoras contra impactos, incoloras	10	3,5	35
Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación	10	22,4	224
Chaleco de trabajo de poliéster-algodón	10	10	100
Pantallas de soldadura	10	5,5	55
Arnés de seguridad con amarre dorsal+amarre torsal +amarre lateral acolchado, y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable	10	32,5	325
Cascos de protectores auditivos, con arnés a la nuca	10	5,16	51,6
Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas	10	1,6	16
Alquiler plataforma eléctrica elevadora de tijera modelo JLG-1930ES altura de trabajo 7,72m	1	600	600
Ropa de trabajo, poliéster-algodón.	10	22	220
Extintor de polvo químico ABC, polivalente antibrasa de eficiencia 34A/233B, de 6 Kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110.	4	32,2	128,8
Par de rodilleras ajustables, de protección ergonómica,	10	1,6	16
Cinta de seguridad para especificar que se esta realizando trabajo	10	1,12	11,2
		<b>TOTAL</b>	<b>1782,6</b>



## 6.11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

Concepto	Total(€)
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	32406,35
ACOMETIDA(CBT-CGD)	14376,75
PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN	2327,12
CONDUCTORES,CANALIZACIONES Y TUBOS	10547,51
PROTECCIONES	19457,7
ALUMBRADO	51652,02
TOMAS DE CORRIENTE	466,8
OTROS ELEMENTOS	702,9
BATERÍA DE CONDENSADORES	2963,88
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1782,6
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL</b>	<b>136683,63</b>
GASTOS GENERALES 5%	6834,18
BENEFICIO INDUSTRIAL 10%	13668,36
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>157186,17</b>
HONORARIOS Y DERECHOS DE REDACCIÓN DEL PROYECTO 4%	6287,45
HONORARIOS DIRECCIÓN DE ORA 4%	6287,45
<b>PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA</b>	<b>169761,06</b>
IVA 21%	35649,82
<b>PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA</b>	<b>205410,89</b>

El presupuesto total del presente proyecto asciende a la cantidad de:

**“DOSCIENTOS CINCO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON OCHENTA Y NUEVE  
CÉNTIMOS”**

**FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

## 7. Bibliografía

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

## 7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 REGLAMENTOS, NORMATIVAS Y LIBROS .....	3
7.2. PAGINAS WEB CONSULTADAS .....	5



### 7.1 REGLAMENTOS, NORMATIVAS Y LIBROS

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
  
- Reglamento sobre acometidas eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
  
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas tecnológicas de la edificación. Ed. Paraninfo 1996. José Carlos Toledano.
  
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remírez Vázquez.
  
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
  
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.
  
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
  
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982).
  
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
  
- Pliego de condiciones, Repositorio TFE UPNA.
  
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en la energía eléctrica.
  
- Normas particulares de “IBERDROLA distribución eléctrica S.A.U.”
  
- Estudio básico de seguridad y salud, Repositorio TFE UPNA.



## BIBLIOGRAFÍA



-Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales. REAL DECRETO 2267/2004, de 3 diciembre.

-Libro de Dibujo Eléctrico, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.

-Puesta a tierra en edificios en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.

-REAL DECRETO 314/2006 aprobación del Código Técnico de la Edificación.

-REAL DECRETO 486/1997 Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.



## 7.2. PAGINAS WEB CONSULTADAS

- ORMAZABAL <https://www.ormazabal.com/es>
  
- SCHNEIDER <https://www.schneider-electric.es/es/>
  
- PRYSMIAN <https://es.prysmiangroup.com/>
  
- URIARTE <http://www.safybox.com/es/>
  
- GENERAL CABLE <https://www.generalcable.com/>
  
- PHILIPS <https://www.philips.es/>
  
- GEWISS <https://www.gewiss.com/es/es>
  
- LYRA <https://iluxion.es/>
  
- SCHUCKO <https://www.jung.de/es/>
  
- LEGRAND <https://www.legrand.es/>
  
- SUMIDEEC <https://www.sumidelec.com/>
  
- NIESSSEN <https://new.abb.com/low-voltage/es/productos/niessen>
  
- CYDESA <http://www.cydesa.com/esp/home.asp>

FDO: Álvarez de Eulate Pagola, Jon



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN

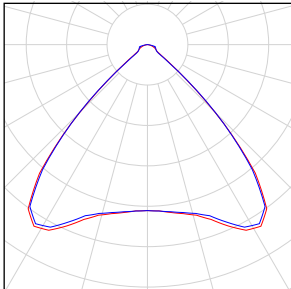
8. Anexo Dialux

JON ÁLVAREZ DE EULATE PAGOLA

Pamplona, 27 de Enero de 2021

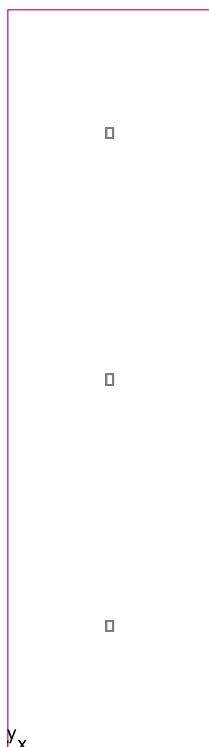


## Local 1

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
3	<p>Philips - BY471P 1 xPRO250S/840 WB GC                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xPRO250S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 100.06%                      Flujo luminoso de lámparas: 25000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 25016 lm                      Potencia: 200.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.1 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xPRO250S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	

Flujo luminoso total de lámparas: 75000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 75048 lm, Potencia total: 600.0 W, Rendimiento lumínico: 125.1 lm/W

## Local 1



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

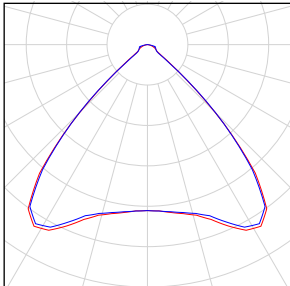
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips - BY471P 1 xPRO250S/840 WB GC	25016	200.0	125.1
Suma total de luminarias	75048	600.0	125.1

Potencia específica de conexión: 1.24 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 485.49 m<sup>2</sup>)

Consumo: 1650 kWh/a de un máximo de 17000 kWh/a

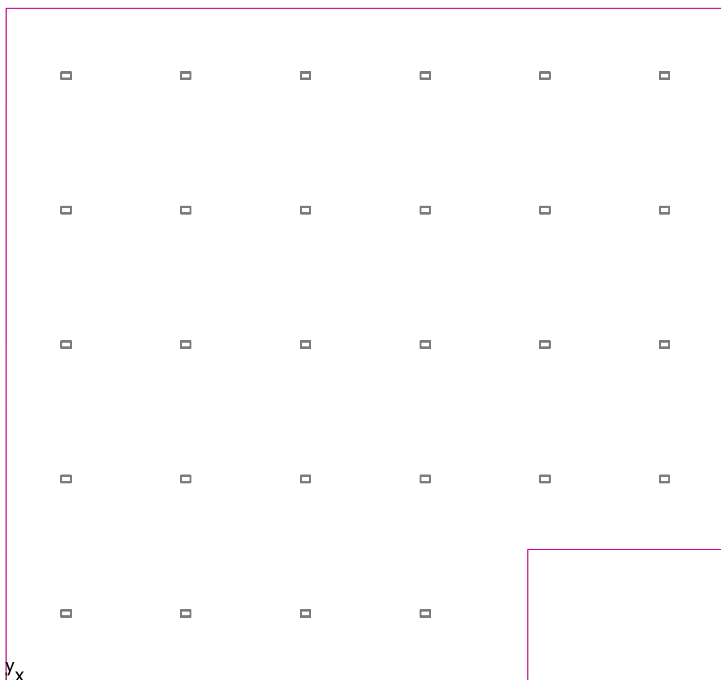
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

**Local 2**

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
28	<p>Philips - BY471P 1 xPRO250S/840 WB GC Emisión de luz 1 Lámpara: 1xPRO250S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100.06% Flujo luminoso de lámparas: 25000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 25016 lm Potencia: 200.0 W Rendimiento lumínico: 125.1 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xPRO250S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	

Flujo luminoso total de lámparas: 700000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 700448 lm, Potencia total: 5600.0 W, Rendimiento lumínico: 125.1 lm/W

## Local 2



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


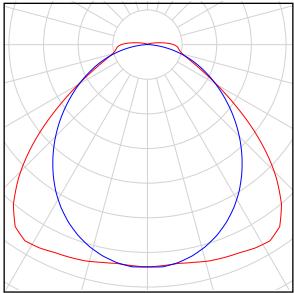
#	Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
28	Philips - BY471P 1 xPRO250S/840 WB GC	25016	200.0	125.1
Suma total de luminarias		700448	5600.0	125.1

Potencia específica de conexión: 3.14 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 1784.17 m<sup>2</sup>)

Consumo: 15400 kWh/a de un máximo de 62450 kWh/a

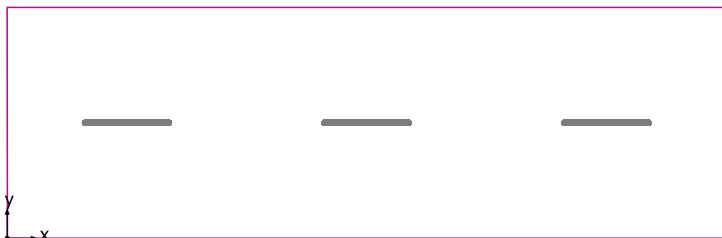
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

**Local 4**

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
3	Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED60S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98% Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W  Indicaciones colorimétricas 1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 18000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 17997 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 4



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


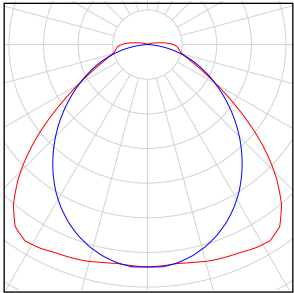
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	17997	144.0	125.0

Potencia específica de conexión: 3.05 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 47.22 m<sup>2</sup>)

Consumo: 400 kWh/a de un máximo de 1700 kWh/a

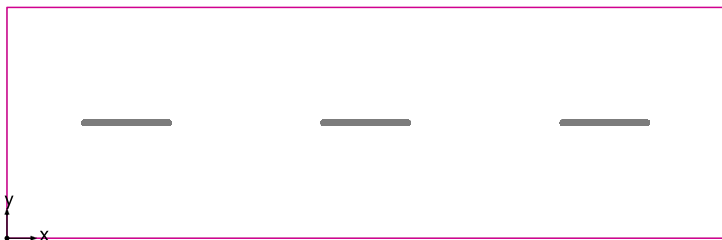
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 5

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
3	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 18000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 17997 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 5



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	17997	144.0	125.0


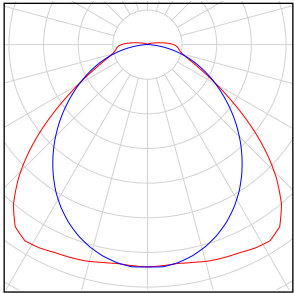
Potencia específica de conexión: 3.05 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 47.18 m<sup>2</sup>)

Consumo: 400 kWh/a de un máximo de 1700 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

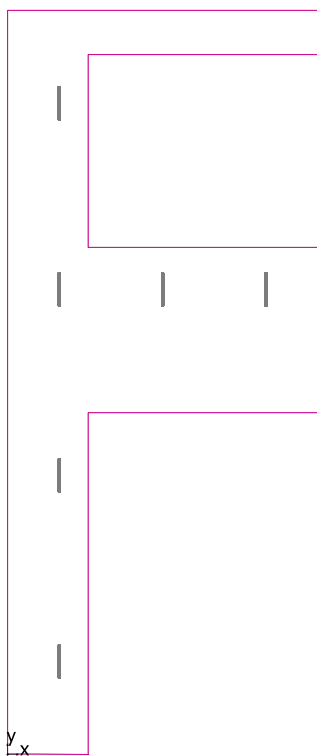


## Local 6

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
6	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 36000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 35994 lm, Potencia total: 288.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 6



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


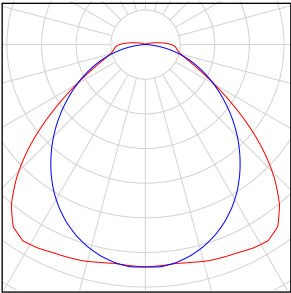
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	35994	288.0	125.0

Potencia específica de conexión: 1.34 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 215.19 m<sup>2</sup>)

Consumo: 790 kWh/a de un máximo de 7550 kWh/a

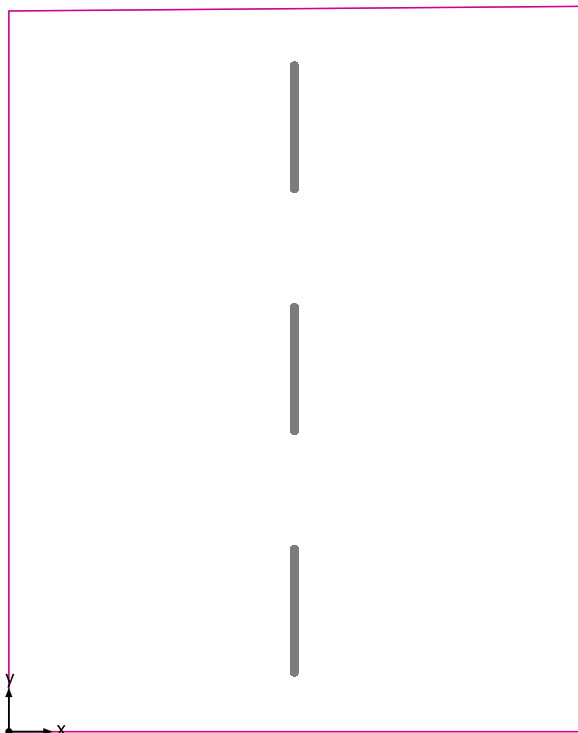
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 7

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
3	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 18000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 17997 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 7



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


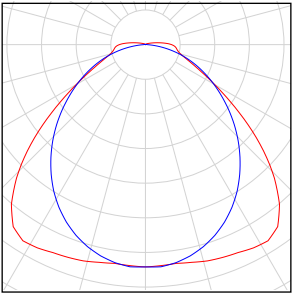
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	17997	144.0	125.0

Potencia específica de conexión: 2.60 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 55.30 m<sup>2</sup>)

Consumo: 400 kWh/a de un máximo de 1950 kWh/a

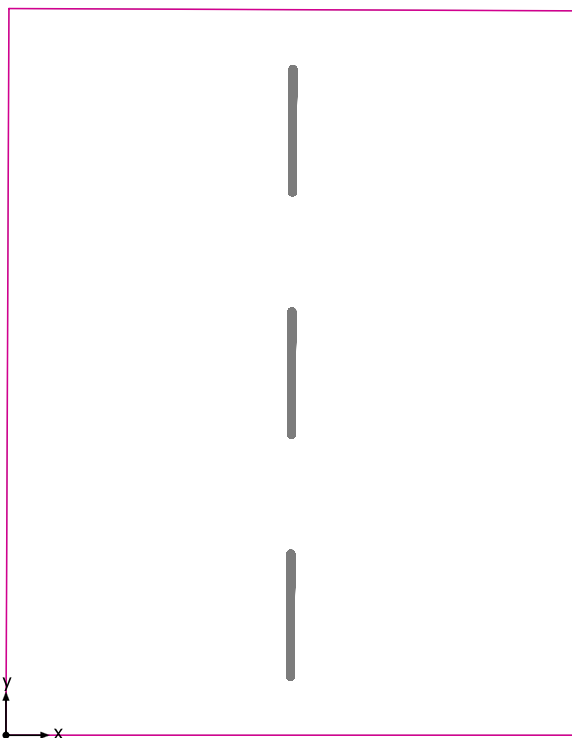
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 8

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
3	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 18000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 17997 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 8



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


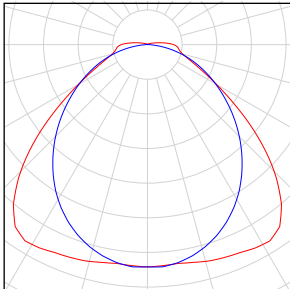
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	17997	144.0	125.0

Potencia específica de conexión: 2.61 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 55.21 m<sup>2</sup>)

Consumo: 400 kWh/a de un máximo de 1950 kWh/a

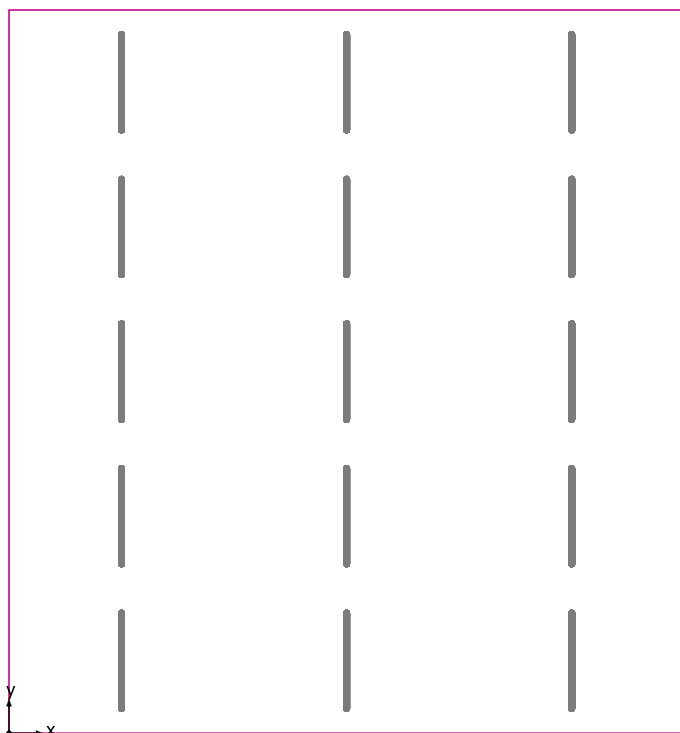
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 9

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
15	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 90000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 89985 lm, Potencia total: 720.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 9



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#	Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
15	Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias		89985	720.0	125.0


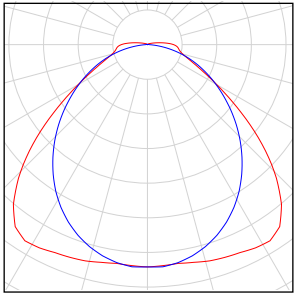
Potencia específica de conexión: 6.66 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 108.04 m<sup>2</sup>)

Consumo: 2000 kWh/a de un máximo de 3800 kWh/a

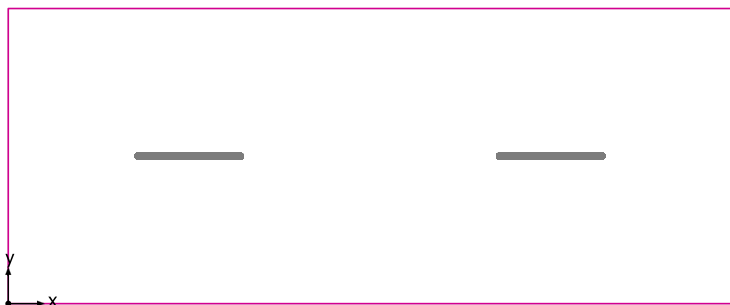
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



## Local 10

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
2	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 12000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 11998 lm, Potencia total: 96.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

**Local 10**

Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


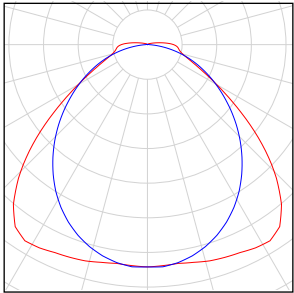
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	11998	96.0	125.0

Potencia específica de conexión: 2.33 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 41.16 m<sup>2</sup>)

Consumo: 260 kWh/a de un máximo de 1450 kWh/a

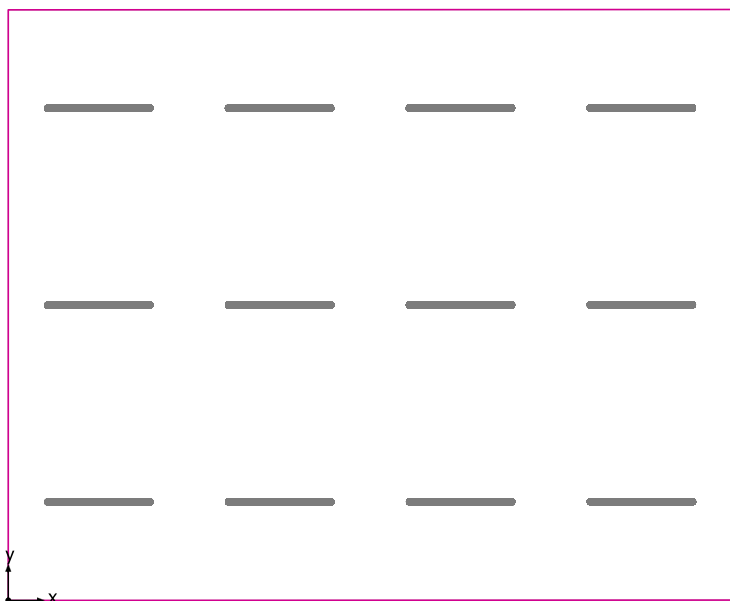
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 11

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
12	Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED60S/840/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98% Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W  Indicaciones colorimétricas 1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 72000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 71988 lm, Potencia total: 576.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 11



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80


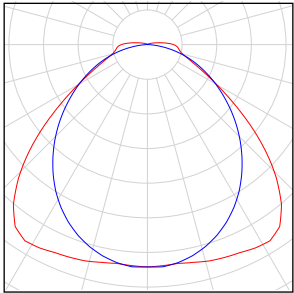
#	Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
12	Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
	Suma total de luminarias	71988	576.0	125.0

Potencia específica de conexión: 6.99 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 82.36 m<sup>2</sup>)

Consumo: 1600 kWh/a de un máximo de 2900 kWh/a

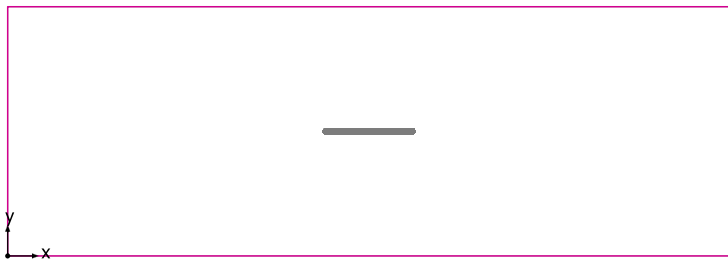
Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

## Local 12

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<p>Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840                      Emisión de luz 1                      Lámpara: 1xLED60S/840/-                      Grado de eficacia de funcionamiento: 99.98%                      Flujo luminoso de lámparas: 6000 lm                      Flujo luminoso de las luminarias: 5999 lm                      Potencia: 48.0 W                      Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas                      1xLED60S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 6000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5999 lm, Potencia total: 48.0 W, Rendimiento lumínico: 125.0 lm/W

## Local 12



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Philips - WT120C L1500 1xLED60S/840	5999	48.0	125.0
Suma total de luminarias	5999	48.0	125.0

Potencia específica de conexión: 0.99 W/m<sup>2</sup> (Superficie de planta de la estancia 48.69 m<sup>2</sup>)

Consumo: 130 kWh/a de un máximo de 1750 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.