



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Javier Moraga Gómez

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 25-October-2009



INDICE

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1	OBJETO DEL PROYECTO	03
1.1.2	DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	03
1.1.3	PREVISIÓN DE CARGAS	04
1.1.4	BIBLIOGRAFIA	07

1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1	CONCEPTOS LUMINOTECNICOS	08
1.2.2	LAMPARAS	10
1.2.3	APARATOS DE ALUMBRADO	13
1.2.4	NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS	14
1.2.5	ALUMBRADO INTERIOR – CALCULOS	15
1.2.6	ALUMBRADO INTERIOR – LAMPARAS Y LUMINARIAS ESCOGIDAS	16
1.2.7	ALUMBRADO INTERIOR – SOLUCION ADOPTADA	16
1.2.8	ALUMBRADO EXTERIOR	18
1.2.9	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	19
1.2.10	APARATOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	20

1.3 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

1.3.1	ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	23
1.3.2	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESCOGIDO	25

1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

1.4.1	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	26
1.4.2	TIPOS DE CONDUCTORES	28
1.4.3	CANALIZACIONES	30
1.4.4	NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS	31
1.4.5	IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES	32
1.4.6	CUADROS ELÉCTRICOS	32
1.4.7	SOLUCIÓN ADOPTADA	35

1.5 TIPOS DE RECEPTORES

1.5.1	MOTORES	39
1.5.2	RECEPTORES PARA ALUMBRADO	39
1.5.3	TOMAS DE CORRIENTE	39

1.6 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.6.1	PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	40
1.6.2	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	41
1.6.3	CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	42
1.6.4	TABLA DE RESULTADOS	45
1.6.5	CRITERIO APLICADO	48

1.7 PUESTAS A TIERRA

1.7.1	ELEMENTOS DE LA PUESTA A TIERRA	50
1.7.2	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA	51
1.7.3	SOLUCIÓN ADOPTADA	51



1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1	CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	51
1.8.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	51
1.8.3	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN	52
1.8.4	ACONDICIONAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	52
1.8.5	VENTILACION	53
1.8.6	CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CDT	54

1.9 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

1.9.1	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	55
--------------	--	-----------

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es especificar las condiciones de la instalación eléctrica de esta nave industrial dedicada a la fabricación de máquina herramienta a nivel industrial, y que dicha instalación cumpla con todo lo dispuesto en la normativa vigente.

La presente memoria tiene por objeto el estudio de la instalación en baja tensión necesaria para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que se proyectan instalar en dicha nave.

La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de alumbrado interior, exterior y de emergencia.
- Instalación de fuerzas y tomas de corriente.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan todas las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia del centro de transformación en caso necesario.

1.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La nave objeto del proyecto está situada en Paternáin, en la provincia de Navarra.

El solar se encuentra en el cruce entre las carreteras camino de Galar y carretera de Larraya. Los planos de la localización y emplazamiento se adjuntan en el documento Planos del presente proyecto.

La superficie útil de la nave es de 3200 m², distribuida en dos bloques diferentes. El primero lo constituyen el taller, un almacén de suministros, vestuario de hombres y vestuario de mujeres (ambos incluyen aseos), un primer módulo de oficinas y un hall con sala de espera. El segundo bloque se divide en dos plantas y consta de dos salas de reuniones, un aula de formación, dos aseos, dos despachos y un segundo módulo de oficinas donde se ubicará administración.

La nave industrial se distribuye de la siguiente manera:

PLANTA BAJA

Taller	1476,00 m ²
Almacén	236,20 m ²
Recepción	65,95 m ²
Sala de espera	24,00 m ²
Aseo 2	21,41 m ²
Aseo 3	15,01 m ²
Pasillo 2	50,59 m ²
Despacho 1	24,16 m ²
Despacho 2	24,16 m ²
Sala de reuniones	39,78 m ²
Oficina Técnica	273,42 m ²
Vestuario Hombres	35,23 m ²
Vestuario Mujeres	15,84 m ²
Aseo 1	9,21 m ²
Pasillo 1	19,10 m ²
Muelle de Carga	122,5 m ²
Oficina Producción	32,90 m ²

PLANTA PRIMERA

Sala de Juntas	29,04 m ²
Sala Multimedia	29,04 m ²
Aseo 4	5,80 m ²
Aseo 5	5,80 m ²
Despacho 3	19,32 m ²
Despacho 4	13,92 m ²
Despacho 5	13,92 m ²
Despacho 6	36,93 m ²
Despacho 7	36,93 m ²
Pasillo 3	42,57 m ²
Sala de reuniones	39,78 m ²
Administración	251,37 m ²

1.1.3 PREVISIÓN DE CARGAS**MAQUINARIA**

	(W)	(VAR)	(VA)	Cos φ	(V)	Tensión	(A)	k	(A)
Compresor	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,25	15,92
Fresadora	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,00	12,74
Taladro 1	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Taladro 2	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Esmeril 1	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00
Sierra 1	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79
Sierra 2	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79
Taladro 3	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Rectificadora	10000	6197	11765	0,85	400	0,6/1KV	16,98	1,25	21,23
Esmeril 2	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00
Torno 1	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,25	31,84
Torno 2	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,00	25,47
Puente Grúa 1	6500	4028	7647	0,85	400	0,6/1KV	11,04	1,25	13,80
Puente Grúa 2	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64
Puente Grúa 3	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64

La potencia total demandada por la maquinaria es de 125.117 W.

ILUMINACION

	EMERGENCIA (w)	INTERIOR (w)	EXTERIOR (w)
Taller	308	22.000	Zona 1 450
Almacén	55	4.000	Zona 2 500
			Zona 3 1000
			Zona 4 500
			Zona 5 1000
			Zona 6 250
Recepción	44	567	
Sala de espera	22	252	
Aseo 2	22	108	
Aseo 3	11	72	
Pasillo 2	33	504	
Despacho 1	22	252	
Despacho 2	22	252	
Sala de reuniones	22	378	
Oficina Técnica	165	3.528	
Sala de Juntas	22	252	
Sala Multimedia	22	252	
Aseo 4	11	36	
Aseo 5	11	36	
Despacho 3	11	169	
Despacho 4	11	126	
Despacho 5	11	126	
Despacho 6	22	378	
Despacho 7	22	378	
Pasillo 3	33	630	
Sala de reuniones	22	378	
Administración	143	2.016	
Vestuario Hombres	22	378	
Vestuario Mujeres	11	126	
Aseo 1	11	45	
Pasillo 1	11	189	
Muelle de carga	77	2.400	
Oficina Producción	22	378	
	1.221	72.189	6.300

La potencia total demandada por la iluminación es de **79.710 W**.

Las potencias representadas en esta tabla no reflejan los coeficientes que el reglamento establece para las lámparas de descarga para el posterior cálculo de secciones.

TOMAS DE CORRIENTE

	CUAD. AUX 1	CUAD. AUX 2	CUAD. AUX 3	CUAD. AUX 4
TOMAS 1F (OU)	-	-	-	1.750
TOMAS 1F (PC)	-	-	-	1.800
TOMA 1F 25A 2P+T	5.500	5.500	5.500	-
TOMA 3F 32A 4P+T	-	20.000	-	-

5.500	25.500	5.500	3.550
-------	--------	-------	-------

	CUAD. AUX 6	CUAD. AUX 7	CUAD. AUX 8	CUAD. AUX 9
TOMAS 1F (OU)	1.225	1.225	1.750	2.800
TOMAS 1F (PC)	15.000	8.400	2.400	3.600
TOMA 1F 25A 2P+T	-	-	-	-
TOMA 3F 32A 4P+T	-	-	-	-

16.225	9.625	4.150	6.400
--------	-------	-------	-------

76.450

La potencia de las tomas de corriente es de **76.450 W**.

La potencia total demandada en la nave es de 265.060 W .



1.1.4 BIBLIOGRAFIA

Para la realización del proyecto de han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** (Ministerio de Industria y Energía)
- **Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.**
(Ministerio de Ciencia y Tecnología)
- **Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y CDT.**
(Ministerio de Industria y Energía)
- **Reglamento sobre Acometidas Eléctricas.** (Ministerio de Industria y Energía)
- **Reglamento Prevención Riesgos Laborales**
- **Normas Tecnológicas de la edificación.**
- **Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas.**
(Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca)
- **Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales.**
(Ed. Paraninfo. Fernando Martínez Domínguez)
- **Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.**
- **Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica”.**
- **Protecciones en las instalaciones eléctricas.**
(Paulino Montané)

1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

Tendremos en cuenta los siguientes conceptos para la realización del proyecto:

INTENSIDAD LUMINOSA

Es la cantidad de luz emitida por una fuente uniforme en una determinada dirección, su símbolo es la letra I y la unidad de medida se expresa en candela (cd). La intensidad luminosa se puede definir también como la relación entre el flujo emitido en una determinada dirección y el ángulo sólido unitario.

ILUMINANCIA

Se denomina iluminancia (E) a la densidad del flujo luminoso incidente en una superficie. Cuando la unidad de flujo es el lumen y el área esta expresada en metros cuadrados, la unidad de iluminación es el lux (Lx).

ILUMINANCIA MEDIA

Corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.

LUMINANCIA

Es la relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. La unidad de la luminancia es (cd/m^2).

LUMINANCIA MEDIA

Es la luminancia promedio, expresada en cd/m^2 , medido en una zona comprendida entre 60 y 100 m frente a la posición del observador.

FLUJO RADIANTE

Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es (w).

FLUJO LUMINOSO

Magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso (Φ) es la relación de cómo fluye la luz respecto del tiempo. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm). Aunque el tiempo no se indica en la unidad de flujo luminoso, queda implícito en ella dicho concepto.

ENERGÍA RADIANTE

La energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad de la energía radiante es (Julio)

RENDIMIENTO LUMINOSO

No toda la energía eléctrica consumida por una lámpara se transforma en la luz visible, parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc. El rendimiento luminoso (η) de una fuente de luz es la relación entre el flujo total emitido por esa fuente y el suministro total de potencia de la fuente.

En el caso de una lámpara eléctrica, el rendimiento se expresa en lúmenes por watio (lm/w). Con este dato se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra.

TEMPERATURA DE COLOR

La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 $^{\circ}\text{K}$
- Blanco: 3500 $^{\circ}\text{K}$
- Blanco frío: 4200 $^{\circ}\text{K}$
- Luz día: 6500 $^{\circ}\text{K}$

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y, a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

Es la capacidad de una fuente de reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática R_a (índice de rendimiento de color. Se expresa con un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a = 100$, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática. La calidad de la reproducción cromática depende de la compensación espectral de la luz. Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

- $R_a < 50$: rendimiento bajo.
- $50 < R_a < 80$: rendimiento moderado.
- $80 < R_a < 90$: rendimiento bueno.
- $90 < R_a < 100$: rendimiento excelente.

INDICE DE DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo, producido por luz solar o artificial), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos o deslumbramiento indirecto).

El deslumbramiento directo de lámparas se elimina con la utilización de luminarias que redistribuyan el flujo de las mismas de forma idónea para la actividad a realizar.

El deslumbramiento debido a la luz natural se puede controlar mediante la distribución idónea de las mesas y utilización de sistemas de apantallamiento con regulación en ventanas y claraboyas.

El deslumbramiento reflejado, al estar influido por el color y el acabado de las superficies que aparecen en el campo de visión del observador, se controlará si las superficies del local y del mobiliario disponen de un acabado mate que evite los reflejos molestos.

1.2.2 LAMPARAS

A continuación se describen los tipos de lámparas más comunes, con el objetivo de establecer un criterio para la elección de las lámparas a utilizar en este proyecto

Las lámparas empleadas tanto en iluminación de interiores como en el de exteriores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado. Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...)

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial, a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

LAMPARAS INCANDESCENTES

La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que calentado al rojo, produce luz por efecto de la termorradiación.

- El índice de rendimiento de color es 100.
- La temperatura de color es de 2700°K.
- La duración media es de 1000 horas.
- El rendimiento luminoso es bajo (8-20 lm/w), porque gran parte de la energía se pierde en forma de calor.

El filamento se realiza generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón y nitrógeno. El empleo de del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

La ampolla tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel.

LAMPARAS HALOGENAS

Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear por reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo.

- Tienen una vida media de unas 2000 horas.
- Factor de conservación mas elevado (95%) debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones mas reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil (luz mas blanca). La temperatura de color varia, según los tipos, entre 2800 y 3200°K.
- Mejor reproducción cromática de los colores fríos del espectro (azules), aun cuando ambas tienen un índice de reproducción cromática de 100.
- Son lámparas compactas y de alta luminancia, que se adaptan de forma óptica a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

LAMPARAS FLUORESCENTES

Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión.

No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo (balasto) que limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

- Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, ésta aumenta en un 25 % y si fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50 %.
- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Según la temperatura de color pueden ser: cálidas ($< 3000 \text{ }^\circ\text{K}$), intermedias ($3300 - 5000 \text{ }^\circ\text{K}$) y frías ($>5000 \text{ }^\circ\text{K}$).

LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes

- Consumen tan sólo un 25 % de la energía de una lámpara incandescente.
- Tiene una duración 5 veces superior a una lámpara incandescente.
- Temperatura de color de $2700 \text{ }^\circ\text{K}$, muy próxima a la de la lámpara incandescente.
- Buen rendimiento de color (80).

LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN

El funcionamiento de este tipo de lámparas se produce de la siguiente forma: cuando se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado por este arco vaporiza el mercurio, que estaba en estado líquido, permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.

- El encendido no es instantáneo, precisan un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión.
- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior con respecto a las lámparas incandescentes, y varía entre $40-60 \text{ lm/W}$.
- Tienen una temperatura de color de $3800-4500^\circ\text{K}$.
- Rendimiento de color de $40-45$.
- Durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% el valor nominal.
- La vida media es del orden de las 25000 horas.

LAMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

Su constitución es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio.

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de $1,5$ a 5 KV , producidas por el correspondiente cebador.

- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 KV.
- La temperatura de color es de 6000°K.
- Elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/W).

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un auto transformador.
- El tiempo de encendido es de unos 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- La vida media es de 15000 horas.
- Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN

Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

- Tienen un rendimiento luminoso alto (120 lm/W).
- La tensión de encendido es de 1.5 a 5 kV, por lo que debe ser proporcionada por un arrancador que puede estar incluido en la lámpara, o bien, ser un elemento totalmente ajeno a la misma.
- El tiempo de encendido es corto (a los 4 minutos produce el 80 % del flujo nominal). El reencendido dura menos de un minuto.
- La vida útil es de 8000-12000 horas.
- La temperatura de color es de 2200°K (apariencia cálida).
- El índice de reproducción cromática es de 27.
- Se emplean en alumbrado público e industrial de naves altas.

1.2.3 APARATOS DE ALUMBRADO

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

ARMADURA

Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

REFLECTORES

Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz.

DIFUSORES

Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa.

FILTROS

En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

El coeficiente de utilización de las luminarias es el término que define el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor estará íntimamente relacionado con el índice del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

En un local grande existe poca absorción de la luz en las paredes, por lo tanto el rendimiento de la luminaria será bueno y el coeficiente de utilización será alto.

En un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad, mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor ó menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón. Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la depreciación del flujo luminoso de la luminaria a consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Para una limpieza anual de las luminarias se pueden tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.2.4 NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso tenemos las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Las iluminancias recomendadas según la actividad que va a ser desarrollada y el tipo del local se recogen en la siguiente tabla:

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes ...	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

1.2.5 ALUMBRADO INTERIOR – CALCULO

Seguiremos estas pautas a la hora de calcular el alumbrado interior:

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo que en este caso es de 0.85 m.
- Determinar el nivel de iluminancia media. Para cada estancia elegiremos un valor determinado de iluminancia, los cuales se han mencionado anteriormente.
- Escoger el tipo de lámpara más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Entonces:

- 1.**Altura.** Para las oficinas, salas y despachos colocaremos las luminarias lo mas altas posibles. Para espacios de trabajo como lo es el taller utilizaremos la siguiente aproximación:

$$h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$$

d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias
h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias
h': altura del local

- 2.**Factores de mantenimiento** de las luminarias según los valores anteriores.

- 3.**Factor de reflexión** tanto del techo, como de las paredes y del suelo.

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

- 4.**Índice del local K.** Se determina en función de la geometría de cada estancia.

$$k = \frac{\text{longitud} \cdot \text{anchura}}{(\text{longitud} + \text{anchura}) \cdot \text{altura}}$$

- 5.**Factores de utilización**, a partir de los factores de reflexión y el índice del local.

- 6.Determinar el número de **lúmenes totales** necesarios. El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación recomendado que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones de éste y dividiéndolo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{E_m \cdot (\text{longitud} \cdot \text{anchura})}{Cu \cdot Cm}$$

7. Determinar el **número de lámparas necesarias** para obtener el nivel de iluminación requerido. El número de lámparas necesarias es el resultado que sale de dividir el número de lúmenes totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de lámparas que hemos escogido.

$$N^{\circ}_{\text{lámparas}} = \frac{N^{\circ}_{\text{lúmenes}}}{\Phi}$$

8. Determinar la **distribución de las luminarias** a lo largo del local a iluminar. La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio, tipo de luminaria, emplazamiento de las salidas de conductores existentes con antelación, etc.

1.2.6 ALUMBRADO INTERIOR – LAMPARAS Y LUMINARIAS ESCOGIDAS

Las características de las luminarias y lámparas utilizadas en el presente proyecto, se pueden consultar en los catálogos de los distintos fabricantes.

CLASE	MODELO DE LAMPARA
A	Philips - HPI PLUS (400 W).
B	Philips - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W).
D	Philips - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W).
E	Legrand - B65 615 64 (11W).
F	Philips - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).
G	Legrand - G5 617 34 (11W).

CLASE	MODELO DE LUMINARIA
A	Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU IC IP65
B	Philips TBS260 4xTL5-14W/840 HFD C6 PI
D	Philips FBS290 1xPL-T/2P9W/827 IC C WH
E	Legrand G5 061721 Combinada de 120 lúmenes
F	Philips MVP506 HPI-TP250W K 230V A GR ST
G	Legrand G5 061736 Combinada de 350 lúmenes

1.2.7 ALUMBRADO INTERIOR – SOLUCION ADOPTADA

El desarrollo matemático efectuado para cada una de las estancias se recoge en el apartado de “cálculos”. A continuación se detallan el número de lámparas y luminarias escogidas para cada zona del interior de la nave, teniendo en cuenta las actividades que se han de desarrollar en cada una de ellas. Para las distintas zonas de la nave se ha escogido el alumbrado general directo. El número de lámparas y luminarias que se detallan a continuación son el resultado del desarrollo que se detalla en “cálculos”. Los datos más relevantes de la siguiente tabla son “Tipo” y “N Final” donde se describen que tipo de lámpara y luminaria y la cantidad final.

ALUMBRADO INTERIOR

CUADRO AUXILIAR 4

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Recepción	B	65,95	350	0,7	0,8	41218,8	4800	8,59	9
Sala de espera	B	24,00	350	0,7	0,8	15000,0	4800	3,13	4
Aseo 2	D	21,41	200	0,8	0,8	6690,6	600	11,15	12
Aseo 3	D	15,01	200	0,8	0,8	4690,6	600	7,82	8
Pasillo 2	B	50,59	350	0,7	0,8	31618,8	4800	6,59	8
Despacho 1	B	24,16	350	0,7	0,8	15100,0	4800	3,15	4
Despacho 2	B	24,16	350	0,7	0,8	15100,0	4800	3,15	4

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Taller	A	1476,00	600	0,7	0,8	1581428,6	32500	48,66	55
Almacén	A	236,16	600	0,7	0,8	253028,6	32500	7,79	10

CUADRO AUXILIAR 6

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 1	B	39,78	350	0,7	0,8	24862,5	4800	5,18	6
Oficina Técnica	B	273,42	550	0,7	0,8	268537,5	4800	55,95	56

CUADRO AUXILIAR 7

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 2	B	39,78	350	0,7	0,8	24862,5	4800	5,18	6
Administración	B	245,20	350	0,7	0,8	153250,0	4800	31,93	32

CUADRO AUXILIAR 8

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Vestuario Hombres	B	35,23	350	0,7	0,8	22018,8	4800	4,59	6
Vestuario Mujeres	B	12,70	350	0,7	0,8	7937,5	4800	1,65	2
Vestuario Mujeres	D	3,13	200	0,8	0,8	978,1	600	1,63	2
Aseo 1	D	9,21	200	0,8	0,8	2878,1	600	4,80	5
Pasillo 1	B	19,10	350	0,7	0,8	11937,5	4800	2,49	3
Muelle de carga	A	122,37	600	0,7	0,8	131110,7	32500	4,03	6
Oficina Producción	B	32,90	350	0,7	0,8	20562,5	4800	4,28	6

CUADRO AUXILIAR 9

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de Juntas	B	29,04	350	0,7	0,8	18150,0	4800	3,78	4
Sala Multimedia	B	29,04	350	0,7	0,8	18150,0	4800	3,78	4
Aseo 4	D	5,80	200	0,8	0,8	1812,5	600	3,02	4
Aseo 5	D	5,80	200	0,8	0,8	1812,5	600	3,02	4
Despacho 3	B	19,32	350	0,7	0,8	12075,0	4800	2,52	3
Despacho 4	B	13,92	350	0,7	0,8	8700,0	4800	1,81	2
Despacho 5	B	13,92	350	0,7	0,8	8700,0	4800	1,81	2
Despacho 6	B	36,93	350	0,7	0,8	23081,3	4800	4,81	6
Despacho 7	B	36,93	350	0,7	0,8	23081,3	4800	4,81	6
Pasillo 3	B	72,21	350	0,7	0,8	45131,3	4800	9,40	10

1.2.8 ALUMBRADO EXTERIOR

Además del cálculo de número de lámparas necesarias para el alumbrado exterior, también se debe de calcular el ángulo que ha de tener el proyector, a través de la siguiente fórmula.

$$h = \frac{d}{\tan \alpha}$$

h = Altura a la que se coloca la luminaria (metros).

d = Distancia que se quiere iluminar (metros).

α = Angulo del proyector (grados).

El desarrollo matemático efectuado para cada una de las estancias se recoge en el apartado de “cálculos”. A continuación se detallan el número de lámparas y luminarias escogidas para cada zona del exterior de la nave. El número de lámparas y luminarias que se detallan a continuación son el resultado del desarrollo que se detalla en “cálculos”. Los datos más relevantes de la siguiente tabla son “Tipo” y “N Final” donde se describen que tipo de lámpara y luminaria y la cantidad final.

ALUMBRADO EXTERIOR

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Zona 1	F	80,00	150	1	0,8	15000,0	20500	0,73	1
Zona 2	F	100,00	150	1	0,8	18750,0	20500	0,91	2
Zona 3	F	320,00	150	1	0,8	60000,0	20500	2,93	4
Zona 4	F	140,00	150	1	0,8	26250,0	20500	1,28	2
Zona 5	F	232,00	150	1	0,8	43500,0	20500	2,12	4
Zona 6	F	32,28	150	1	0,8	6052,5	20500	0,30	1

1.2.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

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

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse al fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Por lo tanto, se colocarán sobre las puertas que conduzcan a las salidas, en escaleras, pasillos y vestíbulos.

NIVELES DE ILUMINACION DE EMERGENCIA REQUERIDOS

Según la ITC-BT 28 del reglamento electrotécnico para baja tensión:

El alumbrado de Emergencia proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de los pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.

La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan una utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado, así como en los centros de trabajo

Para calcular el nivel de iluminación, se considerará nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

CRITERIO DE UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximas a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximas a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas todos los cambios de dirección.
- Próximas a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximas a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Próximas a los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

1.2.10 APARATOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Como tipo de luminarias de emergencia y señalización, estas se pueden clasificar en función de la fuente utilizada como:

LUMINARIAS AUTÓNOMAS

Si la fuente de energía se encuentra en la propia luminaria o separada de ésta a 1 metro como máximo. Se instalan directamente sin necesidad de buscar ubicación para un equipo de alimentación central. No requiere hacer equipos centralizados a medida, sino que se van colocando aparatos autónomos según las necesidades del local. La seguridad está distribuida; si se produce una ruptura de los cables de acceso a una sala, los aparatos autónomos alumbrarán mientras que los centralizados no lo harán. Si se produce un fallo en el equipo centralizado, un área se queda sin luz. En el caso de bloques autónomos no ocurre así.

LUMINARIAS CENTRALIZADAS

Si la fuente de energía no está incorporada a la luminaria y está situada de ésta a más de 1 metro. Resultan más económicos para grandes superficies.

Se puede llevar un mantenimiento más ágil y barato. Los equipos centralizados son más prácticos y funcionales a la hora de realizar test y recambios de las baterías.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

ALUMBRADO DE EMERGENCIA NO PERMANENTE

Luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están en funcionamiento sólo cuando falla la alimentación del alumbrado normal. Es el tipo más sencillo. Sólo iluminan en ausencia de red o descenso de ésta por debajo de un 70% de su valor nominal. Tienen la posibilidad de incorporar lámparas de señalización incandescentes que permanecen encendidas en presencia de red; no así en caso de fallo de red.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA PERMANENTE

Luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están alimentadas en cualquier instante, ya se requiera el alumbrado normal o de emergencia. La lámpara de emergencia permanece encendida siempre que se requiere, por lo que se sabe en todo momento si su funcionamiento es correcto. Puesto que la lámpara de emergencia siempre está encendida, al existir un fallo de red, el aparato aporta todo su flujo luminoso sin reducciones debidas al calentamiento de la lámpara, en particular si es fluorescente. Es útil siempre que se trate de lugares donde se desea asegurar una iluminación sin interrupciones (garajes, pasillos, ascensores, etc.). Requieren cambios de lámparas cada cierto tiempo, según sea la vida de la lámpara.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA COMBINADO

Luminaria de alumbrado de emergencia que contiene dos o más lámparas de las que una al menos está alimentada a partir de la alimentación de alumbrado de emergencia y las otras a partir de la alimentación del alumbrado normal. Puede ser permanente o no permanente. Se puede encender y apagar una lámpara a voluntad como si de una luminaria normal se tratara, mientras que la otra lámpara entrará en funcionamiento si la tensión baja por debajo del 70% del valor nominal.

Hay otro tipo de alumbrados de emergencia combinados en los que la lámpara en presencia de red está permanentemente encendida (no se puede encender y apagar a voluntad). El agotamiento del tubo que se enciende en situación de presencia de red no pone en peligro el encendido de la emergencia. Muy útil en señalizaciones o iluminaciones que se desea poder apagar para evitar consumos innecesarios.



Dada las características de cada estancia de la nave industrial objeto de este proyecto y atendiendo a la comparativa anterior, se utilizarán luminarias de emergencia autónomas con alumbrados no permanentes.

En concreto, se utilizaran luminarias de la marca Legrand. Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catalogo del fabricante.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local en la que se vayan a instalar, así en la zona de oficinas, tanto en la planta baja como en la primera, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,50 metros. En los locales con grandes alturas como es el caso del taller, las lámparas se colocarán a una altura superior a las anteriores ya que tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de 3,50 metros.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia que se van a colocar en las distintas estancias de la nave industrial, así como la marca y el modelo escogido:

ALUMBRADO DE EMERGENCIA
CUADRO AUXILIAR 4

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Recepción	E	65,95	5	1,0	0,8	412,19	120	3,43	4
Sala de espera	E	24,00	5	1,0	0,8	150,00	120	1,25	2
Aseo 2	E	21,41	5	1,0	0,8	133,81	120	1,12	2
Aseo 3	E	15,01	5	1,0	0,8	93,81	120	0,78	1
Pasillo 2	E	50,59	5	1,0	0,8	316,19	120	2,63	3
Despacho 1	E	24,16	5	1,0	0,8	151,00	120	1,26	2
Despacho 2	E	24,16	5	1,0	0,8	151,00	120	1,26	2

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Taller	G	1476,00	5	1,0	0,8	9225,00	350	26,36	28
Almacén	G	236,20	5	1,0	0,8	1476,25	350	4,22	5

CUADRO AUXILIAR 6

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 1	E	39,78	5	1,0	0,8	248,63	120	2,07	2
Oficina Técnica	E	273,42	5	1,0	0,8	1708,88	120	14,24	15

CUADRO AUXILIAR 7

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 2	E	39,78	5	1,0	0,8	248,63	120	2,07	2
Administración	E	245,20	5	1,0	0,8	1532,50	120	12,77	13

CUADRO AUXILIAR 8

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Vestuario Hombres	E	35,23	5	1,0	0,8	220,19	120	1,83	2
Vestuario Mujeres	E	15,84	5	1,0	0,8	99,00	120	0,83	1
Aseo 1	E	9,21	5	1,0	0,8	57,56	120	0,48	1
Pasillo 1	E	19,10	5	1,0	0,8	119,38	120	0,99	1
Muelle de carga	E	122,37	5	1,0	0,8	764,81	120	6,37	7
Oficina Producción	E	32,90	5	1,0	0,8	205,63	120	1,71	2

CUADRO AUXILIAR 9

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de Juntas	E	29,04	5	1,0	0,8	181,50	120	1,51	2
Sala Multimedia	E	29,04	5	1,0	0,8	181,50	120	1,51	2
Aseo 4	E	5,80	5	1,0	0,8	36,25	120	0,30	1
Aseo 5	E	5,80	5	1,0	0,8	36,25	120	0,30	1
Despacho 3	E	19,32	5	1,0	0,8	120,75	120	1,01	1
Despacho 4	E	13,92	5	1,0	0,8	87,00	120	0,73	1
Despacho 5	E	13,92	5	1,0	0,8	87,00	120	0,73	1
Despacho 6	E	36,93	5	1,0	0,8	230,81	120	1,92	2
Despacho 7	E	36,93	5	1,0	0,8	230,81	120	1,92	2
Pasillo 3	E	42,57	5	1,0	0,8	266,06	120	2,22	3

1.3 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobre intensidades, así como de las especificaciones de la apartamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación

1.3.1 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION

ESQUEMA TT

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

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. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobreintensidades, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En caso de fallo del aislamiento de un receptor, la corriente de fallo circula por el circuito llamado bucle de fallo, constituido por la impedancia del fallo en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra; el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$U = RA \cdot Ia$$

Donde:

- RA = suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U = tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

ESQUEMA TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento. Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \cdot I_a < U_0$$

Donde:

- Z_s = impedancia del bucle de detecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.
- I_a = corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U_0 . En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, I_a es la corriente diferencial asignada.
- U_0 = tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

U_0 (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Existen tres tipos diferentes de esquemas TN que se distinguen según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: Conductor neutro y de protección son distintos en todo el esquema.
- Esquema TN-C: Funciones de neutro y protección combinadas en un solo conductor.
- Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

ESQUEMA IT

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia Z elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. Las masas de la instalación están interconectadas y conectadas a tierra. En caso de fallo del aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia Z).

En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente.



Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobre intensidades.

1.3.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESCOGIDO

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las maquinas de la nave industrial, es el esquema TT. Aunque la solución más segura sea elegir el esquema IT, debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación nos hace desechar esta opción. Por otro lado el esquema TN al ser tan parecido al esquema TT, y este último ser el más utilizado en este tipo de instalaciones, ha sido el motivo que nos ha decantado para elegir este esquema de distribución. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconseja su empleo en este tipo de instalaciones

1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

La conducción eléctrica se va realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. La instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara corriente alterna trifásica 400/230 V.

Se han de calcular los conductores utilizados para alimentar las distintas maquinas y alumbrado de la nave , de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.1 SECCIÓN DEL CONDUCTOR

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que a de tener el conductor a lo largo de toda la instalación. Esta sección tiene que cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

CALENTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, más oposición tiene sobre el paso de la electricidad.

Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por él circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más intensa es la corriente, mayor será el calentamiento y por lo tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.

Cuando, al mismo tiempo, la suma de las pérdidas térmicas producidas es igual a las pérdidas disipadas en el medio ambiental, se establece un estado de equilibrio y la temperatura del núcleo toma un valor constante. Éste no debe sobrepasar un valor fijado por la resistencia del aislante escogido y, eventualmente, por la resistencia de los otros materiales constitutivos, para asegurar al cable un tiempo útil de vida normal. Según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0.24 \cdot I^2 \cdot R$$

Lo que sucede es que el calentamiento aumenta en relación con el cuadrado del cambio de corriente. Por consiguiente, si se aumenta la corriente al doble, el calentamiento será 4 veces mayor. Cuando circula mayor corriente por un conductor, no solamente se calentará el conductor, habrá también un aumento en su resistencia, como consecuencia, habrá un aumento adicional de temperatura. Se demuestra por tanto que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura)

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n}\right)^2 \cdot \Delta T_n$$

Donde:

- ΔT = *incremento admisible de la temperatura*
- ΔT_n = *incremento de la temperatura en condiciones normales*
- I_n = *intensidad nominal en condiciones normales*
- I = *intensidad admisible*

El calor producido tanto por el medio ambiente, como en los conductores por el efecto joule, como en la cubierta aislante, atraviesa las capas del cable por conducción y luego se evacua en el medio exterior. Si la corriente que atraviesa el conductor aumenta, con el correspondiente aumento de la temperatura, llegara un punto en el que el calor producido no pueda evacuarse, por lo que la temperatura seguirá aumentando. Si esta temperatura es elevada existirá peligro de que los materiales aislantes se deterioren, incluso se lleguen a quemar, pudiéndose llegar a producir cortocircuitos, incluso incendios.

Se denomina intensidad máxima admisible en régimen permanente de un conductor, al valor de la intensidad que provoca, para un entorno determinado, el recalentamiento del núcleo de los conductores al valor máximo permitido.

Estas intensidades máximas permitidas vienen recogidas en ITC-BT 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En ella se muestran las intensidades máximas admisibles de los conductores, en función de la sección, tipo de instalación, número de conductores y naturaleza del aislamiento.

CAÍDA DE TENSIÓN

En las líneas recorridas por corrientes alternas, los conductores ofrecen una resistencia R al paso de la corriente produciéndose una caída de tensión de la misma manera que ocurre en corriente continua. Pero aparte de esto se producen otros fenómenos complejos, debidos a los efectos de la autoinducción, inducción mutua y capacidad de los conductores.

- **Efecto Kelvin**
Un primer efecto de inducción es el efecto Kelvin o efecto pelicular, debido al cual, en un conductor la corriente circula más fácilmente por las superficies más próximas a la periferia, repartiéndose desigualmente a través de la sección del conductor, dando lugar a que la densidad de corriente en el mismo no sea constante. El efecto es el mismo que si la sección fuese más pequeña cuando el conductor está recorrido por corriente alterna y, debido a esto, la resistencia real u óhmica de dicho conductor es mayor en corriente alterna que en corriente continua, y el aumento es tanto más grande cuando más elevada sea la frecuencia de aquella y mayor la sección del conductor. Este efecto es prácticamente despreciable para las frecuencias industriales, en conductores de diámetro inferior a 15 mm y que estén construidos por un material no magnético como Cu y Al.
- **Reactancia Inductiva**
Un segundo efecto de la inducción es la de originar en cada conductor una dificultad al paso de la corriente debido a las variaciones del campo magnético de la misma, llamada reactancia de autoinducción (función del diámetro del conductor), y otra dificultad añadida a la anterior debido a las variaciones de las corrientes que circulan por los otros conductores que forman la línea llamada reactancia de inducción mutua (función de la distancias entre conductores). Estos dos fenómenos de inducción se presentan simultáneamente dando lugar a una reactancia de servicio XL.
- **Efecto Capacitivo**
Por último tenemos el efecto capacitivo. Los conductores de una línea, aislados entre sí y aislados de tierra, son desde el punto de vista eléctrico, equivalentes a las armaduras de un condensador y, cuando están a potenciales distintos, toman una carga eléctrica dependiente de los valores de dichos potenciales entre sí y respecto de tierra. En una línea de corriente alterna como estos potenciales varían constantemente, se origina una corriente transversal que se suma a la corriente de la línea y que es perjudicial. La magnitud de este efecto es significativa para líneas aéreas de gran longitud y las subterráneas por la proximidad de los conductores.

Para el cálculo de las secciones en B.T. sólo se considera el efecto resistivo, pues los otros efectos, aunque muy importantes en A.T. y líneas largas, no lo son tanto en B.T. y líneas de corta longitud.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5 % para la fuerza.

1.4.2 TIPOS DE CONDUCTORES

Un conductor eléctrico es un cuerpo capaz de conducir o transmitir electricidad.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo. Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

PARTES QUE COMPONEN UN CONDUCTOR ELÉCTRICO

- Alma o elemento conductor

Se fabrica en cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos. Así tenemos:

Alambre

Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.

Cable

Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

- Aislamiento

El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el polietileno reticulado o XLPE, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

- Cubiertas protectoras

El objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad del aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC-BT 19.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Estos conductores sirven para unir las masas de la instalación, es decir, conductores que en condiciones normales no están bajo tensión, con la puesta a tierra.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Sección fases (mm ²)	Sección mínima protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Se respetará siempre un mínimo de 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no la tienen.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

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 o conductores polares.

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, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

CONDUCTOR NEUTRO

Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT-07. A cada sección de fase y tipo de conductor (aluminio o cobre) le corresponde una sección de neutro.

En el resto de la instalación, parte de interior, se seguirá lo establecido en la ITC-BT-19.

1.4.3 CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

- **Canalizaciones fijas:**
Son aquéllas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.
- **Canalizaciones semifijas:**
El desplazamiento de los equipos se efectuará después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.
- **Canalizaciones semimóviles:**
Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o máquinas de oficina.
- **Canalizaciones móviles:**
Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de máquinas de extracción en minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

En el presente proyecto se ha de utilizar la canalización fija. Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

TUBOS PROTECTORES

En el mercado actual existen muchas clases de tubos. Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindado con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como del tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT-21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

CANALIZACIÓN BAJO TUBOS PROTECTORES

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales 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 admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.

1.4.4 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.5 IDENTIFICACIÓN DE 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. Al conductor de protección se la identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

1.4.6 CUADROS ELECTRICOS

INTERCONEXION DE LAS DISTINTAS PARTES DE LA INSTALACIÓN

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma sólo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria en la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluyese:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.

UBICACIÓN DE LOS CUADROS

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso el público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocarán junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente.

Los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (como salas de público), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego, preferentemente en vestíbulos y pasillos, nunca en el interior de consultas.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

COMPOSICIÓN DE LOS CUADROS

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constarán como mínimo de los siguientes elementos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor será independiente, si existe, del interruptor de control de potencia. Este interruptor servirá de protección general con los situados aguas abajo, con los que deberá estar coordinado para que exista la correspondiente selectividad. Este interruptor deberá llevar asociada una protección diferencial, destinada a la protección contra contactos indirectos.

Con esta protección en el origen de la instalación se consigue proteger mediante diferenciales toda la instalación y al mismo tiempo conseguir una elevada continuidad de servicio, pues permite actuar ante un fallo fase-masa en los niveles superiores de distribución, o como protección de los usuarios si alguno de los diferenciales ubicados aguas abajo (en los cuadros secundarios, por ejemplo) quedara fuera de servicio de forma accidental o intencionada.

Este diferencial en el origen de la instalación, se encontrará en serie con diferenciales instalados en niveles de distribución más bajos por lo que deberá establecerse la adecuada selectividad y con retardo de tiempo.

- Las líneas que partiendo de estos cuadros alimenten otros cuadros secundarios deberán disponer de dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobre tensiones.

Además, para cuadros secundarios también se cuidaran los siguientes puntos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permite su accionamiento y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, y selectivos respecto la protección diferencial colocada en el cuadro general de distribución o cuadro general de emergencia.
- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los diferentes circuitos.
- Dispositivos de protección contra sobre tensiones.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS DE DISTRIBUCIÓN, DIMENSIONES Y ETIQUETADO

Las dimensiones del cuadro que se elija para la ubicación de toda la apartamentación necesaria para la protección, control y maniobra de los circuitos que partirán de él, así como del nivel de segregación que se pretenda aplicar, debe ser al menos un 30% superior a las dimensiones obtenidas en su cálculo, posibilitando de esta forma posibles ampliaciones en la instalación.

La elección de los cuadros debe realizarse de modo que se permita la sustitución de cualquiera de sus componentes en el mínimo tiempo posible, evitando siempre la necesidad de desmontar otros no implicados en la sustitución.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectarán los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se pueden introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas mediante etiquetas donde vendrá indicado, de manera clara, indeleble y permanente, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Para la distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).
- En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas...) se optará por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y contra contactos indirectos
- Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

Por último cabe señalar, que con objeto de mantener el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que formen parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares, alcanzando con ello el máximo equilibrio de cargas posible en la instalación.

1.4.7 SOLUCIÓN ADOPTADA

CONDUCTORES

Según las características de los elementos a alimentar, así como su ubicación etc. Se han de utilizar distintos tipos de conductores. El material del conductor será en todos casos de cobre.

La canalización de la acometida se hará enterrada a una profundidad de 0,7 metros.

Los conductores tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 3 % para el alumbrado y del 5 % para la fuerza., siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento “cálculos” del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

CANALIZACIONES

La canalización de las líneas generales de la nave se realizara a través de bandeja porta cables de malla de acero galvanizado. Las líneas partirán desde el cuadro general de distribución en el interior de tubos metálicos hasta llegar a la altura de la bandeja, que estará a 6 metros del suelo, y a partir de aquí las líneas se llevarán a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave a través de la bandeja. Cuando las líneas lleguen a la donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante tubos metálicos.

La canalización de las líneas que alimentan la maquinaria, se realizara partiendo desde el cuadro secundario correspondiente, subiendo los conductores en el interior de tubos metálicos grapados contra la pared hasta la altura de la bandeja, y se llevaran colgados en el interior de los tubos, hasta llegar a la altura de cada maquina, que será cuando se vuelva a bajar los conductores.

La canalización de las dos plantas de la zona de las oficinas, se realizara a través de tubos de PVC que ira a través de falso techo.

El lugar exacto por donde se han de colocar todas las líneas que van sobre la bandeja, así como en el interior de tubos protectores, vienen representados en el documento PLANOS del presente proyecto.

CONDUCCIONES DE LAS LINEAS

A continuación se detallan las distintas líneas que partirán de los cuadros secundarios para alimentar los distintos receptores

CUADRO AUXILIAR 1

	Línea	Longitud (m)	Sección
COMPRESOR	L1 - MQ1	2,3	1,5
FRESADORA	L1 - MQ2	12,3	1,5
TALADRO 1	L1 - MQ3	12,3	1,5
TALADRO 2	L1 - MQ4	13,8	1,5
ESMERIL 1	L1 - MQ5	12,2	1,5
TOMA 1F 25 A	L1 - 25A	12,0	2,5

CUADRO AUXILIAR 1	L1	30,0	16
--------------------------	-----------	-------------	-----------

CUADRO AUXILIAR 2

	Línea	Longitud (m)	Sección
SIERRA 1	L2 - MQ1	11,2	1,5
SIERRA 2	L2 - MQ2	12,8	1,5
TALADRO 3	L2 - MQ3	14,2	1,5
RECTIFICADORA	L2 - MQ4	13,2	2,5
ESMERIL 2	L2 - MQ5	10,8	1,5
TOMA 1F 25 A	L2 - 25A	12,0	2,5
TOMA 3F 32 A	L2 - 32A	10,0	4

CUADRO AUXILIAR 2	L2	48,0	25
--------------------------	-----------	-------------	-----------

CUADRO AUXILIAR 3

	Línea	Longitud (m)	Sección
TORNO 1	L3 - MQ1	9,1	4
TORNO 2	L3 - MQ2	13,6	4
TOMA 1F 25 A	L3 - 25A	12,0	2,5

CUADRO AUXILIAR 3	L3	70,0	25
--------------------------	-----------	-------------	-----------

CUADRO AUXILIAR 4

	Línea	Longitud (m)	Sección
PUENTE GRUA 1	L4 - MQ1	46,0	2,5
PUENTE GRUA 2	L4 - MQ2	26,6	1,5
PUENTE GRUA 3	L4 - MQ3	39,5	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - A	20,7	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - B	19,5	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L4 - X	20,7	1,5
TOMA PC	L4 - PC1	18,0	1,5
TOMA OU	L4 - OU1	22,0	1,5

CUADRO AUXILIAR 4	L4	57,0	16
--------------------------	-----------	-------------	-----------

CUADRO AUXILIAR 5

	Línea	Longitud (m)	Sección
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - A	47,1	2,5
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - B	31,9	2,5
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - C	32,8	2,5
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - D	42,9	2,5
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - E	55,2	2,5
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - F	57,1	1,5
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - G	48,3	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - X	48,3	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - Y	50,8	1,5
CUADRO AUXILIAR 5	L5	49,0	16

CUADRO AUXILIAR 6

	Línea	Longitud (m)	Sección
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - A	31,7	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - B	27,5	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - C	24,8	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - D	24,6	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L6 - X	31,2	1,5
TOMA PC	L6 - PC1	30,0	2,5
TOMA PC	L6 - PC2	23,0	2,5
TOMA PC	L6 - PC3	16,0	1,5
TOMA PC	L6 - PC4	12,0	1,5
TOMA PC	L6 - PC5	9,0	1,5
TOMA OU	L6 - OU1	27,0	1,5
CUADRO AUXILIAR 6	L6	20,0	25

CUADRO AUXILIAR 7

	Línea	Longitud (m)	Sección
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - A	26,4	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - B	20,7	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L7 - X	27,7	1,5
TOMA PC	L7 - PC1	24,0	2,5
TOMA PC	L7 - PC2	19,0	1,5
TOMA PC	L7 - PC3	13,0	1,5
TOMA OU	L7 - OU1	25,0	1,5
CUADRO AUXILIAR 7	L7	25,0	16

CUADRO AUXILIAR 8

	Línea	Longitud (m)	Sección
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - A	19,4	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - B	14,0	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L8 - X	22,3	1,5
TOMA PC	L8 - PC1	6,0	2,5
TOMA OU	L8 - OU1	9,0	1,5
CUADRO AUXILIAR 8	L8	79,0	6

CUADRO AUXILIAR 9

	Línea	Longitud (m)	Sección
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - A	20,8	1,5
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - B	22,9	1,5
ALUMBRADO EMERGENCIA	L9 - X	18,2	1,5
TOMA PC	L9 - PC1	19,0	2,5
TOMA OU	L9 - OU1	22,0	1,5
CUADRO AUXILIAR 9	L9	62,0	10

1.5 TIPOS DE RECEPTORES

Los aparatos receptores deberán adecuarse a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

1.5.1 MOTORES

Con objeto de que no se produzca ningún calentamiento excesivo en los conductores que alimentan los motores, la ITC-BT-47 del REBT señala lo siguiente:

UN SOLO MOTOR

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

VARIOS MOTORES

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.5.2 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

Según la ITC-BT 44 del REBT, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltio amperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de los receptores.
- El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90

1.5.3 TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 10 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4p + T).

Las tomas irán fijadas a las paredes a una altura de 20 cm. en la zona de las oficinas, y en el taller, para aquellas tomas destinadas a uso general, mientras que en el caso las tomas destinadas a máquina herramienta del taller irán a una altura de 50 cm. agrupadas en una caja especial para su protección.

1.6 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del REBT debemos considerar las siguientes protecciones:

PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN
- Contra contactos directos.	- Contra sobrecargas.
- Contra contactos indirectos.	- Contra cortocircuitos.

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magneto térmicos.

1.6.1 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija estos valores en:

- Locales o emplazamientos húmedos 24V.
- En los demás casos 50V.

La circulación de la corriente por las personas, se puede producir de dos formas posibles:

Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.

Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos. Con ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- Clase A
Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- Clase B
Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

1.6.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La finalidad de los elementos de protección de una instalación es la de separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitar las sobreintensidades y las sobretensiones.

Hablamos de selectividad en los elementos protectores cuando colocamos en serie y de forma coordinada dispositivos de corte automático, de forma que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él.

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión. Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura,

Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte el aislamiento, las conexiones o los terminales.

Según la ITC-BT 22 del REBT, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte

PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre sí o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases.

Las principales características de los cortocircuitos son:

- Duración: auto extingible, transitorio, permanente.
- Origen: originados por factores mecánicos, sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Localización: dentro o fuera de una máquina o un tablero eléctrico.

El REBT admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- 1.- Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale un otro dispositivo con poder de ruptura necesario.
- 2.- El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

1.6.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Una vez conocidas las secciones de los conductores necesitamos dimensionar los elementos de corte y protección. Para su cálculo necesitamos conocer valores como el poder de corte, calibre y tipo de curva.

Para llegar a estos valores, necesitamos primero conocer las corrientes de cortocircuito.

Los puntos en donde se calcularán las corrientes de cortocircuito serán en las entradas a los cuadros tanto el general como los auxiliares, ya que son en estos puntos donde se colocaran las protecciones.

El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magneto-térmicas, serán los que se utilizarán para las protecciones diferenciales.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

Los cálculos que se han de realizar para calcular las corrientes de cortocircuito tanto máxima, como mínima, vienen recogidos en la memoria del presente proyecto. Los cálculos consisten en calcular la impedancia tanto directa como homopolar, teniendo en cuenta las impedancias del transformador, línea, automatismos, de aguas arriba en el caso de la impedancia directa, y de toda la línea en el caso de la impedancia homopolar.

CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_t + Z_l + Z_{aut}$$

$$Z_d' = Z_a + Z_t + Z_{l_{250}} + Z_{aut}$$

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$$

Z_a

Representa la impedancia de la línea de AT/MT que llega al transformador. Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}}(j)$$

Donde:

U_s = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc} = potencia de cortocircuito en VA.

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA).

Z_t

Esta impedancia representa al transformador de distribución.

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_t = X = \frac{U_s^2 \cdot U_{cc}}{S}(j)$$

Donde:

U_s = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en %.

S = potencia aparente en VA del transformador.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable.

Z_l

Esta impedancia representa a los conductores.

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$Z_l = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

ρ = resistividad del material a 20°. →0,01724

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

Z_{aut}

Representa los automatismos (protecciones, reles, bobinas...) aguas arriba.
El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 mΩ.

$$Z_{aut} = N \cdot 0,15 m\Omega$$

Z_l (250°)

Se procede a calcular la nueva impedancia directa. Calculamos la nueva Z_l considerando una temperatura de cortocircuito de 250°. Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Zl_{20} = \frac{\rho \cdot L}{S}$$
$$Zl_{250} = Zl_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$$

ρ = resistividad del material a 20°. → 0,01724

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

Z_o

Calculamos la impedancia homopolar de la siguiente manera:

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{to} = Z_t$$

$$Z_{lo} = 3 \times Z_l^{(250^\circ)}$$

$$Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \max} = \frac{C \cdot U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d}$$

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.

C = Variación de tensión. En baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \text{ min}} = \frac{C \cdot U_s \cdot \sqrt{3}}{2(Z_d' + Z_o)}$$

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.

C = Variación de tensión. En baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d' = impedancia directa en Ω (temperatura de cortocircuito 250°C).

Z_o = impedancia homopolar en Ω .

CALIBRE, PODER DE CORTE Y CURVA DE TRABAJO.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito máxima conoceremos el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

$$pdc \geq I_{cc \text{ max}}$$

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{\text{CALCULO}} \leq I_{\text{NOMINAL}} \leq I_{\text{ADMISIBLE}}$$

$$\text{CALIBRE} = I_{\text{NOMINAL}}$$

- I_{CALCULO} : Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{CALCULO}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

- $I_{\text{ADMISIBLE}}$: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico haciendo el siguiente cociente:

$$\text{CURVA} = \frac{I_{cc \text{ min}}}{\text{CALIBRE}}$$

Tipo B si CURVA menor que 10.

Tipo C si CURVA entre 10 y 20.

Tipo D si CURVA mayor que 20.

1.6.4 TABLA DE RESULTADOS

A continuación se exponen en una tabla los distintos elementos de protección calculados para el siguiente proyecto, en los que se encuentra calibre, poder de corte y curva de trabajo.

CALIBRE, PODER DE CORTE Y CURVA DE TRABAJO

CUADRO AUXILIAR 1

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
COMPRESOR	L1 - MQ1	1,5	7881,9	1628,2	7,9	15,92	16	18	102 D
FRESADORA	L1 - MQ2	1,5	1644,4	306,4	1,6	12,74	16	18	19 C
TALADRO 1	L1 - MQ3	1,5	1651,1	307,7	1,7	4,25	10	18	31 D
TALADRO 2	L1 - MQ4	1,5	1470,6	273,8	1,5	4,25	10	18	27 D
ESMERIL 1	L1 - MQ5	1,5	1666,0	310,4	1,7	9,00	10	18	31 D
TOMA 1F 25 A	L1 - 25A	2,5	2792,0	524,4	2,8	23,91	25	25	21 D

CUADRO AUXILIAR 2

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
SIERRA 1	L2 - MQ1	1,5	1808,7	337,3	1,8	6,79	10	18	34 D
SIERRA 2	L2 - MQ2	1,5	1588,4	295,9	1,6	6,79	10	18	30 D
TALADRO 3	L2 - MQ3	1,5	1433,6	266,8	1,4	4,25	10	18	27 D
RECTIFICADORA	L2 - MQ4	2,5	2536,5	475,4	2,5	21,23	25	25	19 C
ESMERIL 2	L2 - MQ5	1,5	1874,9	349,8	1,9	9,00	10	18	35 D
TOMA 1F 25 A	L2 - 25A	2,5	2792,0	524,4	2,8	23,91	25	25	21 D

CUADRO AUXILIAR 4

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
PUENTE GRUA 1	L4 - MQ1	2,5	737,4	136,9	0,7	13,80	16	25	9 B
PUENTE GRUA 2	L4 - MQ2	1,5	765,0	142,1	0,8	7,64	10	18	14 C
PUENTE GRUA 3	L4 - MQ3	1,5	515,6	95,7	0,5	7,64	10	18	10 B
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - A	1,5	982,4	182,6	1,0	6,40	10	18	18 C
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - B	1,5	1042,7	193,8	1,0	8,66	10	18	19 C
ALUMBRADO EMERGENCIA	L4 - X	1,5	982,4	182,6	1,0	0,76	10	18	18 C
TOMA PC	L4 - PC1	1,5	1129,2	209,9	1,1	7,83	10	18	21 D
TOMA OU	L4 - OU1	1,5	924,6	171,8	0,9	7,61	10	18	17 C

CUADRO AUXILIAR 5

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - A	2,5	720,1	133,7	0,7	15,58	16	25	8 B
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - B	2,5	1062,2	197,4	1,1	15,58	16	25	12 C
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - C	2,5	1033,2	192,0	1,0	15,58	16	25	12 C
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - D	2,5	790,5	146,8	0,8	10,39	16	25	9 B
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - E	2,5	615,0	114,2	0,6	10,39	16	25	7 B
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - F	1,5	356,7	66,2	0,4	4,54	10	18	7 B
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - G	1,5	421,6	78,2	0,4	4,54	10	18	8 B
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - X	1,5	421,6	78,2	0,4	0,76	10	18	8 B
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - Y	1,5	400,9	74,4	0,4	0,81	10	18	7 B

CUADRO AUXILIAR 6

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - A	1,5	642,1	119,2	0,6	8,38	10	18	12 C
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - B	1,5	740,0	137,4	0,7	8,38	10	18	14 C
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - C	1,5	820,4	152,4	0,8	6,90	10	18	15 C
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - D	1,5	827,1	153,6	0,8	6,90	10	18	15 C
ALUMBRADO EMERGENCIA	L6 - X	1,5	652,4	121,1	0,7	0,81	10	18	12 C
TOMA PC	L6 - PC1	2,5	1129,2	209,9	1,1	13,04	16	25	13 C
TOMA PC	L6 - PC2	2,5	1470,6	273,8	1,5	13,04	16	25	17 C
TOMA PC	L6 - PC3	1,5	1269,6	236,2	1,3	13,04	16	18	15 C
TOMA PC	L6 - PC4	1,5	1689,3	314,8	1,7	13,04	16	18	20 C
TOMA PC	L6 - PC5	1,5	2244,2	419,7	2,2	13,04	16	18	26 D
TOMA OU	L6 - OU1	1,5	753,7	140,0	0,8	5,33	10	18	14 C

CUADRO AUXILIAR 7

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - A	1,5	770,8	143,1	0,8	9,36	10	18	14 C
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - B	1,5	981,0	182,3	1,0	9,36	10	18	18 C
ALUMBRADO EMERGENCIA	L7 - X	1,5	734,7	136,4	0,7	0,71	10	18	14 C
TOMA PC	L7 - PC1	2,5	1409,8	262,4	1,4	13,04	16	25	16 C
TOMA PC	L7 - PC2	1,5	1070,0	198,9	1,1	13,04	16	18	12 C
TOMA PC	L7 - PC3	1,5	1560,5	290,6	1,6	10,43	16	18	18 C
TOMA OU	L7 - OU1	1,5	813,9	151,2	0,8	5,33	10	18	15 C

CUADRO AUXILIAR 8

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - A	1,5	1048,0	194,8	1,0	6,23	10	18	19 C
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - B	1,5	1449,8	269,9	1,4	8,65	10	18	27 D
ALUMBRADO EMERGENCIA	L8 - X	1,5	912,1	169,5	0,9	0,66	10	18	17 C
TOMA PC	L8 - PC1	2,5	5377,8	1045,9	5,4	10,43	16	25	65 D
TOMA OU	L8 - OU1	1,5	2245,3	419,7	2,2	7,61	10	18	42 D

CUADRO AUXILIAR 9

		Sección	Icc max	Icc min	PODER DE CORTE (kA)	I calculo	CALIBRE	I admisible	CURVA
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - A	1,5	977,7	181,7	1,0	9,18	10	18	18 C
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - B	1,5	888,3	165,0	0,9	9,36	10	18	17 C
ALUMBRADO EMERGENCIA	L9 - X	1,5	1116,8	207,6	1,1	0,76	10	18	21 D
TOMA PC	L9 - PC1	2,5	1777,4	331,4	1,8	15,65	16	25	21 D
TOMA OU	L9 - OU1	1,5	924,6	171,8	0,9	12,17	16	18	11 C

1.6.5 CRITERIO APLICADO

En el cuadro general de distribución se han de colocar un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial en la cabecera, para la protección de cada una de las líneas correspondientes a cada uno de los cuadros auxiliares.

Además se han de colocar nueve interruptores magnetotérmicos, al principio de cada una de las nueve líneas, para la protección de estas. En las líneas que contienen aparatos de alumbrado, además se protegerán con un interruptor diferencial.

En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor magnetotérmico y otro diferencial para la protección de cada una de las máquinas que alimentan. Para la protección de las tomas de corriente, se ha de colocar un interruptor diferencial para proteger tanto a las tomas de corriente trifásicas, como a las monofásicas. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor magnetotérmico cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes.

Para la elección de los elementos de corte y protección tendremos en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, dotaremos a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

El diferencial de cabecera, así como los que protegen a las líneas que alimentan cada máquina, tendrán una sensibilidad de 300 mA, mientras que los demás, tendrán una sensibilidad de 30 mA.

1.7 PUESTAS A TIERRA

La función de la Puesta a Tierra consiste en limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan llegar a presentar las masas metálicas; garantizar la actuación efectiva de las protecciones a personas y disminuir o anular el riesgo que supone algún tipo de avería en el material utilizado.

La Puesta a Tierra involucra toda ligazón metálica directa sin fusible ni otra protección, de sección suficiente, que vincula determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados, para lograr que en el conjunto de las instalaciones del edificio no hayan diferencias de potencial de riesgo, y que además permita el paso a tierra de corrientes de descarga o de falta.

De acuerdo con la ITC-BT 18, el valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos.

1.7.1 ELEMENTOS DE LA PUESTA A TIERRA

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Es aquel conductor de un circuito que se conecta a tierra intencionalmente. Este conductor garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a algún fallo y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

Es un cuerpo metálico conductor desnudo que va enterrado y su función es establecer el contacto con la tierra física. Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro incado.

LÍNEA DE ENLACE CON TIERRA

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Las líneas principales de tierra estarán formadas, por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas, por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

RED DE TIERRA

Es la porción metálica subterránea que lleva hacia la tierra todo flujo de corriente no deseado. Esta red se puede componer de varias mallas interconectadas.

RESISTENCIA DE TIERRA

Es la resistencia que nos ofrece el terreno hacia la corriente en un sistema de puesta a tierra, esta resistencia depende de la resistividad del terreno y área de los conductores.

Los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

En la resistividad del terreno influyen varios factores que pueden variarla, entre los más importantes se encuentran: naturaleza del terreno, humedad, temperatura, salinidad, estratigrafía, compactación y las variaciones estacionales.

1.7.2 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- La instalación de pararrayos.
- La instalación de antena colectiva de TV y FM.
- Los enchufes eléctricos y las masas metálicas comprendidas en los aseos y baños.
- Las estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.
- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.

1.7.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

La instalación constará de un punto de puesta a tierra unido a través de la línea principal de tierra de 25 mm² de sección. Los perfiles metálicos de la nave irán unidos al conductor de cobre directamente, a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Ver con detalle los cálculos realizados en el apartado "Cálculos".

1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica.

La acometida al mismo será aérea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Iberdrola. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

La potencia del transformador tiene que ser superior a la demanda de los distintos receptores a los que alimenta, por lo tanto el centro de transformación será de 800 KVA. Con este sobredimensionado prevenimos una futura ampliación de la nave.

$$S = 800 \text{ KVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = 1155 \text{ A}$$

La acometida que va desde el centro de transformación hasta el cuadro de distribución general se hará mediante una línea subterránea, enterrada a una profundidad de 0,70 metros.

1.8.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado contiguo a la nave industrial y estará destinado exclusivamente a su uso. El acceso al centro de transformación se hará del exterior de la nave industrial.

LOCAL

El centro de transformación estará situado en una caseta adosada a la nave industrial, y estará destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón con una puerta peatonal.

El acceso al CT estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. El acceso se realizará únicamente por la parte exterior de la nave.

El edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

La cuba de recogida de aceite tendrá una capacidad adecuada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

1.8.3 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo de la siguiente forma

- Tensión entre fases a la entrada: 13.2 kv
- Tensión a la salida entre fases: 420 V
- Tensión a la salida entre fases y neutro: 242 V.

Características principales:

Potencia nominal:	800 kVA.
Tensión nominal primaria:	13.200 V.
Regulación en el primario:	+2,5% +5% +7,5% +10%.
Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V.
Tensión de cortocircuito:	6 %.
Grupo de conexión:	Dyn11.
Nivel de aislamiento:	
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	125 kV.
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	50 kV.
Rendimiento referido a 75% de carga	99 %

1.8.4 ACONDICIONAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

PUESTAS A TIERRA

El centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio centro de transformación. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad de defecto y contribuir a la eliminación del riesgo eléctrico, debido a la aparición de tensiones peligrosas, en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión. Esta instalación será independiente de la tierra de la nave industrial.

Cuando la tensión de defecto a tierra en el centro de transformación sea superior a 1000V, el circuito de puesta a tierra de protección y el de servicio deberán estar separados entre sí. Es por ese motivo que la instalación de puesta a tierra del centro de transformación objeto de este proyecto estará formada por dos circuitos: el de protección y el de servicio. A cada uno de ellos se conectarán los diferentes elementos del centro de transformación, que a continuación se detallan.

Puesta a tierra de Protección: Se conectan a esta toma de tierra las partes metálicas interiores del centro de transformación que normalmente están sin tensión, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Por tanto:

- Las carcasas de los transformadores;
- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra;
- Las envolventes y armazones de los conjuntos de la aparamenta de media tensión;
- Los armarios y cofres con aparatos y elementos de baja tensión;
- Las pantallas y/o blindajes de los cables de media tensión.

Puesta a tierra de Servicio: Se conectan a esta puesta a tierra, puntos o elementos que forman parte de los circuitos eléctricos de media tensión y de baja tensión.

En los transformadores, el punto neutro del secundario BT, cuando esto proceda, o sea, directamente cuando se trata de distribuciones con régimen de neutro TN o TT, o a través de una impedancia cuando son con régimen IT;

En los transformadores de intensidad y de tensión, uno de los bornes de cada uno de los secundarios;

En los seccionadores de puesta a tierra, el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.

ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se colocarán dos luminarias que garanticen un nivel de iluminación adecuado para la comprobación o la reparación de todos los elementos. Cada luminaria incorpora dos lámparas de referencia PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W).

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se colocará una luminaria de emergencia de ref: LEGRAND - B65 615 64 (11W).

TOMAS DE CORRIENTE

Se colocarán 2 tomas de corriente monofásica de 16 A.

1.8.5 VENTILACION

Para conseguir una buena ventilación en las celdas, locales de los transformadores etc., con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas de aire adecuadas por la parte inferior y salidas situadas en la parte superior, en el caso en que se emplee ventilación natural.

La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica y dispondrán de cierres automáticos para su actuación en caso de incendio.

En este caso la ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

El dimensionado de las rejillas se encuentra en el apartado de "cálculos".

1.8.6 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CDT

Tras el dimensionamiento del CT establecemos los siguientes elementos:

Sección del cable hasta CGD: $3 \times (2 \times 300) / 300 + TT \ 300 \text{ mm}^2$.

Interruptor automático magnetotérmico

- Calibre: 1000A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B.

Interruptor automático diferencial

- Calibre: 1000A.
- Sensibilidad: 600mA.
- N° de polos: 4P.

Circuitos de salida del C.T. (para cada una de las líneas 1, 2 y 3)

- Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$.
- Interruptor automático magnetotérmico
 - Calibre: 10A.
 - Poder de corte: 15kA.
 - N° de polos: I + N.
 - Curva: D.
- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:
 - Calibre: 10A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: 2P.

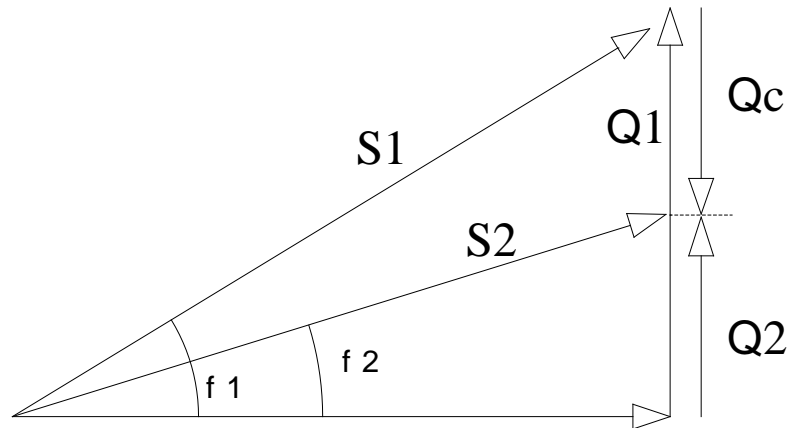
1.9 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

La mejora del factor de potencia se realiza mediante la conexión a través de conmutadores de bancos de condensadores o de inductores. Por ejemplo, el efecto inductivo de las cargas de motores puede ser corregido localmente mediante la conexión de condensadores.

Las pérdidas de energía en las líneas de transporte de energía eléctrica aumentan con el incremento de la intensidad. Como se ha comprobado, cuanto más bajo sea el fdp de una carga, se requiere más corriente para conseguir la misma cantidad de energía útil. Por tanto, las compañías suministradoras de electricidad, para conseguir una mayor eficiencia de su red, requieren que los usuarios, especialmente aquellos que utilizan grandes potencias, mantengan los factores de potencia de sus respectivas cargas dentro de límites especificados, estando sujetos, de lo contrario, a pagos adicionales por energía reactiva.

Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de la energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

El cálculo de la potencia reactiva Q_c , de una batería de condensadores para corregir el factor de potencia de un receptor de potencia activa P , desde un valor de $\cos\phi_1$, a otro de $\cos\phi_2$, se hace según el triángulo de potencias representado.



La potencia reactiva inicial de la instalación es:

$$Q_1 = P \cdot \operatorname{tg} \phi_1$$

La potencia reactiva final después de conectar los condensadores es:

$$Q_2 = P \cdot \operatorname{tg} \phi_2$$

Por tanto, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

Los cálculos realizados se detallan en el documento "cálculos" del presente proyecto.

Pamplona, 28 de diciembre de 2009
Javier Moraga Gómez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION”

DOCUMENTO 2: CALCULOS

Alumno: Javier Moraga Gómez

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 25-October-2009

INDICE

2.1 PREVISION DE CARGAS

2.1.1	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	02
2.1.2	ILUMINACIÓN INTERIOR	09
2.1.3	ILUMINACIÓN EXTERIOR	16
2.1.4	TOMAS DE CORRIENTE	18
2.1.5	MAQUINARIA	20

2.2 CALCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.2.1	CÁLCULOS REALIZADOS	22
-------	---------------------	----

2.3 CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

2.3.1	CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS	25
2.3.2	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA	26
2.3.3	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA	26
2.3.4	CALIBRE, PODER DE CORTE Y CURVA DE TRABAJO.	27

2.4 CALCULO DE PUESTA A TIERRA

2.4.1	CÁLCULOS	28
-------	----------	----

2.5 CALCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.5.1	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN	30
2.5.2	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	30
2.5.3	CORTOCIRCUITOS	30
2.5.4	FUSIBLES	31
2.5.5	CONDUCTORES	32
2.5.6	ALUMBRADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	33
2.5.7	VENTILACION	34
2.5.8	CALCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	34

2.6 CALCULO DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.6.1	ESTIMACION DE LA ENERGÍA REACTIVA	36
-------	-----------------------------------	----

2.7 ANEXO TABLAS

TENSIONES DE SERVICIO

- Acometida: 20 kV de tensión nominal con tensión inicial de 13.2 kV
- Salida del transformador: 380 V entre fases y de 220 V entre fase y neutro.
- La potencia nominal del transformador será de 800 kVA.
- Frecuencia de la red: Ambas serán de 50 Hz.

2.1 PREVISION DE CARGAS

En este apartado se detallan los cálculos a realizar, bien sean tomas de corriente, maquinaria, iluminación interior, exterior o de emergencia.

Cada una de las diferentes cargas presenta sus cálculos, y, al final del capítulo, se incluyen tablas específicas para cada tipo de carga.

Tras haber realizado un estudio de las cargas, la previsión de potencias es: 265.060 W.

Lámparas utilizadas en el proyecto:

CLASE	MODELO DE LAMPARA
A	Philips - HPI PLUS (400 W).
B	Philips - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W).
D	Philips - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W).
E	Legrand - B65 615 64 (11W).
F	Philips - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).
G	Legrand - G5 617 34 (11W).

2.1.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Para el cálculo del alumbrado de emergencia usaremos el siguiente criterio:

- ϕ_T es el flujo luminoso total (lm).
- E es la iluminancia media deseada (lux/m²).
- S es la superficie del plano de trabajo (m²).
- fu es el factor de utilización.
- fm es el factor de mantenimiento.
- N es el número de luminarias.
- n es el número de lámparas por luminaria.
- ϕ_L es el flujo luminoso de una lámpara (lm).

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} \quad N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L}$$

Este procedimiento nos desvela el número mínimo de luminarias necesarias, por lo que deberemos aplicar un criterio de redondeo por exceso

Al determinar el factor de mantenimiento (fm) de la instalación valoraremos el grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Considerando una limpieza regular anual consideraremos 0,8. Con respecto al factor de utilización (fu) consideraremos un factor de 1,0.

Al final del capítulo se adjuntan las tablas correspondientes al cálculo del alumbrado de emergencia, donde se recogen todos los datos necesarios.

EJEMPLO DE CALCULO PARA EL TALLER:

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} = \frac{5 \cdot 1476}{1 \cdot 0,8} = 9225 \text{ lúmenes.}$$

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} = \frac{9225}{1 \cdot 350} = 26,36 \text{ luminarias.}$$

$$N_{FINAL} = 28 \text{ luminarias.}$$

TALLER			
Tipo	G	LEGRAND - Ref: G5 617 34 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
1476,00		5	9225
			Flujo/aparato
			350

Solución	28 APARATOS
Potencia (W)	308 W

ALMACEN			
Tipo	G	LEGRAND - Ref: G5 617 34 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
236,20		5	1476,25
			Flujo/aparato
			350

Solución	5 APARATOS
Potencia (W)	55 W

RECEPCION			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
65,95		5	412,19
			Flujo/aparato
			120

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	44 W

SALA DE ESPERA			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
24,00		5	150
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

ASEO 2			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
21,41		5	133,81
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

ASEO 3			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
15,01		5	93,81
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

PASILLO 2			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
50,59		5	316,19
			Flujo/aparato
			120

Solución	3 APARATOS
Potencia (W)	33 W

DESPACHO 1			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
24,16		5	151,00
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

DESPACHO 2			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
24,16		5	151,00
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

SALA DE REUNIONES 1			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
39,78		5	248,63
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

OFICINA TECNICA			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
273,42		5	1708,88
			Flujo/aparato
			120

Solución	15 APARATOS
Potencia (W)	165 W

SALA REUNIONES 2			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
39,78		5	248,63
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

ADMINISTRACION			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
251,37		5	1571,06
			Flujo/aparato
			120

Solución	13 APARATOS
Potencia (W)	143 W

SALA DE JUNTAS			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
29,04		5	181,50
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

SALA MULTIMEDIA			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
29,04		5	181,50
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

ASEO 4			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
5,80		5	36,25
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

ASEO 5			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
5,80		5	36,25
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

DESPACHO 3			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
19,32		5	120,75
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

DESPACHO 4			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
13,92		5	87,00
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

DESPACHO 5			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
13,92		5	87,00
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

DESPACHO 6			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
36,93		5	230,81
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

DESPACHO 7			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
36,93		5	230,81
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	22 W

PASILLO 3			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m²)		Iluminación media (Lux/m²)	Flujo total necesario (lm)
42,57		5	266,06
			Flujo/aparato
			120

Solución	3 APARATOS
Potencia (W)	33 W

VESTUARIO HOMBRES			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
35,23		5	220,19
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS		
Potencia (W)	22 W		

VESTUARIO MUJERES			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
15,84		5	99,00
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO		
Potencia (W)	11 W		

ASEO 1			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
9,21		5	57,56
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO		
Potencia (W)	11 W		

PASILLO 1			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
19,10		5	119,38
			Flujo/aparato
			120

Solución	1 APARATO		
Potencia (W)	11 W		

MUELLE DE CARGA			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
122,37		5	764,81
			Flujo/aparato
			120

Solución	7 APARATOS		
Potencia (W)	77 W		

OFICINA DE PRODUCCION			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm)
32,90		5	205,63
			Flujo/aparato
			120

Solución	2 APARATOS		
Potencia (W)	22 W		



La suma de todas las luminarias de emergencia suponen **1221 W**.

Línea	Tensión (V)	Amperios (A)	N Total	Total W
L4 - X	230	0,77	16	176
L5 - X	230	0,77	16	176
L5 - Y	230	0,81	17	187
L6 - X	230	0,81	17	187
L7 - X	230	0,72	15	165
L8 - X	230	0,67	14	154
L9 - X	230	0,77	16	176

2.1.2 ILUMINACIÓN INTERIOR

A continuación se procede a realizar los cálculos para cada estancia.

Para el cálculo del alumbrado de emergencia usaremos el siguiente criterio:

- ϕ_T es el flujo luminoso total (lm).
- E es la iluminancia media deseada (lux/m²).
- S es la superficie del plano de trabajo (m²).
- fu es el factor de utilización.
- fm es el factor de mantenimiento.
- N es el número de luminarias.
- n es el número de lámparas por luminaria.
- ϕ_L es el flujo luminoso de una lámpara (lm).

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} \quad N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L}$$

Calcularemos el número mínimo de luminarias, aplicando después nuestro criterio para obtener el número final de luminarias.

Considerando una limpieza regular anual consideraremos como factor de utilización 0,8.

Para los posteriores cálculos de los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga consideraremos cargas de 1.8 veces la potencia nominal.

Consideraremos para el factor de potencia un valor de 1 en lo referente a luminarias.

Al final del capítulo se adjuntan las tablas correspondientes al cálculo del alumbrado interior, donde se recogen todos los datos necesarios.

EJEMPLO DE CALCULO PARA EL TALLER:

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} = \frac{5 \cdot 1598,5}{1 \cdot 0,8} = 9990 \text{ lúmenes.}$$

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} = \frac{9990}{1 \cdot 350} = 28,54 \text{ luminarias.}$$

$$N_{FINAL} = 30 \text{ luminarias (redondeo por exceso).}$$

TALLER						
Tipo	A	PHILIPS - HPI PLUS (400 W) --- LAMPARA DE HALOGENUROS METÁLICOS				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
1476,00		600	885600,0	32500	0,7	0,8
Solución	55 APARATOS					
Potencia (W)	220.000 W					

ALMACEN						
Tipo	A	PHILIPS - HPI PLUS (400 W) --- LAMPARA DE HALOGENUROS METÁLICOS				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
236,16		600	141696,00	32500	0,7	0,8

Solución	10 APARATOS
Potencia (W)	4.000 W

RECEPCION						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
65,95		350	41218,8	4800	0,7	0,8

Solución	9 APARATOS
Potencia (W)	567 W

SALA DE ESPERA						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
24,00		350	15000,0	4800	0,7	0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	252 W

ASEO 2						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P ICT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
21,41		200	6690,6	600	0,8	0,8

Solución	12 APARATOS
Potencia (W)	108 W

ASEO 3						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P ICT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
15,01		200	4690,6	600	0,8	0,8

Solución	8 APARATOS
Potencia (W)	72 W

PASILLO 2						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
50,59		350	31618,8	4800	0,7	0,8

Solución	8 APARATOS
Potencia (W)	504 W

DESPACHO 1						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
24,16		350	15100,0	4800	0,7	0,8

Solución	4 APARATOS					
Potencia (W)	252 W					

DESPACHO 2						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
24,16		350	15100,0	4800	0,7	0,8

Solución	4 APARATOS					
Potencia (W)	252 W					

SALA REUNIONES 1						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
39,78		350	24862,5	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS					
Potencia (W)	378 W					

OFICINA TECNICA						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
273,42		550	268537,5	4800	0,7	0,8

Solución	56 APARATOS					
Potencia (W)	3.528 W					

SALA REUNIONES 2						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
39,78		350	24862,5	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS					
Potencia (W)	378 W					

ADMINISTRACION						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
245,20		350	153250,0	4800	0,7	0,8

Solución	32 APARATOS					
Potencia (W)	2.016 W					

SALA JUNTAS						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
29,04		350	18150,0	4800	0,7	0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	252 W

SALA MULTIMEDIA						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
29,04		350	18150,0	4800	0,7	0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	252 W

ASEO 4						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
5,80		200	1812,5	600	0,8	0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	36 W

ASEO 5						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
5,80		200	1812,5	600	0,8	0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	36 W

DESPACHO 3						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
19,32		350	12075,0	4800	0,7	0,8

Solución	3 APARATOS
Potencia (W)	169 W

DESPACHO 4						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
13,92		350	8700,0	4800	0,7	0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	126 W

DESPACHO 5						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
13,92		350	8700,0	4800	0,7	0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	126 W

DESPACHO 6						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
36,93		350	23081,3	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS
Potencia (W)	378 W

DESPACHO 7						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
36,93		350	23081,3	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS
Potencia (W)	378 W

PASILLO 3						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
72,21		350	45131,3	4800	0,7	0,8

Solución	10 APARATOS
Potencia (W)	630 W

VESTUARIO HOMBRES						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
35,23		350	22018,8	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS
Potencia (W)	378 W

VESTUARIO MUJERES						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
12,70		350	7937,5	4800	0,7	0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	126 W

VESTUARIO MUJERES						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
3,13		200	978,1	600	0,8	0,8

Solución	2 APARATOS					
Potencia (W)	18 W					

ASEO 1						
Tipo	D	PHILIPS - MASTER PL-S 9W/827/2P 1CT (9 W) --- LAMPARA DE FILAMENTO				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
9,21		200	2878,1	600	0,8	0,8

Solución	5 APARATOS					
Potencia (W)	45 W					

PASILLO 1						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
19,10		350	11937,5	4800	0,7	0,8

Solución	3 APARATOS					
Potencia (W)	189 W					

MUELLE DE CARGA						
Tipo	A	PHILIPS - HPI PLUS (400 W) --- LAMPARA DE HALOGENUROS METÁLICOS				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
122,37		600	131110,7	32500	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS					
Potencia (W)	2.400 W					

OFICINA DE PRODUCCION						
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA				
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu	Cm
32,90		350	20562,5	4800	0,7	0,8

Solución	6 APARATOS					
Potencia (W)	378 W					



La suma de todas las luminarias interiores suponen **72.189 W**.

Línea	Tensión (V)	Amperios (A)	N Total	Total W
L4 - A	230	6,41	13	1.474
L4 - B	230	8,67	36	1.994
L5 - A	400	15,59	15	10.800
L5 - B	400	15,59	15	10.800
L5 - C	400	15,59	15	10.800
L5 - D	400	10,39	10	7.200
L5 - E	400	10,39	10	7.200
L6 - A	230	8,38	17	1928
L6 - B	230	8,38	17	1928
L6 - C	230	6,90	14	1588
L6 - D	230	6,90	14	1588
L7 - A	230	9,37	19	2.155
L7 - B	230	9,37	19	2.155
L8 - A	400	6,24	6	4.320
L8 - B	230	8,66	24	1.991
L9 - A	230	9,19	26	2.113
L9 - B	230	9,37	19	2.155

2.1.3 ILUMINACIÓN EXTERIOR

Se ha dividido el perímetro de la nave en 6 zonas. A continuación se procede a realizar los cálculos para cada una de ellas.

Para el cálculo del alumbrado de emergencia usaremos el siguiente criterio:

- ϕ_T es el flujo luminoso total (lm).
- E es la iluminancia media deseada (lux/m²).
- S es la superficie del plano de trabajo (m²).
- fu es el factor de utilización.
- fm es el factor de mantenimiento.
- N es el número de luminarias.
- n es el número de lámparas por luminaria.
- ϕ_L es el flujo luminoso de una lámpara (lm).

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} \quad N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L}$$

Calcularemos el número mínimo de luminarias, aplicando después un criterio de aproximación por exceso para obtener el número final de luminarias.

Considerando una limpieza regular anual consideraremos 0,8.

Consideraremos para el factor de potencia un valor de 1 en lo referente a luminarias.

Al final del capítulo se adjuntan las tablas correspondientes al cálculo del alumbrado exterior, donde se recogen todos los datos necesarios.

ZONA 1					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
80		150	15000	20500	1,0 0,8

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	250 W

ZONA 2					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
100		150	18750	20500	1,0 0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	500 W

ZONA 3					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
320		150	60000	20500	1,0 0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	1000 W

ZONA 4					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
140		150	26250	20500	1,0 0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	500 W

ZONA 5					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
232		150	43500	20500	1,0 0,8

Solución	4 APARATOS
Potencia (W)	1000 W

ZONA 6					
Tipo	F	PHILIPS - MASTER HPI-T PLUS 645 E40 SLV (250W).			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	fu fm
32,28		150	6053	20500	1,0 0,8

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	250 W

La suma de todas las luminarias exteriores suponen **6.300 W**.

Línea	Tensión (V)	Amperios (A)	N Total	Total W
L5 - F	400	4,55	7	3.150
L5 - G	400	4,55	7	3.150

2.1.4 TOMAS DE CORRIENTE

Para estudiar la distribución de las tomas de corriente podemos diferenciar dos criterios. El primero es su distribución en las zonas de taller y almacén (es decir, las partes que constituyen básicamente el módulo de taller) y el segundo es su distribución en oficinas, salas y aseos.

En las zonas de taller dispondremos de tomas preparadas para la conexión de pequeña máquina herramienta como sierras y taladros de mano. En las zonas ajenas al taller dispondremos de tomas de uso general y tomas de pequeños consumos en los aseos.

TOMAS EN TALLER	CUADRO AUXILIAR 1
	CUADRO AUXILIAR 2
	CUADRO AUXILIAR 3

TOMAS EN OFICINAS	CUADRO AUXILIAR 4
	CUADRO AUXILIAR 6
	CUADRO AUXILIAR 7
	CUADRO AUXILIAR 8
	CUADRO AUXILIAR 9

Para la previsión de cargas calcularemos la potencia según sea toma de corriente trifásica o monofásica. Supondremos para todas las tomas destinadas a iluminación un $\cos \varphi = 1$. Las tomas ubicadas en el taller están destinadas a la utilización de pequeña máquina herramienta, que por lo general no supondrán una alteración considerable del factor de potencia, por lo que consideraremos $\cos \varphi = 1$.

TOMAS MONOFASICAS	$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$
-------------------	------------------------------------

TOMAS TRIFASICAS	$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I \cdot \cos \varphi$
------------------	---

Además, para los cálculos, aplicaremos un factor de mantenimiento “fm” y un factor de utilización “fu”, cuyos valores variarán en función de la ubicación de las tomas.

Dentro de la distribución de las líneas encontraremos las destinadas al taller (con valores de 25 A. a 32 A.), tomas para ordenadores (PC) y tomas generales para otros usos (OU). Estas últimas las estimaremos en 175 W, mientras que para los cálculos consideraremos las tomas para PC de 2 x 300 W. Estos valores se han asignado de acuerdo a lo que se estima que pueden consumir el conjunto de ordenador e impresora.

En la repartición de las tomas a las líneas de distribución se ha buscado el equilibrio en estas, quedando la mayor parte de ellas sobredimensionadas para futuras ampliaciones.

La suma de todas las luminarias exteriores suponen **76.450 W**.

	CUAD. AUX 1	CUAD. AUX 2	CUAD. AUX 3	CUAD. AUX 4
TOMAS 1F (OU)	-	-	-	1.750
TOMAS 1F (PC)	-	-	-	1.800
TOMA 1F 25A 2P+T	5.500	5.500	5.500	-
TOMA 3F 32A 4P+T	-	20.000	-	-
	5.500	25.500	5.500	3.550

	CUAD. AUX 6	CUAD. AUX 7	CUAD. AUX 8	CUAD. AUX 9
TOMAS 1F (OU)	1.225	1.225	1.750	2.800
TOMAS 1F (PC)	15.000	8.400	2.400	3.600
TOMA 1F 25A 2P+T	-	-	-	-
TOMA 3F 32A 4P+T	-	-	-	-
	16.225	9.625	4.150	6.400

Ver tabla de tomas de corriente adjunta para observar la distribución y el dimensionado de las líneas.

2.1.5 MAQUINARIA

La tabla siguiente recoge los valores de potencia activa que figuran en la placa de características de cada máquina. De igual forma su factor de potencia. Se trata de máquina herramienta a la que le tenemos que aplicar la ITC-BT 47 designada para el conexionado de motores. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás ($K = 1,25$).

Las máquinas asignadas a los cuadros auxiliares 1, 2 y 3 deben su pertenencia a cada uno de ellos en función de su colocación en el taller.

El cuadro auxiliar 4 ha sido destinado exclusivamente a los puentes grúa.

MAQUINARIA									
CUADRO AUXILIAR 1									
	Activa	Reactiva	Aparente				I	K	Iadm
	(W)	(VAR)	(VA)	Cos ϕ	(V)	Tensión	(A)		(A)
Compresor	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,25	15,92
Fresadora	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,00	12,74
Taladro 1	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Taladro 2	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Esmeril 1	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00
	25.300	15.680	29.765						46,15
CUADRO AUXILIAR 2									
	Activa	Reactiva	Aparente				I	K	Iadm
	(W)	(VAR)	(VA)	Cos ϕ	(V)	Tensión	(A)		(A)
Sierra 1	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79
Sierra 2	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79
Taladro 3	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25
Rectificadora	10000	6197	11765	0,85	400	0,6/1KV	16,98	1,25	21,23
Esmeril 2	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00
	25.800	15.989	30.353						48,06
CUADRO AUXILIAR 3									
	Activa	Reactiva	Aparente				I	K	Iadm
	(W)	(VAR)	(VA)	Cos ϕ	(V)	Tensión	(A)		(A)
Torno 1	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,25	31,84
Torno 2	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,00	25,47
	30.000	18.592	35.294						57,31
CUADRO AUXILIAR 4									
	Activa	Reactiva	Aparente				I	K	Iadm
	(W)	(VAR)	(VA)	Cos ϕ	(V)	Tensión	(A)		(A)
Puente Grúa 1	6500	4028	7647	0,85	400	0,6/1KV	11,04	1,25	13,80
Puente Grúa 2	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64
Puente Grúa 3	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64
	15.500	9.606	18.235						29,08



La suma de toda la maquinaria supone **125.117 VA**.

Línea	Fases	Total VA	Cdt (%)	Criterio CDT	Amperios (A)	Criterio Térmico
L1 - MQ1	3 ~	11.029	0,2	ok	15,92	ok
L1 - MQ2	3 ~	8.824	0,8	ok	12,74	ok
L1 - MQ3	3 ~	2.941	0,3	ok	4,25	ok
L1 - MQ4	3 ~	2.941	0,3	ok	4,25	ok
L1 - MQ5	3 ~	6.235	0,6	ok	9,00	ok
L2 - MQ1	3 ~	4.706	0,4	ok	6,79	ok
L2 - MQ2	3 ~	4.706	0,4	ok	6,79	ok
L2 - MQ3	3 ~	2.941	0,3	ok	4,25	ok
L2 - MQ4	3 ~	14.706	0,9	ok	21,23	ok
L2 - MQ5	3 ~	6.235	0,5	ok	9,00	ok
L3 - MQ1	3 ~	22.059	0,6	ok	31,84	ok
L3 - MQ2	3 ~	17.647	0,7	ok	25,47	ok
L4 - MQ1	3 ~	9.559	2,0	ok	13,80	ok
L4 - MQ2	3 ~	5.294	1,0	ok	7,64	ok
L4 - MQ3	3 ~	5.294	1,6	ok	7,64	ok

2.2 CALCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

En este apartado se especificarán los pasos seguidos para dimensionar los conductores de todas las líneas, siguiendo las ITC's adecuadas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.2.1 CALCULOS REALIZADOS

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto, lo que se presenta a continuación es un patrón a seguir para el cálculo de cada una de ellas. A continuación de éste, se presentarán las tablas de cálculo de cada una de las líneas de la instalación.

1.- Datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores.
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de las líneas.
- Tensión de las líneas.

2.- Cálculo de intensidad de cada receptor:

Receptor monofásico

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Receptor trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \bullet V \cos \varphi}$$

I: Intensidad en A.

P: Previsión de potencia del receptor en W.

V: Tensión de la línea que le suministra en V. En este caso (230/400V).

Cosφ: Factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-s BT 06 y 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Por lo tanto para calcular la intensidad definitiva, esta se multiplicara por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.

3.- Distribución equilibrada desde el cuadro general a los cuadros auxiliares:

Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección de que línea va a alimentar a cada receptor de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que no es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de las oficinas, con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria que pueda provocar unos picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de la luz de la oficina etc. La configuración final de las líneas aparece en los planos.

4.- Elección tipo de conductor y canalización:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar o multiconductor)

5.- Aplicación del criterio térmico:

CRITERIO TERMICO

Dependiendo de que opciones se hayan escogido en el punto 4 se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Las líneas interiores irán bajo tubo y el resto en bandeja perforada. La línea utilizada para alimentar los aparatos de alumbrado ubicados en el exterior será aérea e irá unida ala pared por el exterior.

Por tanto, mirando en la tabla 19.2 de la ITC-BT 19 se obtiene la sección de cada línea por criterio térmico en el caso de toda la instalación, exceptuando el caso de la línea de alumbrado exterior, que habrá que mirarlo en la ITC-BT 06.

6.- Aplicación del criterio cdt:

CAIDA DE TENSION

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 5%, mientras que será del 3% para líneas de alumbrado.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores.

Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot L}{\gamma \cdot e} \quad V(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{S \cdot \gamma \cdot V^2}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot L}{\gamma \cdot e} \qquad V(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot 100}{S \cdot \gamma \cdot V^2}$$

S: Sección del conductor en mm².

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

γ : Conductividad del material conductor (m/Ωmm²) → cobre: 56 m/Ωmm².

e: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

Cosφ: Factor de potencia total por la línea

7.- Selección secciones de fases, neutro y cp.

Para cada fase se escogerá el resultado con mayor sección de ambos métodos. La sección del neutro y del cable de protección lo obtendremos siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07.

Siguiendo los anteriores criterios se detallan a continuación las diferentes líneas de distribución de cada uno de los cuadros auxiliares.

2.3 CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS
- PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

- CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS
- CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA
- CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA

PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Una vez conocidas las secciones de los conductores necesitamos dimensionar los elementos de corte y protección. Para su cálculo necesitamos conocer valores como el poder de corte, calibre y tipo de curva.

Para llegar a estos valores, necesitamos primero conocer las corrientes de cortocircuito.

Los puntos en donde se calcularán las corrientes de cortocircuito serán en las entradas a los cuadros tanto el general como los auxiliares, ya que son en estos puntos donde se colocarán las protecciones.

El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magneto-térmicas, serán los que se utilizarán para las protecciones diferenciales.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

Los cálculos que se han de realizar para calcular las corrientes de cortocircuito tanto máxima, como mínima, vienen recogidos en la memoria del presente proyecto. Los cálculos consisten en calcular la impedancia tanto directa como homopolar, teniendo en cuenta las impedancias del transformador, línea, automatismos, de aguas arriba en el caso de la impedancia directa, y de toda la línea en el caso de la impedancia homopolar.

2.3.1 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

El desarrollo de estos cálculos se detalla en el apartado "Memoria".

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_t + Z_l + Z_{aut}$$

$$Z_d' = Z_a + Z_t + Z_{l_{250}} + Z_{aut}$$

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$$

2.3.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \max} = \frac{C \cdot U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d}$$

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.

C = Variación de tensión. En baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω .

C	1,00
U_s	420
Scc (MVA)	500
U_{cc}	6%
S	800 KVA

2.3.3 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \min} = \frac{C \cdot U_s \cdot \sqrt{3}}{2(Z_d' + Z_o)}$$

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en A.

C = Variación de tensión. En baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d' = impedancia directa en Ω (temperatura de cortocircuito 250°C).

Z_o = impedancia homopolar en Ω .

C	0,95
U_s	420
Scc (MVA)	500
U_{cc}	6%
S	800 KVA
ρ_{20}	0,01786
α	0,004

2.3.4 CALIBRE, PODER DE CORTE Y CURVA DE TRABAJO.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito máxima conoceremos el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

$$pdc \geq I_{cc \text{ max}}$$

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{\text{CALCULO}} \leq I_{\text{NOMINAL}} \leq I_{\text{ADMISIBLE}}$$

$$\text{CALIBRE} = I_{\text{NOMINAL}}$$

I_{CALCULO} : Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{CALCULO}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$I_{\text{ADMISIBLE}}$: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico haciendo el siguiente cociente:

$$\text{CURVA} = \frac{I_{cc \text{ min}}}{\text{CALIBRE}}$$

- Tipo B si CURVA menor que 10.
- Tipo C si CURVA entre 10 y 20.
- Tipo D si CURVA mayor que 20.

2.4 CALCULO DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la ITC-BT 18, el valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación (a pesar de que nuestra nave industrial no sea un local húmedo), a la hora de calcular la puesta a tierra vamos a tener cuenta el valor de 24 V.

2.4.1 CALCULOS.

DATOS DE PARTIDA

- La resistividad del terreno (margas y arcillas compactas) → 100 y 200 Ωm.
- La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial → 300 mA.
- La resistencia de tierra deberá cumplir:

$$R = \frac{V_c}{I_s} = \frac{24}{0,300} = 80\Omega$$

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

La instalación constará de dos puntos de puesta a tierra unidos a través de la línea principal de tierra de 25 mm² de sección.

Los perfiles metálicos de la nave irán unidos al conductor de cobre directamente, a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Elegidos ahora los materiales, secciones y disposición de los elementos, calcularemos el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor.

Para los cálculos diferenciamos dos partes, una el conductor que llega hasta la puesta a tierra (fresadora a CA1 y CA1 a CGD) y dos el mallazo en si mismo (compuesto por las picas y el conductor que las une).

$$R_1 = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{12,2}{6} = 0,036\Omega$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{30,6}{25} = 0,022\Omega$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión: $R = \frac{\rho}{L}$

- R = Resistencia de tierra en Ω.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm.
- L = Longitud de la pica en metros.



Por tanto la resistencia de una pica será de: $R_p = \frac{200}{2} = 100\Omega$

Como la red se compone de 4 picas en paralelo será: $R_p = 25\Omega$

La resistencia del conductor que une las 4 picas será: $R_3 = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 1,9047$

Entonces:

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_p + R_3 = 26,96\Omega$$

Nuestros cálculos son adecuados, ya que R_{TOTAL} debe ser $< 80 \Omega$

2.5 CALCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo de la siguiente forma

- Tensión entre fases a la entrada: 13.2 kv
- Tensión a la salida entre fases: 420 V
- Tensión a la salida entre fases y neutro: 242 V.

2.5.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

Mediante la siguiente expresión tenemos que determinar la intensidad que circula por el devanado primario del transformador trifásico cuando este trabaja a su potencia nominal.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = 35 \text{ A.}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (800 KVA).
- U = Tensión nominal en el lado de alta tensión (13.2 kV).
- I_p = Intensidad nominal en el lado de alta tensión en Amperios.

Con esta información podremos calcular los fusibles adecuados en el lado de Media tensión.

2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U} = 1090 \text{ A}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (800 KVA).
- W_{fe} = Pérdidas en el hierro. (1550W, dato dado por el fabricante)
- W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos. (8100 W, dato dado por el fabricante)
- U = Tensión compuesta en carga del secundario (0,42 kV).
- I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

A través del valor de esta intensidad, se pueden calcular los fusibles de protección.

2.5.3 CORTOCIRCUITOS

Icc en A.T.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se utiliza como dato de partida el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de la instalación, suministrado por la compañía eléctrica Iberdrola, que en este caso es de 500 MVA, y la tensión de servicio.

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{cc_{AT}} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = 21,87 \text{ KA}$$

Donde:

- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red (500 MVA).
- U = Tensión primaria (13.2 kV).
- $I_{cc_{AT}}$ = Intensidad de cortocircuito primaria.

Esta será la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión.

Icc en B.T.

Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión se utilizan como datos la potencia del transformador, su tensión de cortocircuito y su tensión secundaria.

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cual será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito las bornas del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 6%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{cc_{BT}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} = 18,33 \text{ KA}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (800 KVA).
- U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador (6%).
- U_s = Tensión secundaria del transformador (0,42 KV).
- $I_{cc_{BT}}$ = Intensidad de cortocircuito secundaria en KA.

Esta será la intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

2.5.4 FUSIBLES

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger. En nuestro caso tenemos un transformador de 800 kVA, por tanto la intensidad del fusible en media tensión será de 40 A.

2.5.5 CONDUCTORES

Transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{800.000}{13.200 \cdot \sqrt{3}} 35A$$

Se ha decidido poner cable tripolar de Aluminio de 50 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 165 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

Cuadro de Baja Tensión

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{800.000}{400 \cdot \sqrt{3}} 1155A$$

Se ha decidido poner 3 conductores de Cobre de 240 mm² de sección, que en condiciones normales soporta 1470 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.5.6 ALUMBRADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CLASE	MODELO DE LAMPARA
B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W).
E	LEGRAND - B65 615 64 (11W).

Alumbrado Interior

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} = \frac{350 \cdot 12}{0,7 \cdot 0,8} = 7500 \text{ lúmenes.}$$

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} = \frac{7500}{1 \cdot 4800} = 1,56 \text{ luminarias.}$$

$$N_{FINAL} = 2 \text{ luminarias (redondeo por exceso).}$$

CENTRO DE TRANSFORMACION					
Tipo	B	PHILIPS - TBS262 TL5-4x14W/840 HFR M6 PI (63 W) --- LAMPARA DE DESCARGA			
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/ m ²)	Flujo total necesario (lm)	Flujo/aparato	Cu Cm
12,00		350	7500	4800	0,7 0,8

Solución	2 APARATOS
Potencia (W)	126 W

Alumbrado de Emergencia

$$\phi_T = \frac{E \cdot S}{fu \cdot fm} = \frac{5 \cdot 12}{1 \cdot 0,8} = 75 \text{ lúmenes.}$$

$$N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} = \frac{75}{1 \cdot 120} = 0,62 \text{ luminarias.}$$

$$N_{FINAL} = 1 \text{ luminaria.}$$

CENTRO DE TRANSFORMACION			
Tipo	E	LEGRAND - Ref: B65 615 64 (11W).	
Superficie (m ²)		Iluminación media (Lux/m ²)	Flujo total necesario (lm) Flujo/aparato
12,00		5	75 120

Solución	1 APARATO
Potencia (W)	11 W

2.5.7 VENTILACION

Para calcular la superficie de la rejilla de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_{vent} = \frac{6.3 * (P_v + P_{cc})}{\sqrt{h * (T_s - T_e)^3}}$$

Donde:

- S_{vent} = Superficie de la rejilla de entrada de aire, en m^2 .
- P_v = Pérdidas en vacío del transformador, en kilowatios.
- P_{cc} = Pérdidas en cortocircuito del transformador, en kilowatios.
- h = Diferencia de altura entre los centros de las rejillas de entrada y salida de aire, siendo ésta de 1,2 m.
- $T_s - T_e$ = Diferencia de temperatura entre el aire entrante y saliente, tomándose como valor de cálculo, en este caso, $15^\circ C$.

Sustituyendo valores se tiene que la sección mínima de la rejilla de entrada de aire es de $0,96m^2$.

Se dispondrán, por tanto, de 3 rejillas de ventilación (dos para entrada de aire y otra para salida) de dimensiones 1255 x 1125 mm cada una, consiguiendo así una superficie de ventilación por transformador de 2,82 m^2 (para la entrada de aire) y de 1,41 m^2 (para la salida)

Las rejillas irán situadas en las paredes frontal y posterior del prefabricado a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 1,2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

2.5.8 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Datos de partida:

- La tensión de red será de 13.2 kV.
- Nivel de aislamiento de instalaciones de BT será de 6 kV.
- Intensidad de defecto máxima permitida será: $I_d = 400 A$.
- Superficie del CDT será de 12 m^2 .
- Resistividad del hormigón será de $\rho_H = 3000 \Omega m$.
- Tomaremos un valor de 200 Ωm para la resistividad superficial del terreno. Al igual que en el apartada 2.4 "Cálculo de Puesta a Tierra".

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del CDT, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por Iberdrola, el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0.45 segundos.

Los valores de k y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por Iberdrola son:

$$V_{CA} = \frac{k}{t^n}$$

Donde:

- V_{CA} Tensión aplicada en V
- t Duración de la falta en segundos
- k y n Constantes, en función del tiempo

$0,9 \geq t > 0,1$	→	$K = 72$ y $n = 1$.
$3 \geq t > 0,9$	→	$K = 78,5$ y $n = 0,18$.
$5 \geq t > 3$	→	$V_{ca} = 64V$.
$t > 5$	→	$V_{ca} = 50V$.

Los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del centro de transformación sea nula. Será por tanto igual a:

$$|I_{d(MAX)}| = \frac{U_s \max}{Z_n \cdot \sqrt{3}} = 300A.$$

Donde $U_{smax} = 13,2kV$. Con lo que el valor obtenido es de $I_d = 300A$.

2.6 CALCULO DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.6.1 ESTIMACION DE LA ENERGÍA REACTIVA

Para poder compensar el factor de potencia debemos conocer primero los valores de energía activa y reactiva de nuestra instalación. De la siguiente tabla obtenemos dichos valores:

RELACION DE POTENCIAS									
		(W)	Cosφ	(Var)					
		(W)	Cosφ	(Var)	(W)	Cosφ	(Var)		
COMPRESOR	L1 - MQ1	7.500	0,85	3.210	ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - F	3.150	1,00	0
FRESADORA	L1 - MQ2	7.500	0,85	3.210	ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - G	3.150	1,00	0
TALADRO 1	L1 - MQ3	2.500	0,85	1.070					
TALADRO 2	L1 - MQ4	2.500	0,85	1.070	ALUMBRADO EMERGENCIA	L4 - X	176	1,00	0
ESMERIL 1	L1 - MQ5	5.300	0,85	2.269	ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - X	176	1,00	0
SIERRA 1	L2 - MQ1	4.000	0,85	1.712	ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - Y	187	1,00	0
SIERRA 2	L2 - MQ2	4.000	0,85	1.712	ALUMBRADO EMERGENCIA	L6 - X	187	1,00	0
TALADRO 3	L2 - MQ3	2.500	0,85	1.070	ALUMBRADO EMERGENCIA	L7 - X	165	1,00	0
RECTIFICADORA	L2 - MQ4	10.000	0,85	4.281	ALUMBRADO EMERGENCIA	L8 - X	154	1,00	0
ESMERIL 2	L2 - MQ5	5.300	0,85	2.269	ALUMBRADO EMERGENCIA	L9 - X	176	1,00	0
TORNO 1	L3 - MQ1	15.000	0,85	6.421					
TORNO 2	L3 - MQ2	15.000	0,85	6.421	ALUMBRADO INTERIOR	L4 - A	1.474	1,00	0
PUENTE GRUA 1	L4 - MQ1	6.500	0,85	2.782	ALUMBRADO INTERIOR	L4 - B	1.994	1,00	0
PUENTE GRUA 2	L4 - MQ2	4.500	0,85	1.926	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - A	10.800	1,00	0
PUENTE GRUA 3	L4 - MQ3	4.500	0,85	1.926	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - B	10.800	1,00	0
					ALUMBRADO INTERIOR	L5 - C	10.800	1,00	0
TOMA 1F 25 A	L1 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - D	7.200	1,00	0
TOMA 1F 25 A	L2 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - E	7.200	1,00	0
TOMA 3F 32 A	L2 - 32A	20.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - A	1.928	1,00	0
TOMA 1F 25 A	L3 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - B	1.928	1,00	0
TOMA PC	L4 - PC1	1.800	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - C	1.588	1,00	0
TOMA OU	L4 - OU1	1.750	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - D	1.588	1,00	0
TOMA PC	L6 - PC1	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L7 - A	2.155	1,00	0
TOMA PC	L6 - PC2	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L7 - B	2.155	1,00	0
TOMA PC	L6 - PC3	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L8 - A	4.320	1,00	0
TOMA PC	L6 - PC4	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L8 - B	1.991	1,00	0
TOMA PC	L6 - PC5	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L9 - A	2.113	1,00	0
TOMA OU	L6 - OU1	1.225	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L9 - B	2.155	1,00	0
TOMA PC	L7 - PC1	3.000	1,00	0					
TOMA PC	L7 - PC2	3.000	1,00	0					
TOMA PC	L7 - PC3	2.400	1,00	0					
TOMA OU	L7 - OU1	1.225	1,00	0					
TOMA PC	L8 - PC1	2.400	1,00	0					
TOMA OU	L8 - OU1	1.750	1,00	0					
TOMA PC	L9 - PC1	3.600	1,00	0					
TOMA OU	L9 - OU1	2.800	1,00	0					
					TOTAL ENERGIA ACTIVA			252.758	
					TOTAL ENERGIA REACTIVA			41.351	

Conocidos los valores de ambas potencias obtendremos el ángulo del triangulo de potencias inicial y con ello el factor de potencia de la instalación.

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q_1}{P_1} = 0,3624$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} 0,3624 = 19,92^\circ$$

$$\cos \varphi_1 = 0,94$$

Queremos mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,98 con el objetivo de obtener los mayores beneficios de la compañía suministradora de energía. Por tanto se debe de hallar el nuevo ángulo que formara el triángulo de potencias. Y con ello el valor de la potencia reactiva total que se desea obtener en la instalación.

$$\cos \varphi_2 = 0,98$$

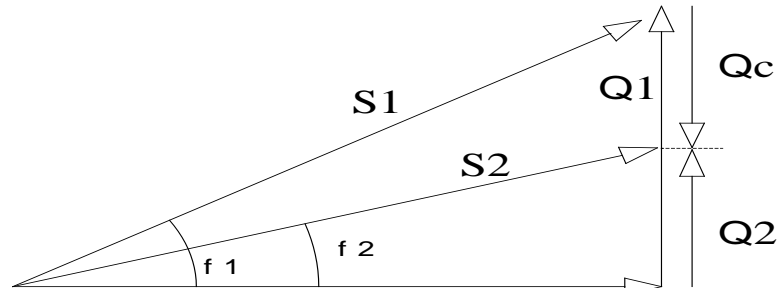
$$\operatorname{ar} \cos \varphi_2 = 11,47^\circ$$

$$Q_2 = P_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = 33.537 \text{VAr}$$

Por tanto la energía reactiva que se debe de compensar mediante una batería de condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 26330 \text{VAr}$$

Por tanto la batería de condensadores que colocaremos tendrá un valor mayor que el calculado.



Pamplona, 28 de diciembre de 2009
Javier Moraga Gómez



ALUMBRADO DE EMERGENCIA

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	Superficie (m ²)	Iluminación media (Lux/m ²) E	Flujo total necesario (lm)	Altura aparatos (m)	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Taller	E	1598,50	5	7992,50	-	350	22,8357	27	11	297
Almacén	E	236,16	5	1180,80	-	350	3,3737	3	11	33
								30		330

CUADRO AUXILIAR 6

	Tipo	Superficie (m ²)	Iluminación media (Lux/m ²) E	Flujo total necesario (lm)	Altura aparatos (m)	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Recepción	E	65,95	5	329,75	2,3	120	2,7479	1	11	11
Sala de espera	E	24,00	5	120,00	2,3	120	1,0000	1	11	11
Aseo 2	E	21,41	5	107,05	2,3	90	1,1894	1	11	11
Aseo 3	E	15,01	5	75,05	2,3	90	0,8339	1	11	11
Pasillo 2	E	50,59	5	252,95	2,3	70	3,6136	2	11	22
Despacho 1	E	24,16	5	120,80	2,3	120	1,0067	1	11	11
Despacho 2	E	24,16	5	120,80	2,3	120	1,0067	1	11	11
Sala de reuniones 1	E	39,78	5	198,90	2,3	120	1,6575	1	11	11
Oficina Técnica	E	273,42	5	1367,10	2,3	120	11,3925	10	11	110
								19		209

CUADRO AUXILIAR 7

	Tipo	Superficie (m ²)	Iluminación media (Lux/m ²) E	Flujo total necesario (lm)	Altura aparatos (m)	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Sala de Juntas	E	29,04	5	145,20	2,3	120	1,2100	1	11	11
Sala Multimedia	E	29,04	5	145,20	2,3	120	1,2100	1	11	11
Aseo 4	E	5,80	5	29,00	2,3	90	0,3222	0	11	0
Aseo 5	E	5,80	5	29,00	2,3	90	0,3222	0	11	0
Despacho 3	E	19,32	5	96,60	2,3	120	0,8050	1	11	11
Despacho 4	E	13,92	5	69,60	2,3	120	0,5800	1	11	11
Despacho 5	E	13,92	5	69,60	2,3	120	0,5800	1	11	11
Despacho 6	E	36,93	5	184,65	2,3	120	1,5388	1	11	11
Despacho 7	E	36,93	5	184,65	2,3	120	1,5388	1	11	11
Pasillo 3	E	42,57	5	212,85	2,3	70	3,0407	4	11	44
Sala de reuniones 2	E	39,78	5	198,90	2,3	120	1,6575	1	11	11
Administración	E	251,37	5	1256,85	2,3	120	10,4738	5	11	55
								17		187



CUADRO AUXILIAR 8

	Tipo	Superficie (m ²)	Iluminación media (Lux/m ²) E	Flujo total necesario (lm)	Altura aparatos (m)	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Vestuario Hombres	E	35,23	5	176,15	2,3	90	1,9572	1	11	11
Vestuario Mujeres	E	15,84	5	79,20	2,3	90	0,8800	1	11	11
Aseo 1	E	9,21	5	46,05	2,3	90	0,5117	1	11	11
Pasillo 1	E	19,10	5	95,50	2,3	70	1,3643	1	11	11
Oficina Producción	E	32,90	5	164,50	2,3	120	1,3708	1	11	11
								5		55

ALUMBRADO INTERIOR

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	Superficie (m2)	Iluminación media (Lux/m2) E	Flujo total necesario (lm)	Cu	Cm	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Taller	A	1598,50	600	959100,00	0,73	0,65	32500	62,1934	61	400	24400
Almacén	A	236,16	600	141696,00	0,73	0,65	32500	9,1884	10	400	4000
									71		28400

CUADRO AUXILIAR 6

	Tipo	Superficie (m2)	Iluminación media (Lux/m2) E	Flujo total necesario (lm)	Cu	Cm	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Recepción	B	65,95	350	23082,50	0,73	0,8	4800	8,2343	9	63	567
Sala de espera	B	24,00	350	8400,00	0,73	0,8	4800	2,9966	4	63	252
Aseo 2	D	21,41	200	4282,00	0,73	0,8	600	12,2203	12	9	108
Aseo 3	D	15,01	200	3002,00	0,73	0,8	600	8,5674	8	9	72
Pasillo 2	C	50,59	350	17706,50	0,73	0,8	6600	4,5938	4	77	308
Despacho 1	B	24,16	350	8456,00	0,5	0,8	4800	4,4042	4	63	252
Despacho 2	B	24,16	350	8456,00	0,5	0,8	4800	4,4042	4	63	252
Sala de reuniones 1	C	39,78	350	13923,00	0,73	0,8	6600	3,6122	3	77	231
Oficina Técnica	B	273,42	550	150381,00	0,73	0,8	4800	53,6462	56	63	3528
									104		5570

CUADRO AUXILIAR 7

	Tipo	Superficie (m2)	Iluminación media (Lux/m2) E	Flujo total necesario (lm)	Cu	Cm	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Sala de Juntas	B	29,04	350	10164,00	0,73	0,8	4800	3,6259	4	63	252
Sala Multimedia	B	29,04	350	10164,00	0,73	0,8	4800	3,6259	4	63	252
Aseo 4	D	5,80	200	1160,00	0,73	0,8	600	3,3105	2	9	18
Aseo 5	D	5,80	200	1160,00	0,73	0,8	600	3,3105	2	9	18
Despacho 3	B	19,32	350	6762,00	0,5	0,8	4800	3,5219	4	63	252
Despacho 4	B	13,92	350	4872,00	0,5	0,8	4800	2,5375	3	63	189
Despacho 5	B	13,92	350	4872,00	0,5	0,8	4800	2,5375	3	63	189
Despacho 6	B	36,93	350	12925,50	0,5	0,8	4800	6,7320	6	63	378
Despacho 7	B	36,93	350	12925,50	0,5	0,8	4800	6,7320	6	63	378
Pasillo 3	C	42,57	350	14899,50	0,73	0,8	6600	3,8656	3	77	231
Sala de reuniones 2	C	39,78	350	13923,00	0,73	0,8	6600	3,6122	3	77	231
Administración	B	251,37	350	87979,50	0,73	0,8	4800	31,3854	35	63	2205
									75		4593

CUADRO AUXILIAR 8

	Tipo	Superficie (m2)	Iluminación media (Lux/m2) E	Flujo total necesario (lm)	Cu	Cm	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Vestuario Hombres	B	35,23	350	12330,50	0,73	0,8	4800	4,3987	6	63	378
Vestuario Mujeres	B	15,84	350	5544,00	0,73	0,8	4800	1,9777	3	63	189
Aseo 1	D	9,21	200	1842,00	0,73	0,8	600	5,2568	5	9	45
Pasillo 1	C	19,10	350	6685,00	0,73	0,8	6600	1,7344	2	77	154
Oficina Producción	B	32,90	500	16450,00	0,73	0,8	4800	5,8683	6	63	378
									22		1144



ALUMBRADO EXTERIOR

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	Superficie (m2)	Iluminación media (Lux/m2) E	Flujo total necesario (lm)	Cu	Cm	Flujo/aparato	Nº aparatos	Nº final	Potencia W	Total W
Zona 1	F	80,00	150	12000,00	0,66	0,6	20500	1,4782	1	250	250
Zona 2	F	100,00	150	15000,00	0,66	0,6	20500	1,8477	2	250	500
Zona 3	F	320,00	150	48000,00	0,66	0,6	20500	5,9128	6	250	1500
Zona 4	F	140,00	150	21000,00	0,66	0,6	20500	2,5868	2	250	500
Zona 5	F	232,00	150	34800,00	0,66	0,6	20500	4,2868	4	250	1000
Zona 6	F	32,28	150	4842,00	0,66	0,6	20500	0,5965	1	250	250
									16		4000

Pamplona, 28 de diciembre de 2009
 Javier Moraga Gómez



ALUMBRADO DE EMERGENCIA

CUADRO AUXILIAR 4

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Recepción	E	65,95	5	1,0	0,8	412,19	120	3,43	4
Sala de espera	E	24,00	5	1,0	0,8	150,00	120	1,25	2
Aseo 2	E	21,41	5	1,0	0,8	133,81	120	1,12	2
Aseo 3	E	15,01	5	1,0	0,8	93,81	120	0,78	1
Pasillo 2	E	50,59	5	1,0	0,8	316,19	120	2,63	3
Despacho 1	E	24,16	5	1,0	0,8	151,00	120	1,26	2
Despacho 2	E	24,16	5	1,0	0,8	151,00	120	1,26	2

CUADRO AUXILIAR 5

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Taller	G	1476,00	5	1,0	0,8	9225,00	350	26,36	28
Almacen	G	236,20	5	1,0	0,8	1476,25	350	4,22	5

CUADRO AUXILIAR 6

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 1	E	39,78	5	1,0	0,8	248,63	120	2,07	2
Oficina Técnica	E	273,42	5	1,0	0,8	1708,88	120	14,24	15

CUADRO AUXILIAR 7

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de reuniones 2	E	39,78	5	1,0	0,8	248,63	120	2,07	2
Administración	E	245,20	5	1,0	0,8	1532,50	120	12,77	13

CUADRO AUXILIAR 8

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Vestuario Hombres	E	35,23	5	1,0	0,8	220,19	120	1,83	2
Vestuario Mujeres	E	15,84	5	1,0	0,8	99,00	120	0,83	1
Aseo 1	E	9,21	5	1,0	0,8	57,56	120	0,48	1
Pasillo 1	E	19,10	5	1,0	0,8	119,38	120	0,99	1
Muelle de carga	E	122,37	5	1,0	0,8	764,81	120	6,37	7
Oficina Produccion	E	32,90	5	1,0	0,8	205,63	120	1,71	2

CUADRO AUXILIAR 9

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Sala de Juntas	E	29,04	5	1,0	0,8	181,50	120	1,51	2
Sala Multimedia	E	29,04	5	1,0	0,8	181,50	120	1,51	2
Aseo 4	E	5,80	5	1,0	0,8	36,25	120	0,30	1
Aseo 5	E	5,80	5	1,0	0,8	36,25	120	0,30	1
Despacho 3	E	19,32	5	1,0	0,8	120,75	120	1,01	1
Despacho 4	E	13,92	5	1,0	0,8	87,00	120	0,73	1
Despacho 5	E	13,92	5	1,0	0,8	87,00	120	0,73	1
Despacho 6	E	36,93	5	1,0	0,8	230,81	120	1,92	2
Despacho 7	E	36,93	5	1,0	0,8	230,81	120	1,92	2
Pasillo 3	E	42,57	5	1,0	0,8	266,06	120	2,22	3

ALUMBRADO EXTERIOR**CUADRO AUXILIAR 5**

	Tipo	S (m ²)	E (Lux/m ²)	fu	fm	Flujo Total (lm)	Flujo/aparato	N	N Final
Zona 1	F	80,00	150	1	0,8	15000,0	20500	0,73	1
Zona 2	F	100,00	150	1	0,8	18750,0	20500	0,91	2
Zona 3	F	320,00	150	1	0,8	60000,0	20500	2,93	4
Zona 4	F	140,00	150	1	0,8	26250,0	20500	1,28	2
Zona 5	F	232,00	150	1	0,8	43500,0	20500	2,12	4
Zona 6	F	32,28	150	1	0,8	6052,5	20500	0,30	1

ALUMBRADO INTERIOR

CUADRO AUXILIAR 4

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B
Encendido Recepción 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	A	340	
Encendido Recepción 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	A	340	
Encendido Recepción 03	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	A	340	
Encendido Sala espera 01	4	1 ~	1,80	1,0	63	454	A	454	
Encendido Aseo 2 - 01	10	1 ~	1,00	1,0	9	90	B		90
Encendido Aseo 2 - 02	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Aseo 2 - 03	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Aseo 3 - 01	6	1 ~	1,00	1,0	9	54	B		54
Encendido Aseo 3 - 02	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Aseo 3 - 03	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Pasillo 2 - 01	4	1 ~	1,80	1,0	63	454	B		454
Encendido Pasillo 2 - 02	4	1 ~	1,80	1,0	63	454	B		454
Encendido Despacho 1 - 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 1 - 02	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 2 - 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 2 - 02	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
	49					3.469			
TOTAL Watios								1.474	1.994
TOTAL Amperios								6,40	8,66

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L4 - A	1 ~	1.474	1,5	20,7	Cu	2x XLPE	1,4	ok	6,40	ok
L4 - B	1 ~	1.994	1,5	19,5	Cu	2x XLPE	1,8	ok	8,66	ok

CUADRO AUXILIAR 5

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA			
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B	C	D
Encendido Taller 01	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	A	3.600			
Encendido Taller 02	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	A	3.600			
Encendido Taller 03	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	A	3.600			
Encendido Taller 04	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	B		3.600		
Encendido Taller 05	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	B		3.600		
Encendido Taller 06	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	B		3.600		
Encendido Taller 07	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	C			3.600	
Encendido Taller 08	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	C			3.600	
Encendido Taller 09	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	C			3.600	
Encendido Taller 10	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	D				3.600
Encendido Taller 11	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	D				3.600
Encendido Almacen 1	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	E				
Encendido Almacen 2	5	3 ~	1,80	1,0	400	3.600	E				
65						46.800					
TOTAL Watios								10.800	10.800	10.800	7.200
TOTAL Amperios								15,58	15,58	15,58	10,39

SECCIONES LINEAS

LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L5 - A	3 ~	10.800	2,5	47,1	Cu	3x XLPE	2,3	ok	15,58	ok
L5 - B	3 ~	10.800	2,5	31,9	Cu	3x XLPE	1,5	ok	15,58	ok
L5 - C	3 ~	10.800	2,5	32,8	Cu	3x XLPE	1,6	ok	15,58	ok
L5 - D	3 ~	7.200	2,5	42,9	Cu	3x XLPE	1,4	ok	10,39	ok
L5 - E	3 ~	7.200	2,5	55,2	Cu	3x XLPE	1,8	ok	10,39	ok

CUADRO AUXILIAR 6

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA			
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B	C	D
Encendido Of. Técnica 01	14	1 ~	1,80	1,0	63	1.588	A	1.588			
Encendido Of. Técnica 02	14	1 ~	1,80	1,0	63	1.588	B		1.588		
Encendido Of. Técnica 03	14	1 ~	1,80	1,0	63	1.588	C			1.588	
Encendido Of. Técnica 04	14	1 ~	1,80	1,0	63	1.588	D				1.588
Encendido Reuniones 1 - 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	A	340			
Encendido Reuniones 1 - 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340		
62						7.031					

TOTAL Watios	1.928	1.928	1.588	1.588
TOTAL Amperios	8,38	8,38	6,90	6,90

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caída deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L6 - A	1 ~	1.928	1,5	31,7	Cu	2x XLPE	2,8	ok	8,38	ok
L6 - B	1 ~	1.928	1,5	27,5	Cu	2x XLPE	2,4	ok	8,38	ok
L6 - C	1 ~	1.588	1,5	24,8	Cu	2x XLPE	1,8	ok	6,90	ok
L6 - D	1 ~	1.588	1,5	24,6	Cu	2x XLPE	1,8	ok	6,90	ok

CUADRO AUXILIAR 7

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B
Encendido Administración 01	8	1 ~	1,80	1,0	63	907	A	907	
Encendido Administración 02	8	1 ~	1,80	1,0	63	907	A	907	
Encendido Administración 03	8	1 ~	1,80	1,0	63	907	B		907
Encendido Administración 04	8	1 ~	1,80	1,0	63	907	B		907
Encendido Reuniones 2 - 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	A	340	
Encendido Reuniones 2 - 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
						38	4.309		
TOTAL Watios								2.155	2.155
TOTAL Amperios								9,36	9,36

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caída deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L7 - A	1 ~	2.155	1,5	26,4	Cu	2x XLPE	2,6	ok	9,36	ok
L7 - B	1 ~	2.155	1,5	20,7	Cu	2x XLPE	2,0	ok	9,36	ok

CUADRO AUXILIAR 8

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B
Encendido Vest. Hombres 1	4	1 ~	1,80	1,0	63	454	B		454
Encendido Vest. Hombres 2	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Vest. Mujeres 1	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Vest. Mujeres 2	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Vest. Mujeres 3	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Aseo 1 - 01	4	1 ~	1,00	1,0	9	36	B		36
Encendido Aseo 1 - 02	1	1 ~	1,00	1,0	9	9	B		9
Encendido Pasillo 1 - 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340

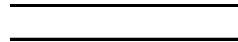
Encendido Of. Producción 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Of. Producción 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Muelle 01	6	3 ~	1,80	1,0	400	4.320	A	4.320	
30		5.341							
TOTAL Watios								4.320	1.991
TOTAL Amperios								6,23	8,65

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L8 - A	3 ~	4.320	1,5	19,4	Cu	3x XLPE	0,6	ok	6,23	ok
L8 - B	1 ~	1.991	1,5	14,0	Cu	2x XLPE	1,3	ok	8,65	ok

CUADRO AUXILIAR 9

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Luminarias	Fases	k	Cos φ	P (unit.)	P (Total)	Linea	A	B
Encendido Sala Juntas 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	A	227	
Encendido Sala Juntas 02	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	A	227	
Encendido Sala Multimedia 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	A	227	
Encendido Sala Multimedia 02	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	A	227	
Encendido Aseo 4 - 01	4	1 ~	1,00	1,0	9	36	A	36	
Encendido Aseo 5 - 01	4	1 ~	1,00	1,0	9	36	A	36	
Encendido Despacho 3 - 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 3 - 02	1	1 ~	1,80	1,0	63	113	B		113
Encendido Despacho 4 - 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 5 - 01	2	1 ~	1,80	1,0	63	227	B		227
Encendido Despacho 6 - 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Despacho 6 - 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Despacho 7 - 01	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Despacho 7 - 02	3	1 ~	1,80	1,0	63	340	B		340
Encendido Pasillo 3 - 01	5	1 ~	1,80	1,0	63	567	A	567	
Encendido Pasillo 3 - 02	4	1 ~	1,80	1,0	63	454	A	454	
Encendido Pasillo 3 - 03	1	1 ~	1,80	1,0	63	113	A	113	
45		4.268							
TOTAL Watios								2.113	2.155
TOTAL Amperios								9,18	9,36

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caída deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
L9 - A	1 ~	2.113	1,5	20,8	Cu	2x XLPE	2,0	ok	9,18	ok
L9 - B	1 ~	2.155	1,5	22,9	Cu	2x XLPE	2,2	ok	9,36	ok





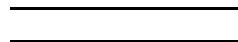
E

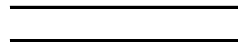
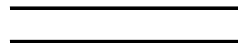


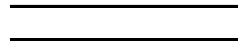
3.600

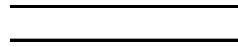
3.600

7.200
10,39









lcc max

CUADRO AUXILIAR 1

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
COMPRESOR	L1 - MQ1	2,3	1,5	0,00035	0,01323	0,02738	0,00045	0,03077
FRESADORA	L1 - MQ2	12,3	1,5	0,00035	0,01323	0,14679	0,00045	0,14746
TALADRO 1	L1 - MQ3	12,3	1,5	0,00035	0,01323	0,14619	0,00045	0,14686
TALADRO 2	L1 - MQ4	13,8	1,5	0,00035	0,01323	0,16429	0,00045	0,16489
ESMERIL 1	L1 - MQ5	12,2	1,5	0,00035	0,01323	0,14488	0,00045	0,14555
TOMA 1F 25 A	L1 - 25A	12,0	2,5	0,00035	0,01323	0,08571	0,00045	0,08685
CUADRO AUXILIAR 1	L1	30,0	16	0,00035	0,01323	0,03348	0,00015	0,03693

CUADRO AUXILIAR 2

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
SIERRA 1	L2 - MQ1	11,2	1,5	0,00035	0,01323	0,13333	0,00045	0,13407
SIERRA 2	L2 - MQ2	12,8	1,5	0,00035	0,01323	0,15202	0,00045	0,15267
TALADRO 3	L2 - MQ3	14,2	1,5	0,00035	0,01323	0,16857	0,00045	0,16915
RECTIFICADORA	L2 - MQ4	13,2	2,5	0,00035	0,01323	0,09457	0,00045	0,09560
ESMERIL 2	L2 - MQ5	10,8	1,5	0,00035	0,01323	0,12857	0,00045	0,12933
TOMA 1F 25 A	L2 - 25A	12,0	2,5	0,00035	0,01323	0,08571	0,00045	0,08685
TOMA 3F 32 A	L2 - 32A	10,0	4	0,00035	0,01323	0,04464	0,00045	0,04679
CUADRO AUXILIAR 2	L2	48,0	25	0,00035	0,01323	0,03429	0,00015	0,03693

CUADRO AUXILIAR 3

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
TORNO 1	L3 - MQ1	9,1	4	0,00035	0,01323	0,04071	0,00045	0,04306
TORNO 2	L3 - MQ2	13,6	4	0,00035	0,01323	0,06080	0,00045	0,06240
TOMA 1F 25 A	L3 - 25A	12,0	2,5	0,00035	0,01323	0,08571	0,00045	0,08685
CUADRO AUXILIAR 3	L3	70,0	25	0,00035	0,01323	0,05000	0,00015	0,05185

CUADRO AUXILIAR 4

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
PUENTE GRUA 1	L4 - MQ1	46,0	2,5	0,00035	0,01323	0,32857	0,00045	0,32886
PUENTE GRUA 2	L4 - MQ2	26,6	1,5	0,00035	0,01323	0,31667	0,00045	0,31698
PUENTE GRUA 3	L4 - MQ3	39,5	1,5	0,00035	0,01323	0,47012	0,00045	0,47033
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - A	20,7	1,5	0,00035	0,01323	0,24643	0,00045	0,24682
ALUMBRADO INTERIOR	L4 - B	19,5	1,5	0,00035	0,01323	0,23214	0,00045	0,23256

ALUMBRADO EMERGENCIA	L4 - X	20,7	1,5	0,00035	0,01323	0,24643	0,00045	0,24682
TOMA PC	L4 - PC1	18,0	1,5	0,00035	0,01323	0,21429	0,00045	0,21475
TOMA OU	L4 - OU1	22,0	1,5	0,00035	0,01323	0,26190	0,00045	0,26227
CUADRO AUXILIAR 4	L4	57,0	16	0,00035	0,01323	0,06362	0,00015	0,06508

CUADRO AUXILIAR 5

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - A	47,1	2,5	0,00035	0,01323	0,33643	0,00045	0,33672
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - B	31,9	2,5	0,00035	0,01323	0,22786	0,00045	0,22829
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - C	32,8	2,5	0,00035	0,01323	0,23429	0,00045	0,23470
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - D	42,9	2,5	0,00035	0,01323	0,30643	0,00045	0,30675
ALUMBRADO INTERIOR	L5 - E	55,2	2,5	0,00035	0,01323	0,39407	0,00045	0,39431
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - F	57,1	1,5	0,00035	0,01323	0,67976	0,00045	0,67990
ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - G	48,3	1,5	0,00035	0,01323	0,57500	0,00045	0,57517
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - X	48,3	1,5	0,00035	0,01323	0,57500	0,00045	0,57517
ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - Y	50,8	1,5	0,00035	0,01323	0,60476	0,00045	0,60492
CUADRO AUXILIAR 5	L5	49,0	16	0,00035	0,01323	0,05469	0,00015	0,05639

CUADRO AUXILIAR 6

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - A	31,7	1,5	0,00035	0,01323	0,37738	0,00045	0,37764
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - B	27,5	1,5	0,00035	0,01323	0,32738	0,00045	0,32768
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - C	24,8	1,5	0,00035	0,01323	0,29524	0,00045	0,29557
ALUMBRADO INTERIOR	L6 - D	24,6	1,5	0,00035	0,01323	0,29286	0,00045	0,29319
ALUMBRADO EMERGENCIA	L6 - X	31,2	1,5	0,00035	0,01323	0,37143	0,00045	0,37169
TOMA PC	L6 - PC1	30,0	2,5	0,00035	0,01323	0,21429	0,00045	0,21474
TOMA PC	L6 - PC2	23,0	2,5	0,00035	0,01323	0,16429	0,00045	0,16489
TOMA PC	L6 - PC3	16,0	1,5	0,00035	0,01323	0,19048	0,00045	0,19099
TOMA PC	L6 - PC4	12,0	1,5	0,00035	0,01323	0,14286	0,00045	0,14354
TOMA PC	L6 - PC5	9,0	1,5	0,00035	0,01323	0,10714	0,00045	0,10805
TOMA OU	L6 - OU1	27,0	1,5	0,00035	0,01323	0,32143	0,00045	0,32173
CUADRO AUXILIAR 6	L6	20,0	25	0,00035	0,01323	0,01429	0,00015	0,01981

CUADRO AUXILIAR 7

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20°)	Zaut (j)	Zd
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - A	26,4	1,5	0,00035	0,01323	0,31429	0,00045	0,31460

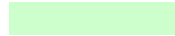
ALUMBRADO INTERIOR	L7 - B	20,7	1,5	0,00035	0,01323	0,24679	0,00045	0,24718
ALUMBRADO EMERGENCIA	L7 - X	27,7	1,5	0,00035	0,01323	0,32976	0,00045	0,33005
TOMA PC	L7 - PC1	24,0	2,5	0,00035	0,01323	0,17143	0,00045	0,17200
TOMA PC	L7 - PC2	19,0	1,5	0,00035	0,01323	0,22619	0,00045	0,22662
TOMA PC	L7 - PC3	13,0	1,5	0,00035	0,01323	0,15476	0,00045	0,15539
TOMA OU	L7 - OU1	25,0	1,5	0,00035	0,01323	0,29762	0,00045	0,29795
CUADRO AUXILIAR 7	L7	25,0	16	0,00035	0,01323	0,02790	0,00015	0,03109

CUADRO AUXILIAR 8

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20º)	Zaut (j)	Zd
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - A	19,4	1,5	0,00035	0,01323	0,23095	0,00045	0,23137
ALUMBRADO INTERIOR	L8 - B	14,0	1,5	0,00035	0,01323	0,16667	0,00045	0,16725
ALUMBRADO EMERGENCIA	L8 - X	22,3	1,5	0,00035	0,01323	0,26548	0,00045	0,26585
TOMA PC	L8 - PC1	6,0	2,5	0,00035	0,01323	0,04286	0,00045	0,04509
TOMA OU	L8 - OU1	9,0	1,5	0,00035	0,01323	0,10714	0,00045	0,10800
CUADRO AUXILIAR 8	L8	79,0	6	0,00035	0,01323	0,23512	0,00015	0,23550

CUADRO AUXILIAR 9

		Longitud (m)	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zl (20º)	Zaut (j)	Zd
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - A	20,8	1,5	0,00035	0,01323	0,24762	0,00045	0,24801
ALUMBRADO INTERIOR	L9 - B	22,9	1,5	0,00035	0,01323	0,27262	0,00045	0,27298
ALUMBRADO EMERGENCIA	L9 - X	18,2	1,5	0,00035	0,01323	0,21667	0,00045	0,21712
TOMA PC	L9 - PC1	19,0	2,5	0,00035	0,01323	0,13571	0,00045	0,13643
TOMA OU	L9 - OU1	22,0	1,5	0,00035	0,01323	0,26190	0,00045	0,26227
CUADRO AUXILIAR 9	L9	62,0	10	0,00035	0,01323	0,11071	0,00015	0,11155



lcc max
7881,9
1644,4
1651,1
1470,6
1666,0
2792,0
6566,1

R	j
0,02738	0,01403
0,14679	0,01403
0,14619	0,01403
0,16429	0,01403
0,14488	0,01403
0,08571	0,01403
0,03348	0,01373

C	1,00
Us	420
Sc (MVA)	500
Ucc	6%
S	800 KVA



lcc max
1808,7
1588,4
1433,6
2536,5
1874,9
2792,0
5182,5
6566,1

0,13333	0,01403
0,15202	0,01403
0,16857	0,01403
0,09457	0,01403
0,12857	0,01403
0,08571	0,01403
0,04464	0,01403
0,03429	0,01373



lcc max
5631,5
3886,2
2792,0
4676,7

0,04071	0,01403
0,06080	0,01403
0,08571	0,01403
0,05000	0,01373



lcc max
737,4
765,0
515,6
982,4
1042,7

0,32857	0,01403
0,31667	0,01403
0,47012	0,01403
0,24643	0,01403
0,23214	0,01403

982,4	0,24643	0,01403
1129,2	0,21429	0,01403
924,6	0,26190	0,01403
3726,0	0,06362	0,01373

lcc max		
720,1	0,33643	0,01403
1062,2	0,22786	0,01403
1033,2	0,23429	0,01403
790,5	0,30643	0,01403
615,0	0,39407	0,01403
356,7	0,67976	0,01403
421,6	0,57500	0,01403
421,6	0,57500	0,01403
400,9	0,60476	0,01403
4300,4	0,05469	0,01373

lcc max		
642,1	0,37738	0,01403
740,0	0,32738	0,01403
820,4	0,29524	0,01403
827,1	0,29286	0,01403
652,4	0,37143	0,01403
1129,2	0,21429	0,01403
1470,6	0,16429	0,01403
1269,6	0,19048	0,01403
1689,3	0,14286	0,01403
2244,2	0,10714	0,01403
753,7	0,32143	0,01403
12240,6	0,01429	0,01373

lcc max		
770,8	0,31429	0,01403

981,0	0,24679	0,01403
734,7	0,32976	0,01403
1409,8	0,17143	0,01403
1070,0	0,22619	0,01403
1560,5	0,15476	0,01403
813,9	0,29762	0,01403
7799,5	0,02790	0,01373

lcc max		
1048,0	0,23095	0,01403
1449,8	0,16667	0,01403
912,1	0,26548	0,01403
5377,8	0,04286	0,01403
2245,3	0,10714	0,01403
1029,7	0,23512	0,01373

lcc max		
977,7	0,24762	0,01403
888,3	0,27262	0,01403
1116,8	0,21667	0,01403
1777,4	0,13571	0,01403
924,6	0,26190	0,01403
2173,8	0,11071	0,01373

CUADROS AUXILIARES

SECCIONES LINEAS									
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad
CA1	3 ~	37.471	16	30,0	Cu	3x XLPE	0,8	ok	70,06
CA2	3 ~	58.794	25	48,0	Cu	3x XLPE	1,3	ok	100,84
CA3	3 ~	45.206	25	70,0	Cu	3x XLPE	1,4	ok	81,22
CA4	3 ~	27.341	16	57,0	Cu	3x XLPE	1,1	ok	60,34
CA5	3 ~	53.463	16	49,0	Cu	3x XLPE	1,8	ok	78,17
CA6	3 ~	23.443	25	20,0	Cu	3x XLPE	0,2	ok	101,90
CA7	3 ~	14.099	16	25,0	Cu	3x XLPE	0,2	ok	61,27
CA8	3 ~	10.615	6	79,0	Cu	3x XLPE	1,6	ok	33,58
CA9	3 ~	10.844	10	62,0	Cu	3x XLPE	0,8	ok	47,12



--

Crit. Térmico

ok
ok
ok
ok
ok
ok
ok
ok
ok
ok

RELACION DE POTENCIAS

		(W)	Cosφ	(Var)			(W)	Cosφ
COMPRESOR	L1 - MQ1	7.500	0,85	3.210	ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - F	3.150	1,00
FRESADORA	L1 - MQ2	7.500	0,85	3.210	ALUMBRADO EXTERIOR	L5 - G	3.150	1,00
TALADRO 1	L1 - MQ3	2.500	0,85	1.070	ALUMBRADO EMERGENCIA	L4 - X	176	1,00
TALADRO 2	L1 - MQ4	2.500	0,85	1.070	ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - X	176	1,00
ESMERIL 1	L1 - MQ5	5.300	0,85	2.269	ALUMBRADO EMERGENCIA	L5 - Y	187	1,00
SIERRA 1	L2 - MQ1	4.000	0,85	1.712	ALUMBRADO EMERGENCIA	L6 - X	187	1,00
SIERRA 2	L2 - MQ2	4.000	0,85	1.712	ALUMBRADO EMERGENCIA	L7 - X	165	1,00
TALADRO 3	L2 - MQ3	2.500	0,85	1.070	ALUMBRADO EMERGENCIA	L8 - X	154	1,00
RECTIFICADORA	L2 - MQ4	10.000	0,85	4.281	ALUMBRADO EMERGENCIA	L9 - X	176	1,00
ESMERIL 2	L2 - MQ5	5.300	0,85	2.269	ALUMBRADO INTERIOR	L4 - A	1.474	1,00
TORNO 1	L3 - MQ1	15.000	0,85	6.421	ALUMBRADO INTERIOR	L4 - B	1.994	1,00
TORNO 2	L3 - MQ2	15.000	0,85	6.421	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - A	10.800	1,00
PUENTE GRUA 1	L4 - MQ1	6.500	0,85	2.782	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - B	10.800	1,00
PUENTE GRUA 2	L4 - MQ2	4.500	0,85	1.926	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - C	10.800	1,00
PUENTE GRUA 3	L4 - MQ3	4.500	0,85	1.926	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - D	7.200	1,00
TOMA 1F 25 A	L1 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L5 - E	7.200	1,00
TOMA 1F 25 A	L2 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - A	1.928	1,00
TOMA 3F 32 A	L2 - 32A	20.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - B	1.928	1,00
TOMA 1F 25 A	L3 - 25A	5.500	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - C	1.588	1,00
TOMA PC	L4 - PC1	1.800	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L6 - D	1.588	1,00
TOMA OU	L4 - OU1	1.750	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L7 - A	2.155	1,00
TOMA PC	L6 - PC1	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L7 - B	2.155	1,00
TOMA PC	L6 - PC2	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L8 - A	4.320	1,00
TOMA PC	L6 - PC3	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L8 - B	1.991	1,00
TOMA PC	L6 - PC4	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L9 - A	2.113	1,00
TOMA PC	L6 - PC5	3.000	1,00	0	ALUMBRADO INTERIOR	L9 - B	2.155	1,00
TOMA OU	L6 - OU1	1.225	1,00	0				
TOMA PC	L7 - PC1	3.000	1,00	0				
TOMA PC	L7 - PC2	3.000	1,00	0				
TOMA PC	L7 - PC3	2.400	1,00	0				
TOMA OU	L7 - OU1	1.225	1,00	0				
TOMA PC	L8 - PC1	2.400	1,00	0				
TOMA OU	L8 - OU1	1.750	1,00	0				
TOMA PC	L9 - PC1	3.600	1,00	0				
TOMA OU	L9 - OU1	2.800	1,00	0				
					TOTAL ENERGIA ACTIVA			
					TOTAL ENERGIA REACTIVA			



(Var)	P	P		
0	8.824	3150	0,554811033	31,78833062
0	8.824	3150	0,554811033	31,78833062
	2.941		0,554811033	31,78833062
0	2.941	176	0,554811033	31,78833062
0	6.235	176	0,554811033	31,78833062
0	4.706	187	0,554811033	31,78833062
0	4.706	187	0,554811033	31,78833062
0	2.941	165	0,554811033	31,78833062
0	11.765	154	0,554811033	31,78833062
0	6.235	176	0,554811033	31,78833062
	17.647		0,554811033	31,78833062
0	17.647	1474,2	0,554811033	31,78833062
0	7.647	1994,4	0,554811033	31,78833062
0	5.294	10800	0,554811033	31,78833062
0	5.294	10800	0,554811033	31,78833062
0		10800		
0	5.500	7200		
0	5.500	7200		
0	20.000	1927,8		
0	5.500	1927,8		
0	1.800	1587,6		
0	1.750	1587,6		
0	3.000	2154,6		
0	3.000	2154,6		
0	3.000	4320		
0	3.000	1990,8		
0	3.000	2113,2		
0	1.225	2154,6		
	3.000			
252.758	3.000			
	2.400			
41.351	1.225			
	2.400			
	1.750			
	3.600			
	2.800			

MAQUINARIA

CUADRO AUXILIAR 1

	Activa (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	Cos φ	(V)	Tensión	I (A)	K	ladm (A)	LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
Compresor	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,25	15,92	L1 - MQ1	3 ~	11.029	1,5	2,3	Cu	3x XLPE	0,2	ok	15,92	ok
Fresadora	7500	4648	8824	0,85	400	0,6/1KV	12,74	1,00	12,74	L1 - MQ2	3 ~	8.824	1,5	12,3	Cu	3x XLPE	0,8	ok	12,74	ok
Taladro 1	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25	L1 - MQ3	3 ~	2.941	1,5	12,3	Cu	3x XLPE	0,3	ok	4,25	ok
Taladro 2	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25	L1 - MQ4	3 ~	2.941	1,5	13,8	Cu	3x XLPE	0,3	ok	4,25	ok
Esmeril 1	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00	L1 - MQ5	3 ~	6.235	1,5	12,2	Cu	3x XLPE	0,6	ok	9,00	ok

CUADRO AUXILIAR 2

	Activa (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	Cos φ	(V)	Tensión	I (A)	K	ladm (A)	LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
Sierra 1	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79	L2 - MQ1	3 ~	4.706	1,5	11,2	Cu	3x XLPE	0,4	ok	6,79	ok
Sierra 2	4000	2479	4706	0,85	400	0,6/1KV	6,79	1,00	6,79	L2 - MQ2	3 ~	4.706	1,5	12,8	Cu	3x XLPE	0,4	ok	6,79	ok
Taladro 3	2500	1549	2941	0,85	400	0,6/1KV	4,25	1,00	4,25	L2 - MQ3	3 ~	2.941	1,5	14,2	Cu	3x XLPE	0,3	ok	4,25	ok
Rectificadora	10000	6197	11765	0,85	400	0,6/1KV	16,98	1,25	21,23	L2 - MQ4	3 ~	14.706	2,5	13,2	Cu	3x XLPE	0,9	ok	21,23	ok
Esmeril 2	5300	3285	6235	0,85	400	0,6/1KV	9,00	1,00	9,00	L2 - MQ5	3 ~	6.235	1,5	10,8	Cu	3x XLPE	0,5	ok	9,00	ok

CUADRO AUXILIAR 3

	Activa (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	Cos φ	(V)	Tensión	I (A)	K	ladm (A)	LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
Torno 1	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,25	31,84	L3 - MQ1	3 ~	22.059	4	9,1	Cu	3x XLPE	0,6	ok	31,84	ok
Torno 2	15000	9296	17647	0,85	400	0,6/1KV	25,47	1,00	25,47	L3 - MQ2	3 ~	17.647	4	13,6	Cu	3x XLPE	0,7	ok	25,47	ok

CUADRO AUXILIAR 4

	Activa (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	Cos φ	(V)	Tensión	I (A)	K	ladm (A)	LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Criterio CDT	Intensidad	Criterio Térmico
Puente Grúa 1	6500	4028	7647	0,85	400	0,6/1KV	11,04	1,25	13,80	L4 - MQ1	3 ~	9.559	2,5	46,0	Cu	3x XLPE	2,0	ok	13,80	ok
Puente Grúa 2	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64	L4 - MQ2	3 ~	5.294	1,5	26,6	Cu	3x XLPE	1,0	ok	7,64	ok
Puente Grúa 3	4500	2789	5294	0,85	400	0,6/1KV	7,64	1,00	7,64	L4 - MQ3	3 ~	5.294	1,5	39,5	Cu	3x XLPE	1,6	ok	7,64	ok

TOMAS DE CORRIENTE

CUADRO AUXILIAR 1

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA			
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	S (Total)	Linea	Linea 25 A			
Toma 25 Amp	2	2.750	1 ~	1,0	5.500	5.500	25A	5.500			
					2	5.500					
					TOTAL Watios			5.500			
					TOTAL Amperios			23,91			
SECCIONES LINEAS											
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico	
L1 - 25A	1 ~	5.500	2,5	12,0	Cu	2x XLPE	1,8	ok	23,91	ok	

CUADRO AUXILIAR 2

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA			
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	S (Total)	Linea	Linea 25 A	Linea 32 A		
Toma 25 Amp	2	2.750	1 ~	1,0	5.500	5.500	25A	5.500			
Toma 32 Amp	2	10.000	3 ~	1,0	20.000	20.000	32A		20.000		
					4	25.500					
					TOTAL Watios			5.500	20.000		
					TOTAL Amperios			23,91	28,87		
SECCIONES LINEAS											
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico	
L2- 25A	1 ~	5.500	2,5	12,0	Cu	2x XLPE	1,8	ok	23,91	ok	
L2 - 32A	3 ~	20.000	4	10,0	Cu	3x XLPE	0,6	ok	28,87	ok	

CUADRO AUXILIAR 3

DISTRIBUCION LINEAS								POTENCIA POR LINEA			
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	S (Total)	Linea	Linea 25 A			
Toma 25 Amp	2	2.750	1 ~	1,0	5.500	5.500	25A	5.500			
					2	5.500					
					TOTAL Watios			5.500			
					TOTAL Amperios			23,91			
SECCIONES LINEAS											
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico	
L3 - 25A	1 ~	5.500	2,5	12,0	Cu	2x XLPE	1,8	ok	23,91	ok	

CUADRO AUXILIAR 4

DISTRIBUCION LINEAS							POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	Linea	Linea PC 1	Linea O.U. 1
Toma PC 01 - Recepción	2	300	1~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 02 - Despacho 1	2	300	1~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 03 - Despacho 2	2	300	1~	1,0	600	PC1	600	
Toma O.U. 01 - Recepción	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 02 - Recepción	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 03 - Despacho 1	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 06 - Despacho 2	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 07 - Sala	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 08 - Aseo 2	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 08 - Aseo 2	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 09 - Aseo 3	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 10 - Pasillo 2	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 10 - Pasillo 2	1	175	1~	1,0	175	OU1		175
16					3.550			
TOTAL Watios							1.800	1.750
TOTAL Amperios							7,83	7,61

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico
L4 - PC1	1~	1.800	1,5	18,0	Cu	2x XLPE	1,5	ok	7,83	ok
L4 - OU1	1~	1.750	1,5	22,0	Cu	2x XLPE	1,7	ok	7,61	ok

CUADRO AUXILIAR 6

DISTRIBUCION LINEAS							POTENCIA POR LINEA					
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	Linea	Linea PC 1	Linea PC 2	Linea PC 3	Linea PC 4	Linea PC 5	Linea O.U. 1
Toma P.C. 01	2	300	1~	1,0	600	PC1	600					
Toma P.C. 02	2	300	1~	1,0	600	PC1	600					
Toma P.C. 03	2	300	1~	1,0	600	PC1	600					
Toma P.C. 04	2	300	1~	1,0	600	PC1	600					
Toma P.C. 05	2	300	1~	1,0	600	PC1	600					
Toma P.C. 06	2	300	1~	1,0	600	PC2		600				
Toma P.C. 07	2	300	1~	1,0	600	PC2		600				
Toma P.C. 08	2	300	1~	1,0	600	PC2		600				
Toma P.C. 09	2	300	1~	1,0	600	PC2		600				
Toma P.C. 10	2	300	1~	1,0	600	PC2		600				
Toma P.C. 11	2	300	1~	1,0	600	PC3			600			
Toma P.C. 12	2	300	1~	1,0	600	PC3			600			

Toma P.C. 13	2	300	1 ~	1,0	600	PC3	600				
Toma P.C. 14	2	300	1 ~	1,0	600	PC3	600				
Toma P.C. 15	2	300	1 ~	1,0	600	PC3	600				
Toma P.C. 16	2	300	1 ~	1,0	600	PC4				600	
Toma P.C. 17	2	300	1 ~	1,0	600	PC4				600	
Toma P.C. 18	2	300	1 ~	1,0	600	PC4				600	
Toma P.C. 19	2	300	1 ~	1,0	600	PC4				600	
Toma P.C. 20	2	300	1 ~	1,0	600	PC4				600	
Toma P.C. 21	2	300	1 ~	1,0	600	PC5					600
Toma P.C. 22	2	300	1 ~	1,0	600	PC5					600
Toma P.C. 23	2	300	1 ~	1,0	600	PC5					600
Toma P.C. 24	2	300	1 ~	1,0	600	PC5					600
Toma P.C. Sala Reuniones	2	300	1 ~	1,0	600	PC5					600

Toma O.U. 01	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 02	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 03	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 04	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 05	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 06	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175
Toma O.U. 07	1	175	1 ~	1,0	175	OU1					175

57	16.225											
TOTAL Watios							3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.225
TOTAL Amperios							13,04	13,04	13,04	13,04	13,04	5,33

SECCIONES LINEAS											
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caída deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico	
L6 - PC1	1 ~	3.000	2,5	30,0	Cu	2x XLPE	2,4	ok	13,04	ok	
L6 - PC2	1 ~	3.000	2,5	23,0	Cu	2x XLPE	1,9	ok	13,04	ok	
L6 - PC3	1 ~	3.000	1,5	16,0	Cu	2x XLPE	2,2	ok	13,04	ok	
L6 - PC4	1 ~	3.000	1,5	12,0	Cu	2x XLPE	1,6	ok	13,04	ok	
L6 - PC5	1 ~	3.000	1,5	9,0	Cu	2x XLPE	1,2	ok	13,04	ok	
L6 - OU1	1 ~	1.225	1,5	27,0	Cu	2x XLPE	1,5	ok	5,33	ok	

CUADRO AUXILIAR 8

DISTRIBUCION LINEAS							POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	Linea	Linea PC 1	Linea O.U. 1
Toma P.C. 01 - Of. Producción	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma P.C. 02 - Of. Producción	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma P.C. 03 - Of. Producción	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma P.C. 04 - Of. Producción	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma O.U. 01 - Of. Producción	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 02 - Of. Producción	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 03 - Muelle	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 04 - Muelle	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 05 - Pasillo 1	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 06 - Aseo 1	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175

Toma O.U. 07 - Aseo 1	1	175	1 ~	1,0	175	OU1	175
Toma O.U. 08 - Vestuarios	1	175	1 ~	1,0	175	OU1	175
Toma O.U. 09 - Vestuarios	1	175	1 ~	1,0	175	OU1	175
Toma O.U. 10 - Vestuarios	1	175	1 ~	1,0	175	OU1	175

18	4.150
----	-------

TOTAL Watios	2.400	1.750
TOTAL Amperios	10,43	7,61

SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico
L8 - PC1	1 ~	2.400	2,5	6,0	Cu	2x XLPE	0,4	ok	10,43	ok
L8 - OU1	1 ~	1.750	1,5	9,0	Cu	2x XLPE	0,7	ok	7,61	ok

CUADRO AUXILIAR 7

DISTRIBUCION LINEAS						
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	Linea
Toma P.C. 01	2	300	1 ~	1,0	600	PC1
Toma P.C. 02	2	300	1 ~	1,0	600	PC1
Toma P.C. 03	2	300	1 ~	1,0	600	PC1
Toma P.C. 04	2	300	1 ~	1,0	600	PC1
Toma P.C. 05	2	300	1 ~	1,0	600	PC1
Toma P.C. 06	2	300	1 ~	1,0	600	PC2
Toma P.C. 07	2	300	1 ~	1,0	600	PC2
Toma P.C. 08	2	300	1 ~	1,0	600	PC2
Toma P.C. 09	2	300	1 ~	1,0	600	PC2
Toma P.C. 10	2	300	1 ~	1,0	600	PC2
Toma P.C. 11	2	300	1 ~	1,0	600	PC3
Toma P.C. 12	2	300	1 ~	1,0	600	PC3
Toma P.C. Sala Reuniones 01	2	300	1 ~	1,0	600	PC3
Toma P.C. Sala Reuniones 02	2	300	1 ~	1,0	600	PC3
Toma O.U. 01	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 02	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 03	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 04	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 05	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 06	1	175	1 ~	1,0	175	OU1
Toma O.U. 07	1	175	1 ~	1,0	175	OU1

POTENCIA POR LINEA			
Linea PC 1	Linea PC 2	Linea PC 3	Linea O.U. 1
600			175
600			175
600			175
600			175
600			175
	600		
	600		
	600		
	600		
	600		
		600	
		600	
		600	
		600	
			175
			175
			175
			175
			175
			175
			175

35	9.625
----	-------

TOTAL Watios	3.000	3.000	2.400	1.225
TOTAL Amperios	13,04	13,04	10,43	5,33

SECCIONES LINEAS										
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico
L7 - PC1	1 ~	3.000	2,5	24,0	Cu	2x XLPE	1,9	ok	13,04	ok
L7 - PC2	1 ~	3.000	1,5	19,0	Cu	2x XLPE	2,6	ok	13,04	ok
L7 - PC3	1 ~	2.400	1,5	13,0	Cu	2x XLPE	1,4	ok	10,43	ok
L7 - OU1	1 ~	1.225	1,5	25,0	Cu	2x XLPE	1,4	ok	5,33	ok

CUADRO AUXILIAR 9

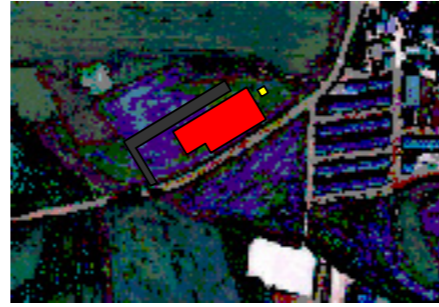
DISTRIBUCION LINEAS							POTENCIA POR LINEA	
ENCENDIDO	Nº Tomas	P (unit.)	Fases	Cos φ	P (Total)	Linea	Linea PC 1	Linea O.U. 1
Toma PC 01 - Multimedia	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 02 - Despacho3	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 03- Despacho4	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 04 - Despacho5	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 05 - Despacho6	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma PC 06 - Despacho7	2	300	1 ~	1,0	600	PC1	600	
Toma O.U. 01 - Juntas	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 02 - Juntas	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 03 - Multimedia	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 04 - Multimedia	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 05 - Aseo 4	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 06 - Aseo 5	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 07 - Despacho 3	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 08 - Despacho 4	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 09 - Despacho 5	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 10 - Despacho 6	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 11 - Despacho 6	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 12 - Despacho 7	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 13 - Despacho 7	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 14 - Pasillo 3	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175
Toma O.U. 15 - Pasillo 3	1	175	1 ~	1,0	175	OU1		175

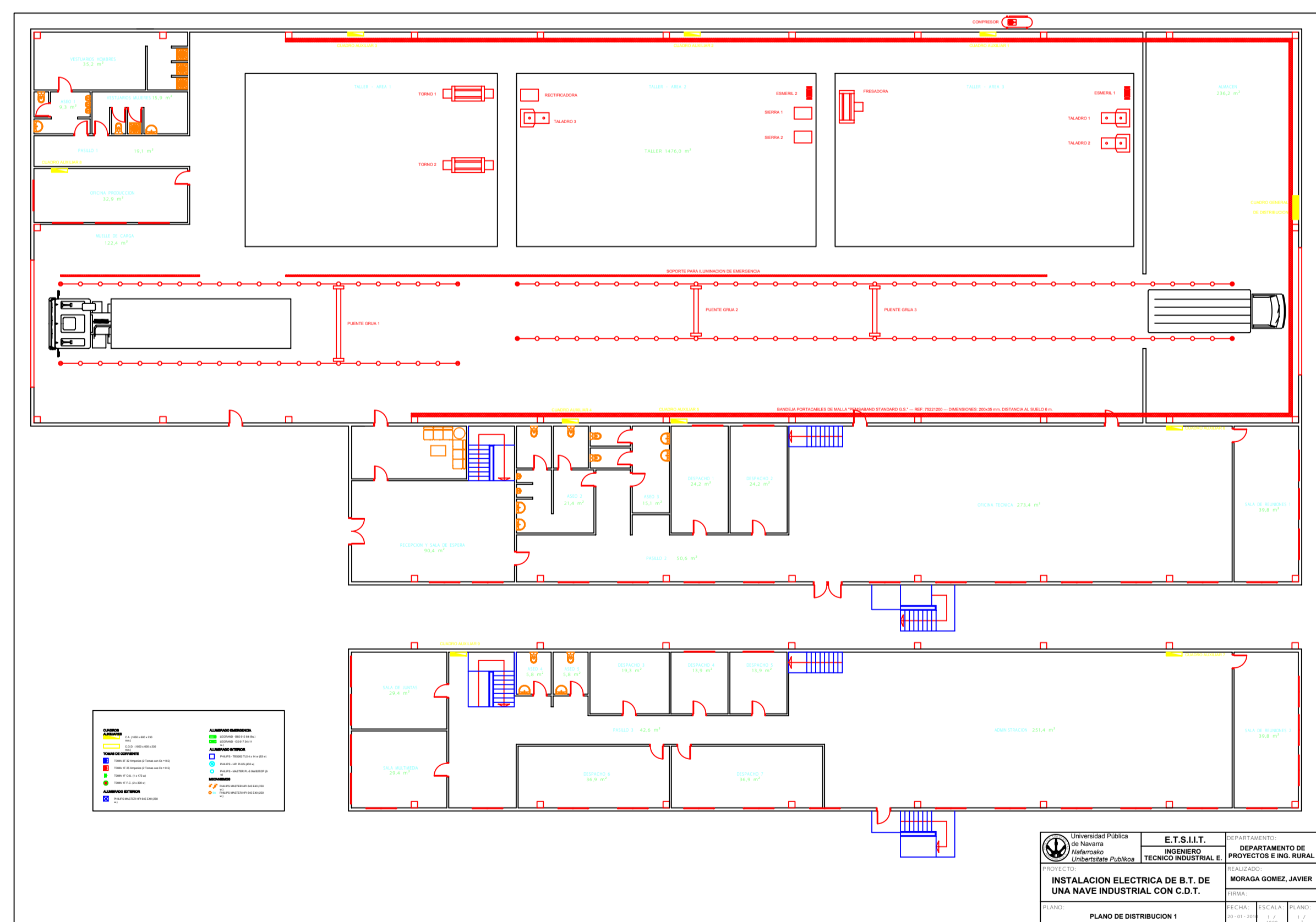
Toma O.U. 16 - Pasillo 3	1	175	1 ~	1,0	175	OU1			175
--------------------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	-----

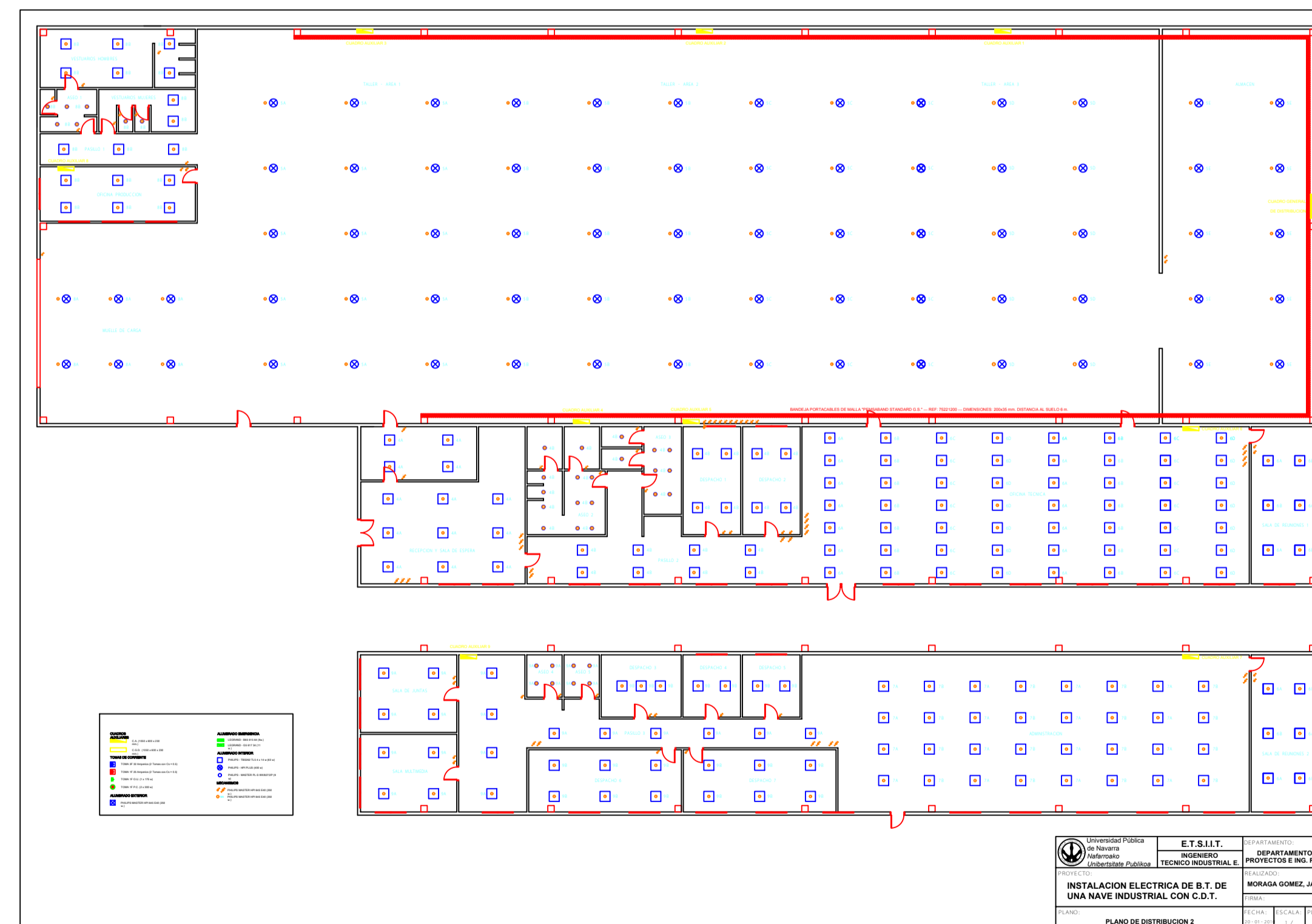
28	6.400
----	-------

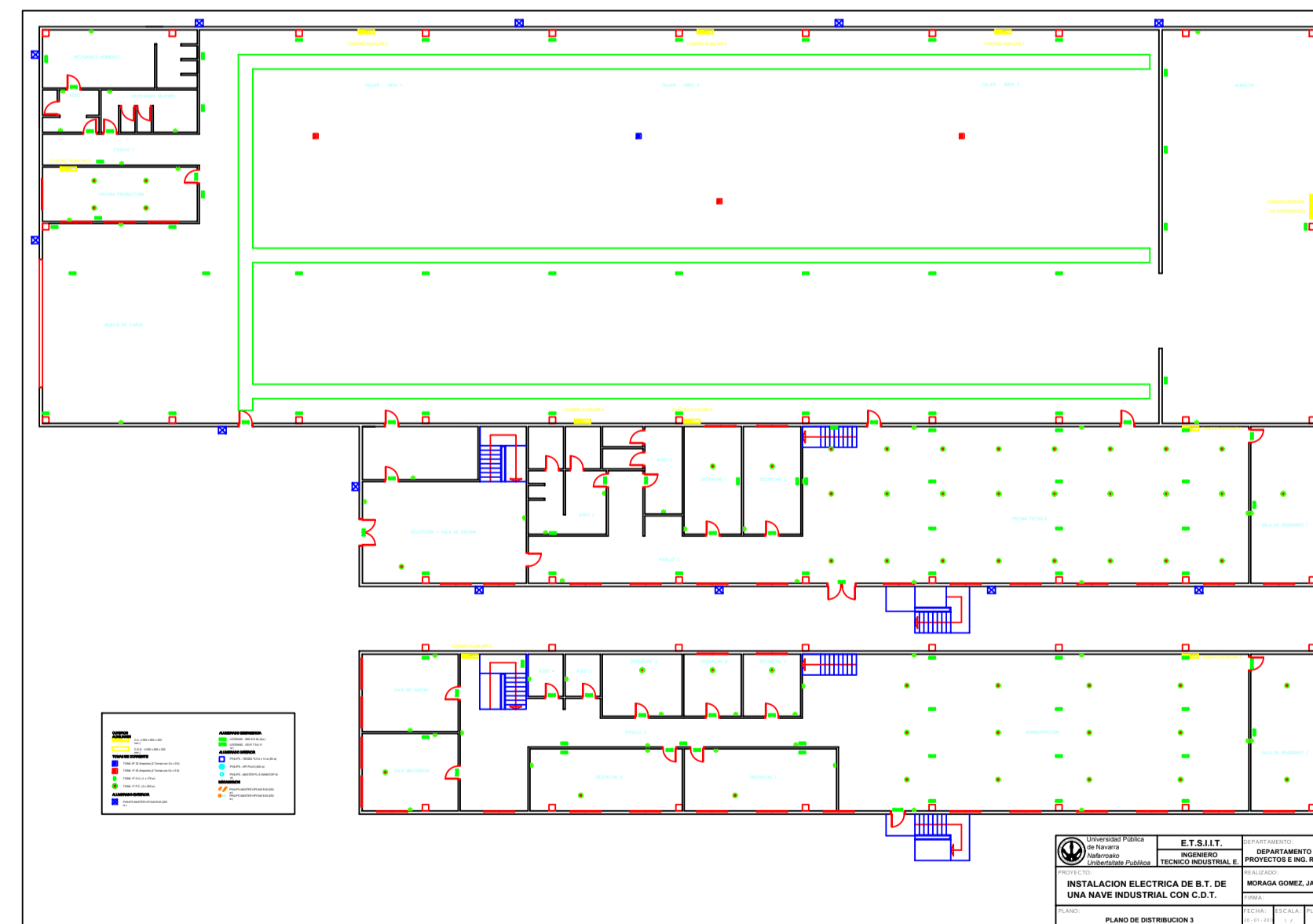
TOTAL Watios	3.600	2.800
TOTAL Amperios	15,65	12,17

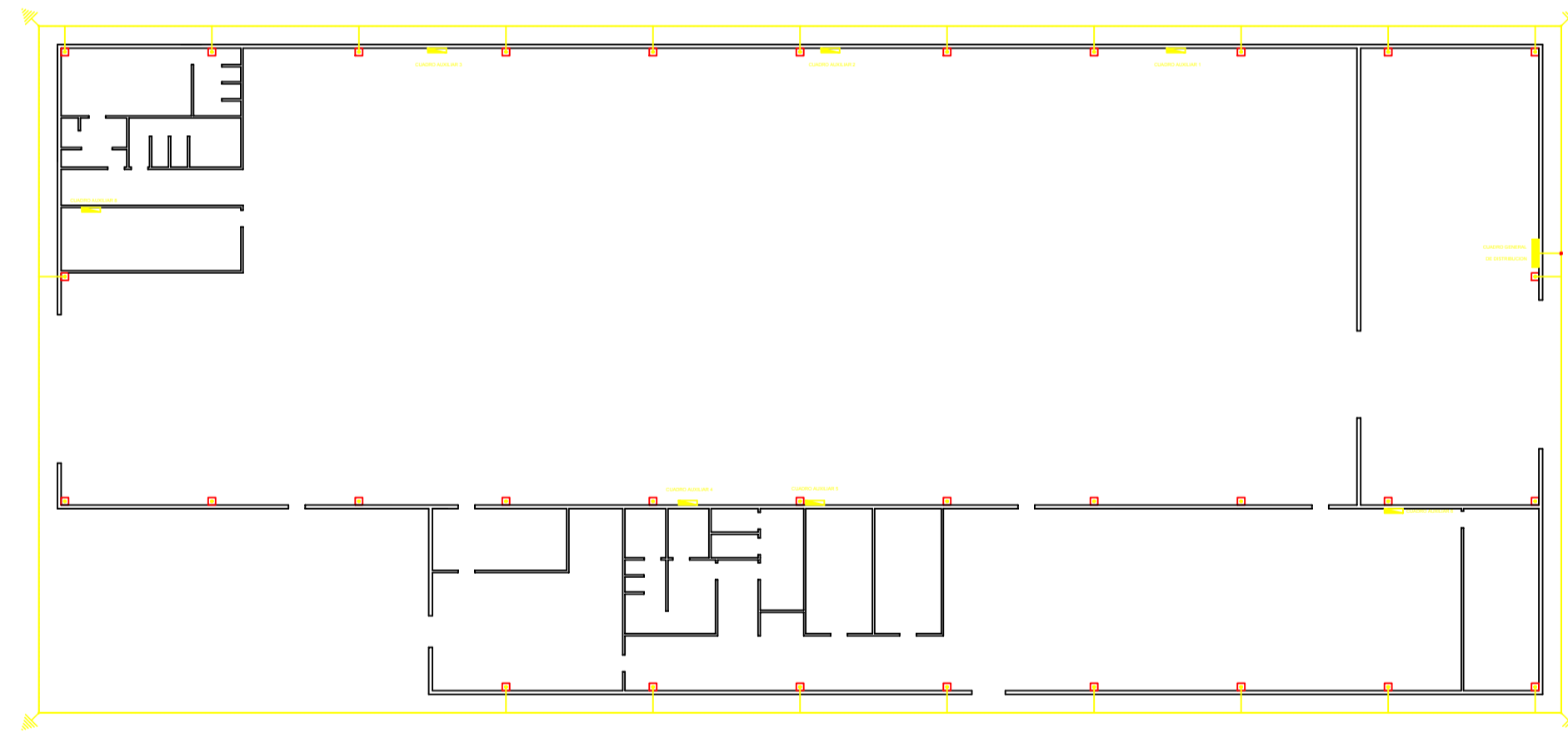
SECCIONES LINEAS										
LINEA	Fases	Potencia	Seccion	Longitud	Material	Tipo	Caida deTensión (%)	Crit. CDT	Intensidad	Crit. Térmico
L9 - PC1	1 ~	3.600	2,5	19,0	Cu	2x XLPE	1,8	ok	15,65	ok
L9 - OU1	1 ~	2.800	1,5	22,0	Cu	2x XLPE	2,8	ok	12,17	ok



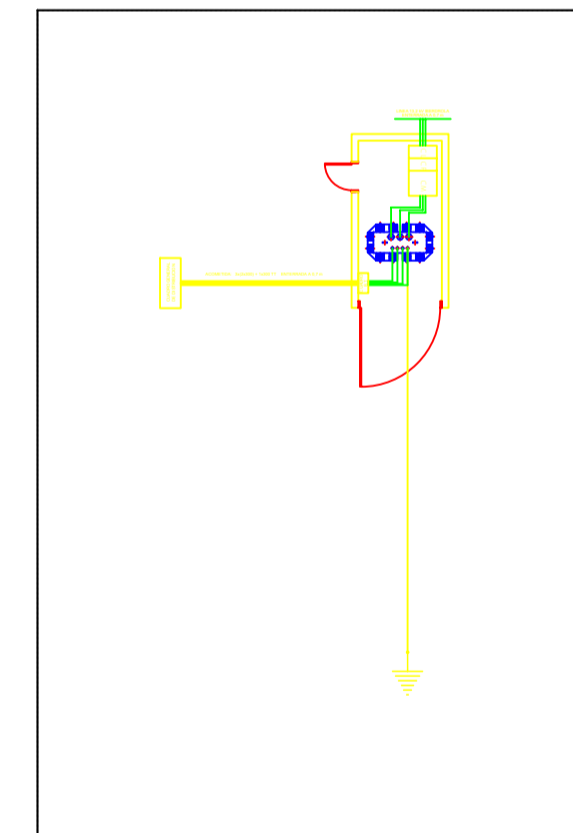






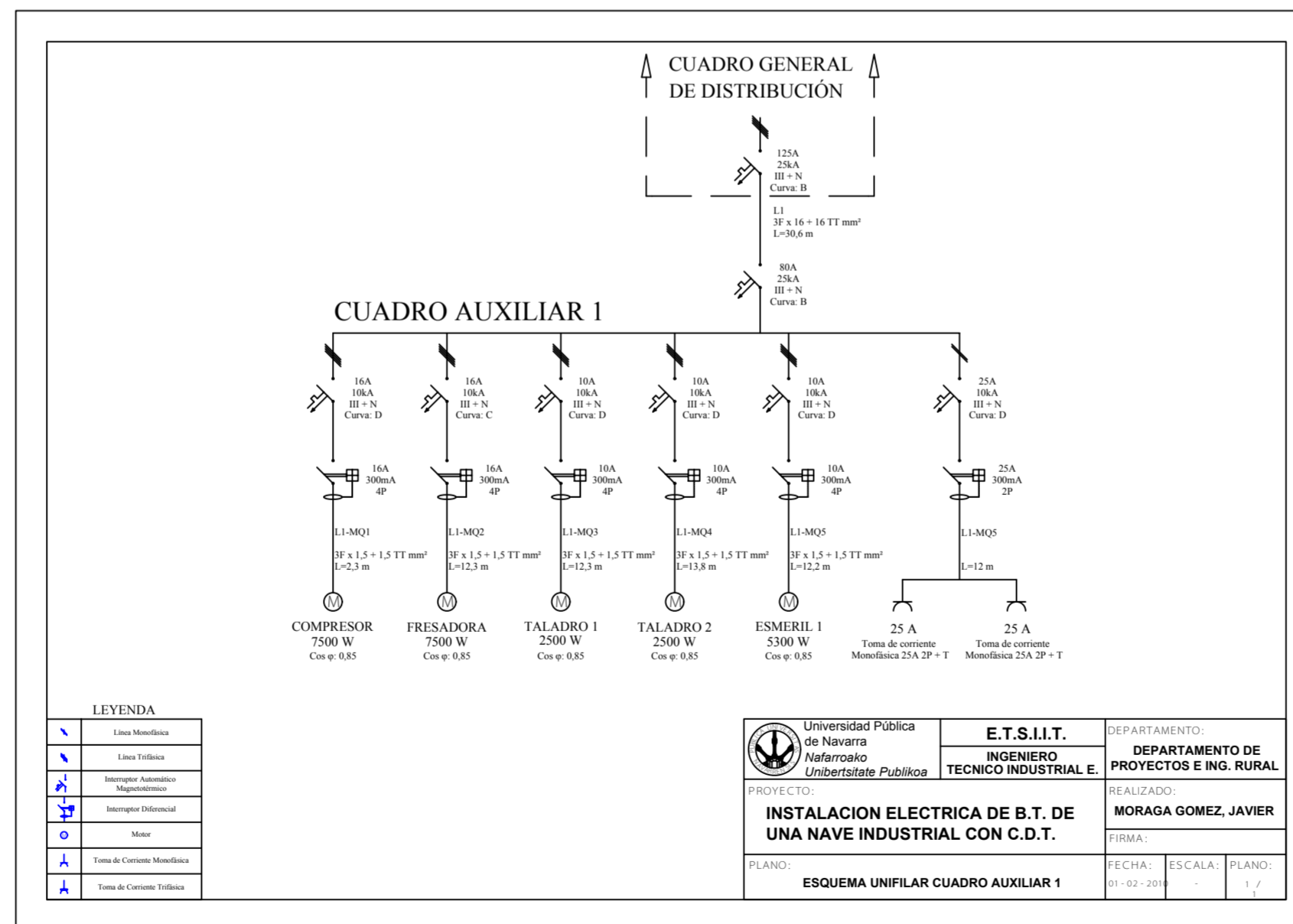


DETALLE EDIFICIO PRINCIPAL A ESCALA 1:1500



DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACION A ESCALA 1:1000

 Universidad Pública de Navarra Instituto Universitario de Estudios Industriales	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.	PROFESOR MORAGA GOMEZ, JAVIER
PLANO PLANO DE DISTRIBUCION 4	FECHA 24-01-2018	ESCALA 1:1500



LEYENDA

	Línea Monofásica
	Línea Trifásica
	Interruptor Automático Magnético
	Interruptor Diferencial
	Motor
	Toma de Corriente Monofásica
	Toma de Corriente Trifásica



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

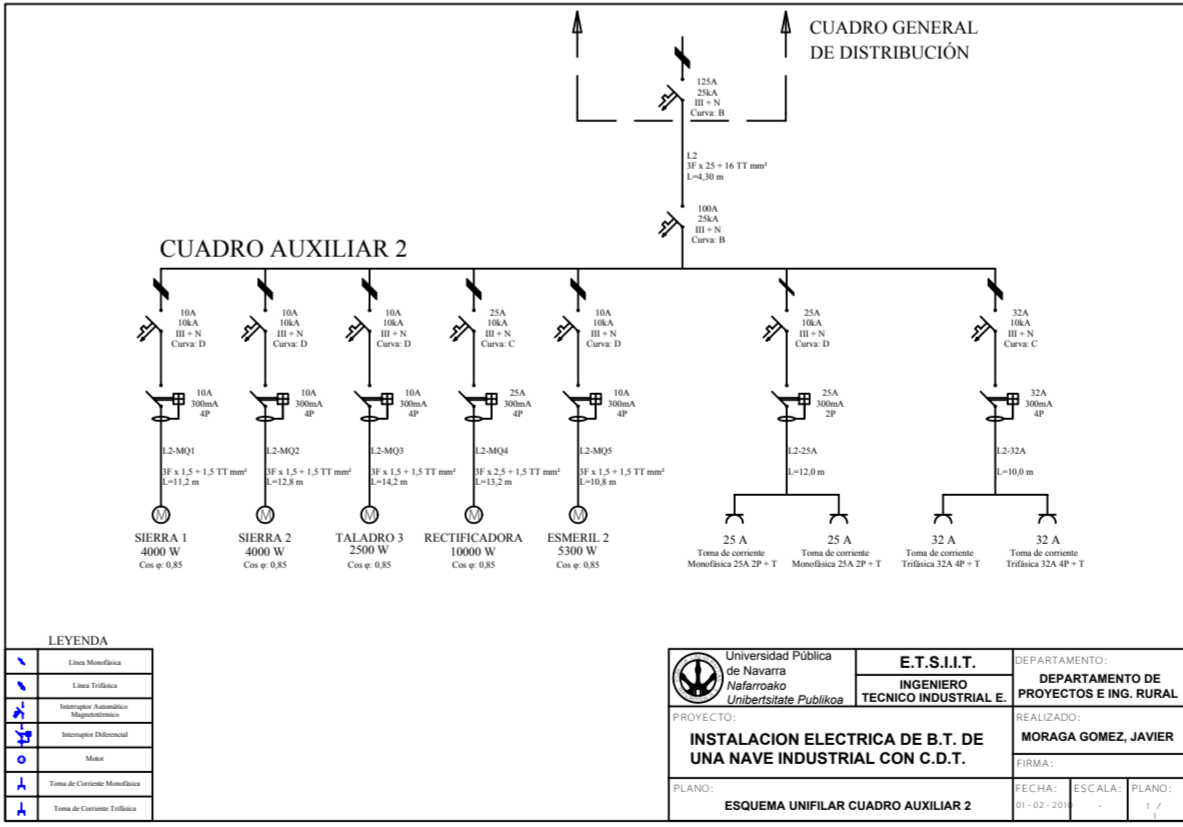
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.

REALIZADO:
MORAGA GOMEZ, JAVIER

PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1

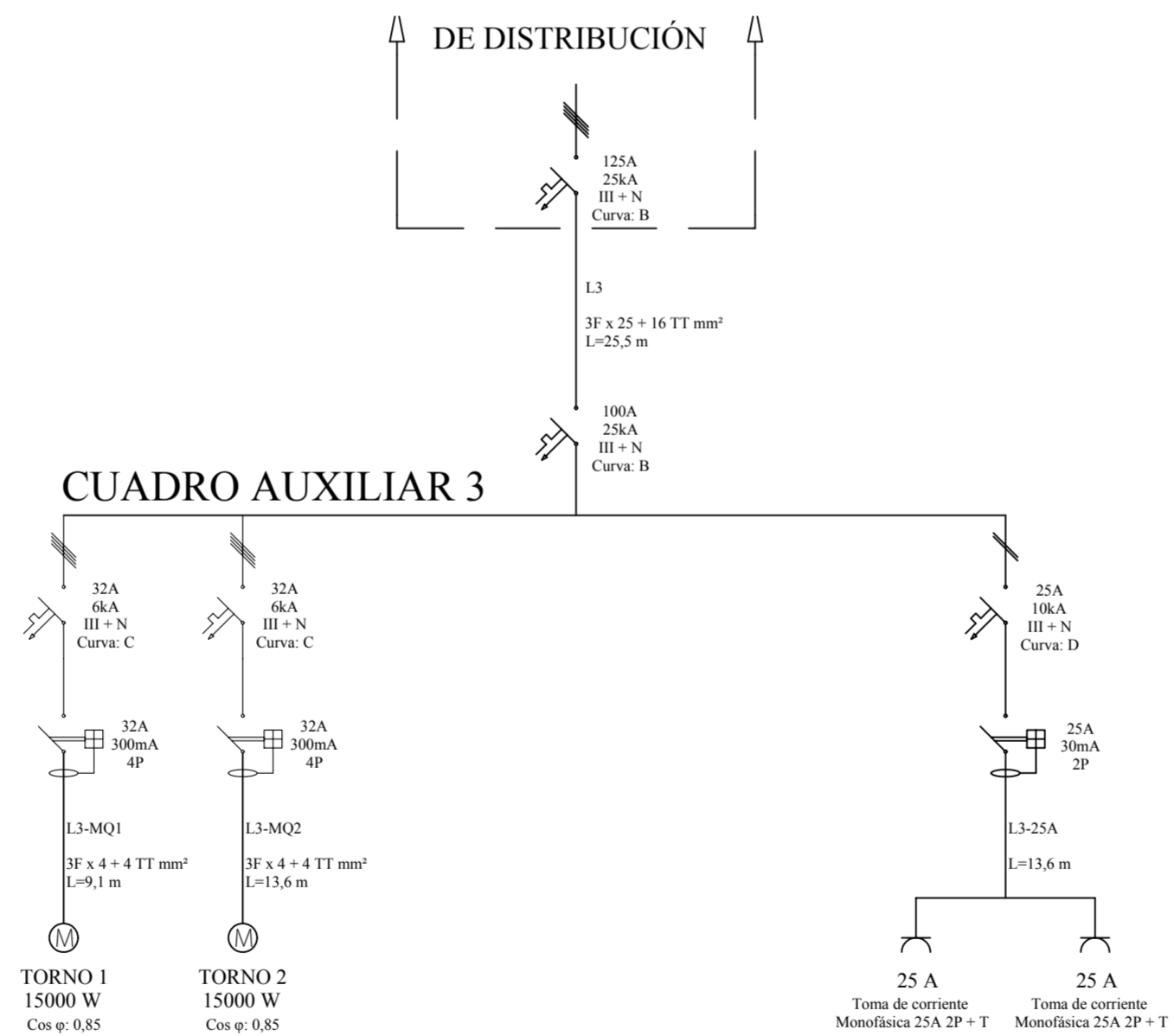
FIRMA:
FECHA: 01-02-2011 ESCALA: PLANO: 1/1



LEYENDA

	Line Voltage
	Line Current
	Motor Load
	Constant Torque Load
	Cable
	Toma de Corriente Mandrátil
	Toma de Corriente Trófila

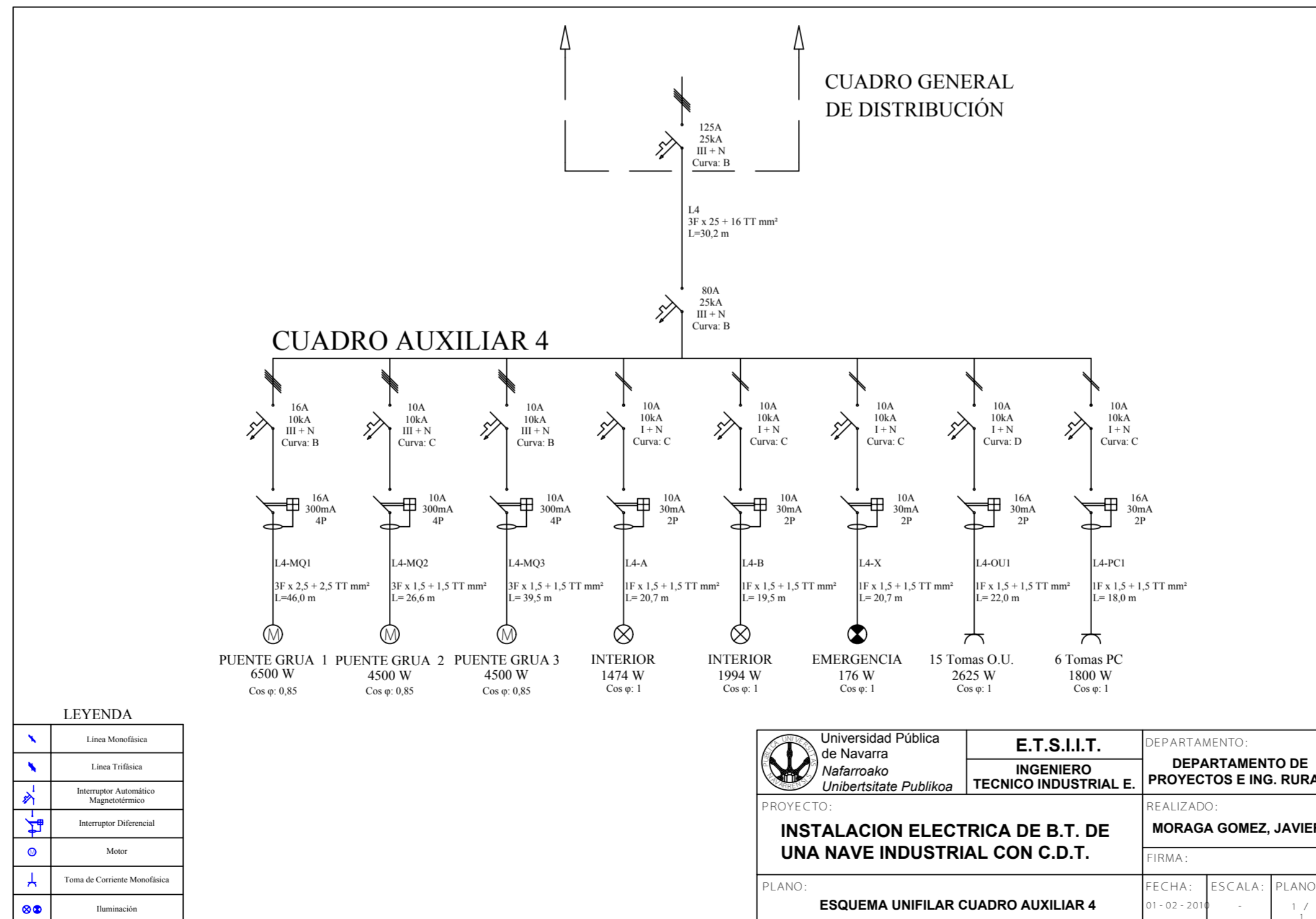
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea / Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.		REALIZADO: MORAGA GOMEZ, JAVIER
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2	FECHA: 01-01-2014	ESCALA: 1/1

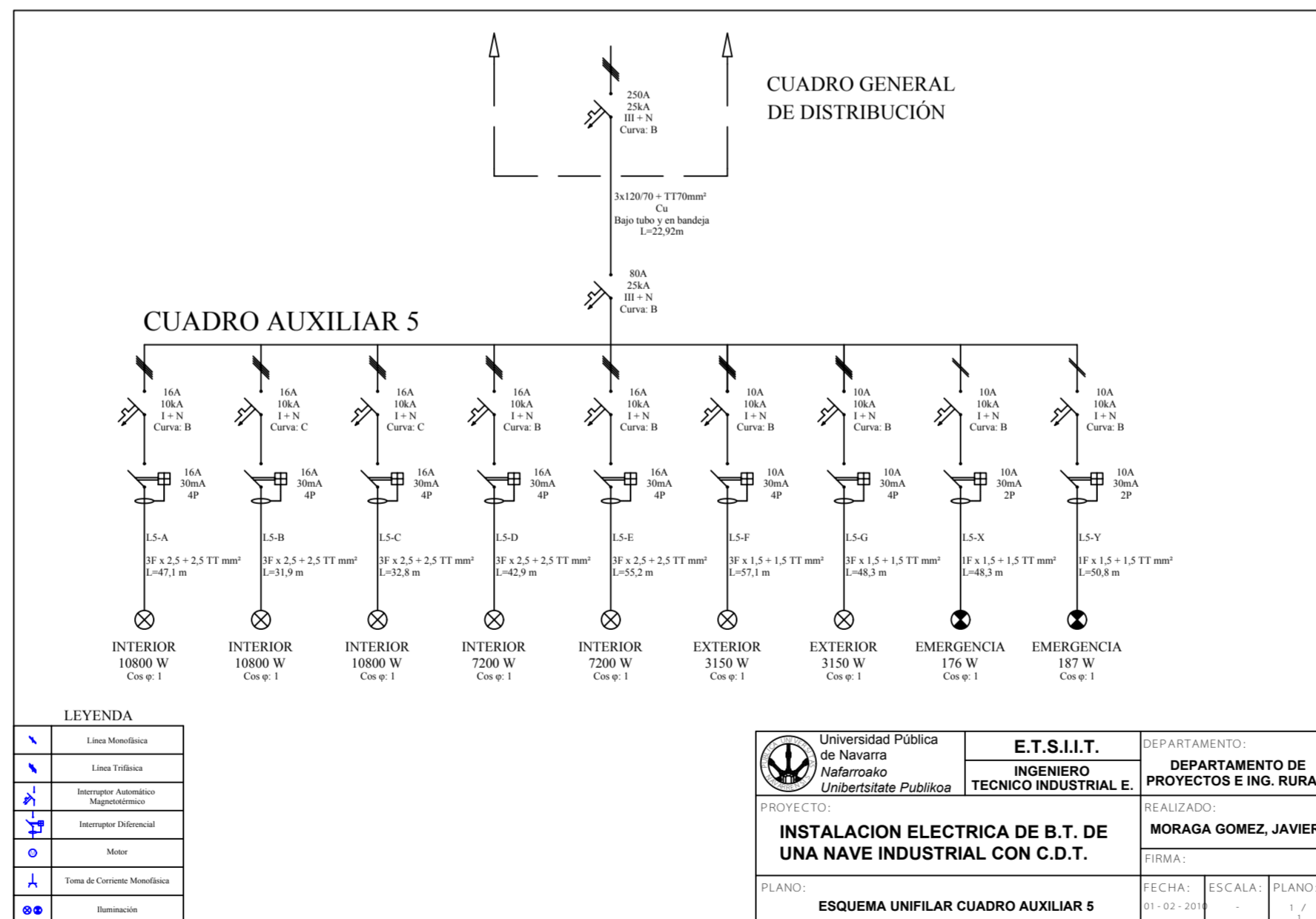


LEYENDA

	Línea Monofásica
	Línea Trifásica
	Interruptor Automático Magnetotérmico
	Interruptor Diferencial
	Motor
	Toma de Corriente Monofásica
	Toma de Corriente Trifásica

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3		REALIZADO: MORAGA GOMEZ, JAVIER
FECHA: 01-02-2010	ESCALA: -	PLANO: 1 / 1

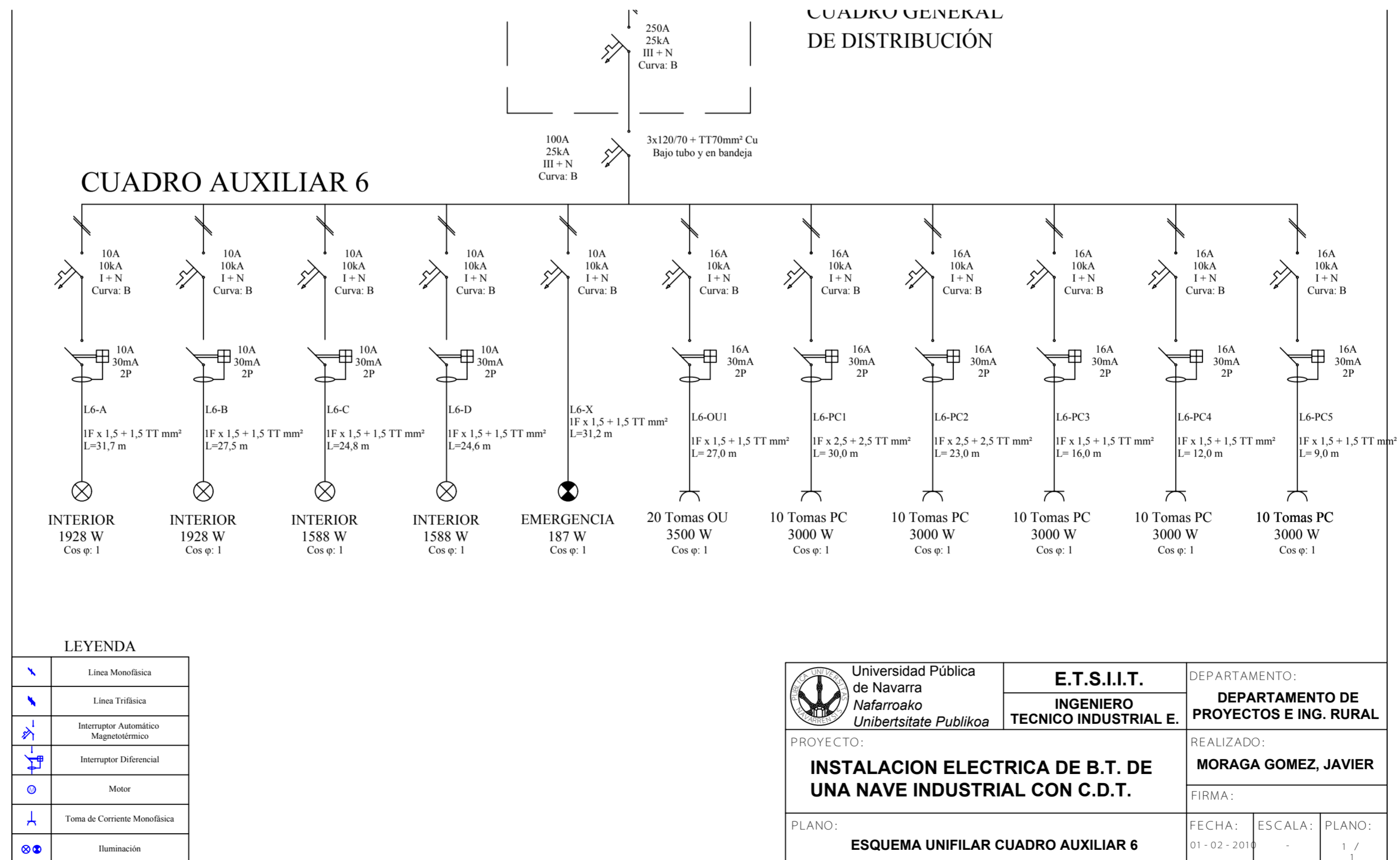


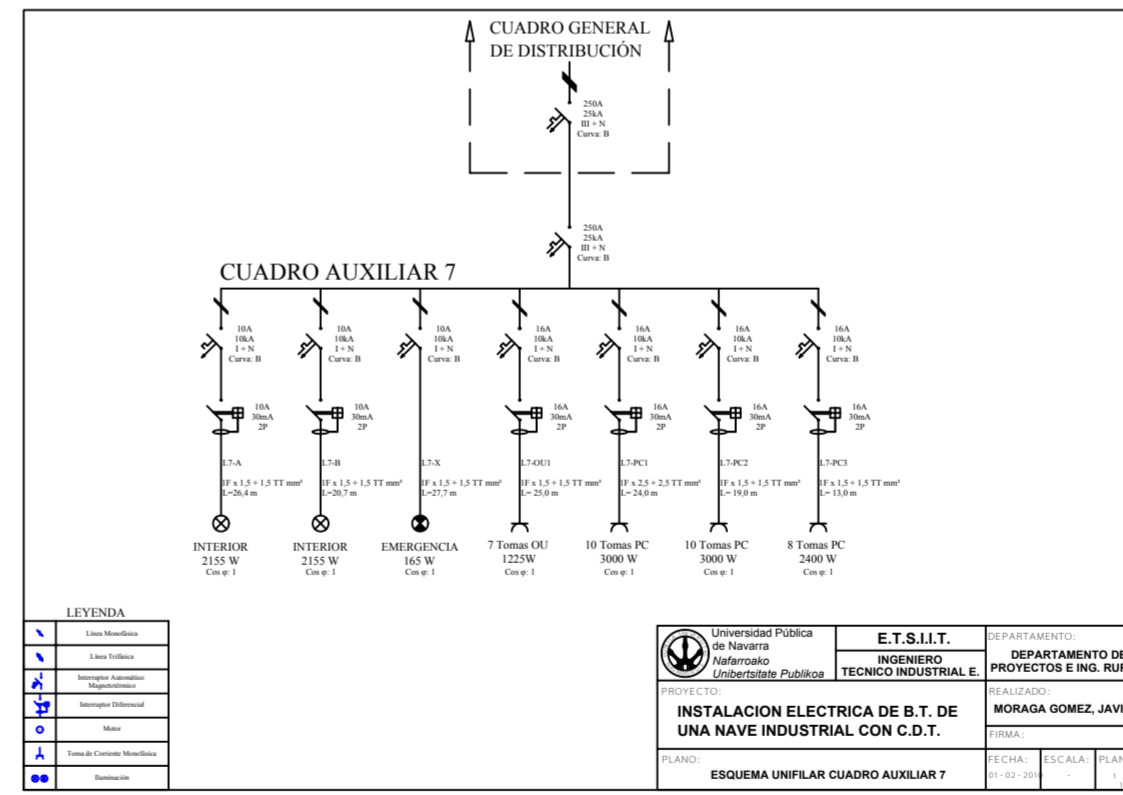


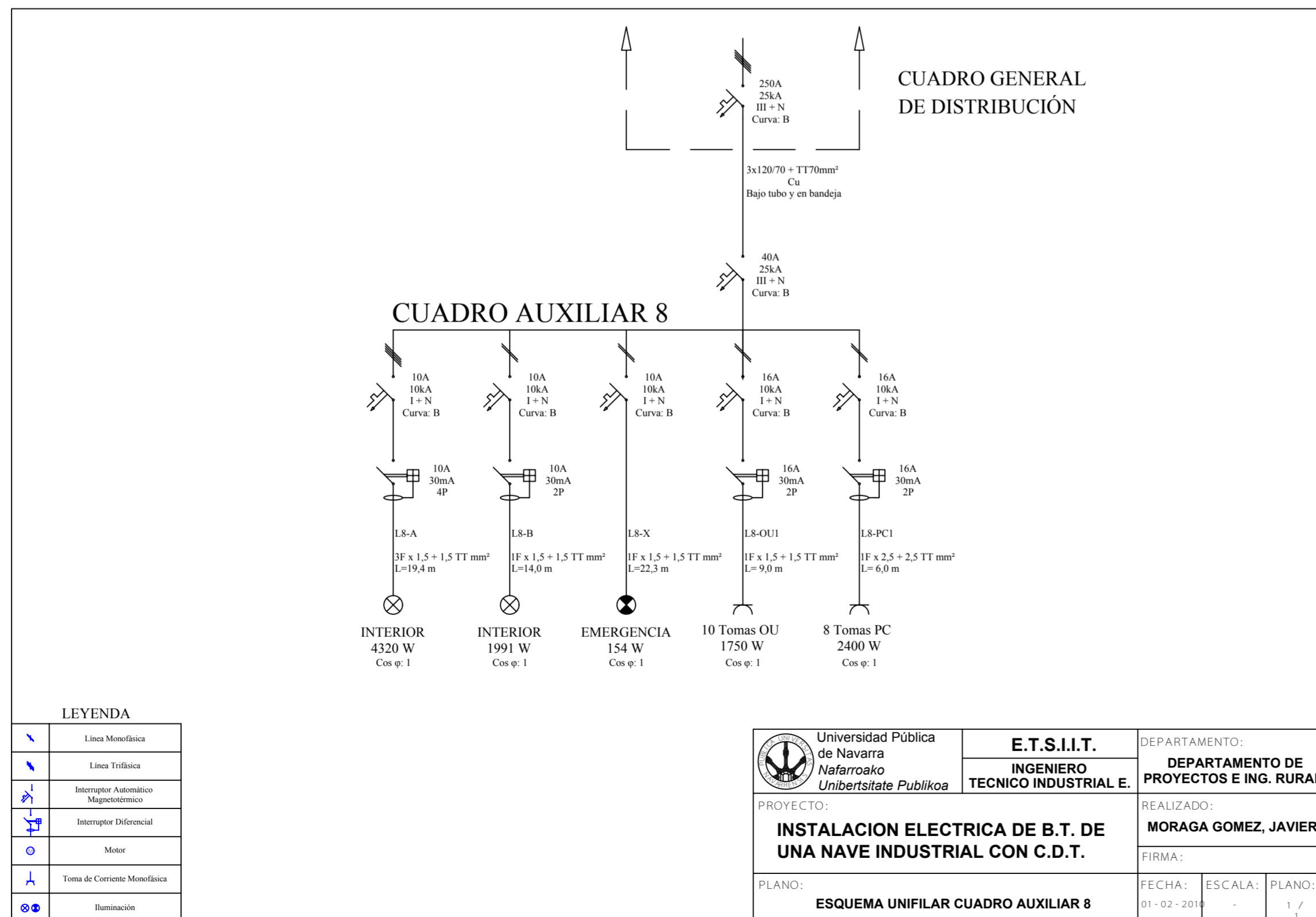
LEYENDA

	Línea Monofásica
	Línea Trifásica
	Interruptor Automático Magnetotérmico
	Interruptor Diferencial
	Motor
	Toma de Corriente Monofásica
	Iluminación

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.	REALIZADO: MORAGA GOMEZ, JAVIER
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5	FECHA: 01-02-2019	ESCALA: -



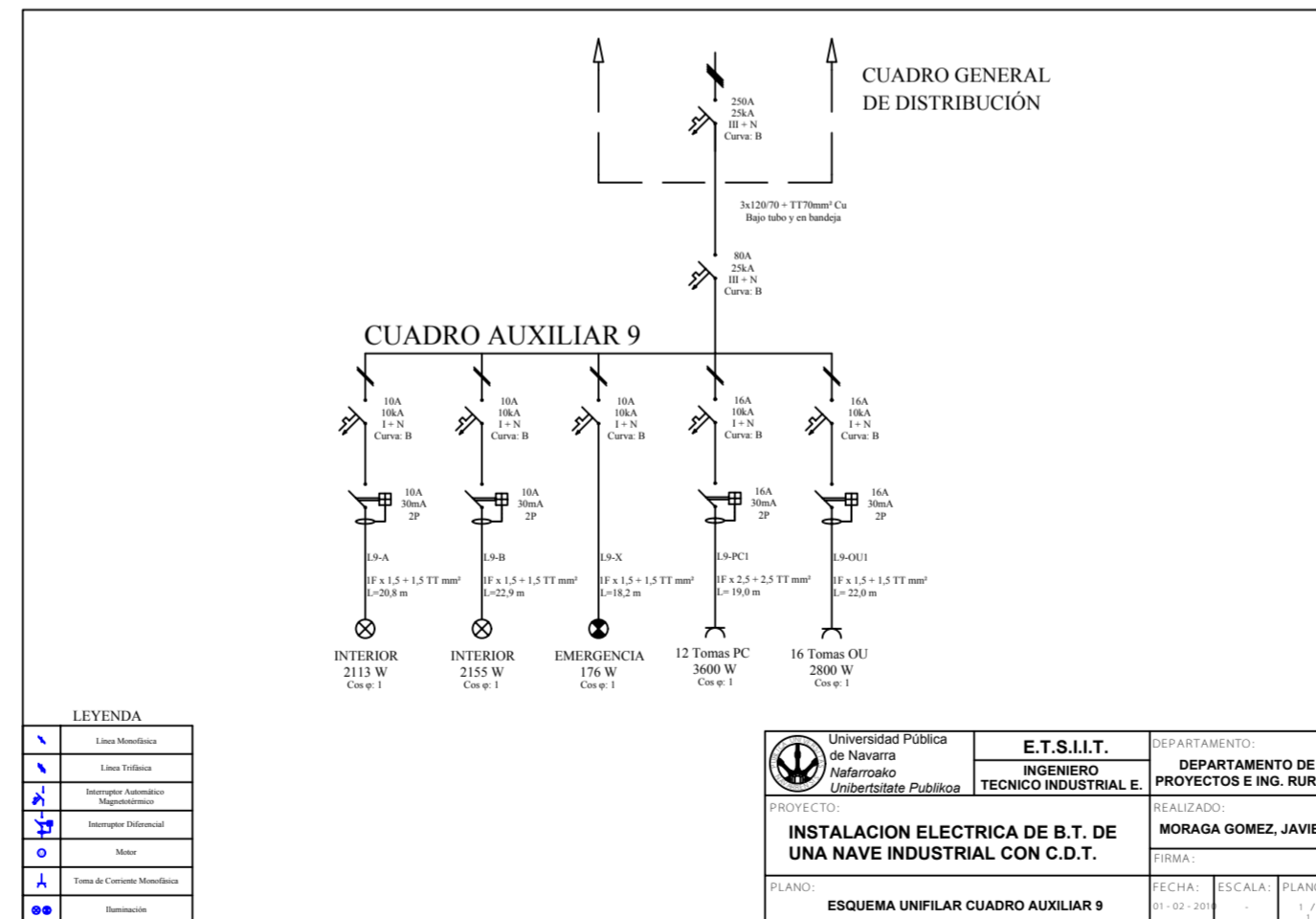




LEYENDA

	Línea Monofásica
	Línea Trifásica
	Interruptor Automático Magnetotérmico
	Interruptor Diferencial
	Motor
	Toma de Corriente Monofásica
	Illuminación

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON C.D.T.	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 8		REALIZADO: MORAGA GOMEZ, JAVIER FIRMA:
FECHA: 01 - 02 - 2010	ESCALA: -	PLANO: 1 / 1





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Javier Moraga Gómez

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 25-October-2009

INDICE

4.1 OBJETO

4.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.1	NORMAS GENERALES	03
4.2.2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	03
4.2.3	CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES	03
4.2.4	RESCISIÓN	03
4.2.5	CONDICIONES GENERALES	03

4.3 CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN

4.3.1	DATOS DE LA OBRA	04
4.3.2	OBRAS QUE COMPRENDE	04
4.3.3	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	04
4.3.4	PERSONAL	04
4.3.5	CONDICIONES DE PAGO	05

4.4 CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1	DISPOSICIONES APLICABLES	06
4.4.2	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	06
4.4.3	PROTOTIPOS	06

4.5 NORMATIVA GENERAL

4.6 CONDUCTORES

4.6.1	MATERIALES	08
4.6.2	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	08
4.6.3	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN	09

4.7 RECEPTORES

4.7.1	CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN	10
4.7.2	CONEXIÓN DE RECEPTORES	10
4.7.3	RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN	10
4.7.4	RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN	11
4.7.5	APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN	11

4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1	PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	12
4.8.2	SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	12
4.8.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	12

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	14
4.9.2	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	14
4.9.3	PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE	15



4.10. ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	16
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN	16
4.10.3 LOCALES CON ALUMBRADOS ESPECIALES	16
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA	17
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS	17

4.11. LOCAL

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL	18
--	-----------

4.12. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

4.13 PUESTAS A TIERRA

4.13.1 OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA	19
4.13.2 DEFINICIÓN	19
4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA A TIERRA	19
4.13.4 ELECTRODOS. NATURALEZA. CONSTITUCIÓN. DIMENSIONES	20
4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA	21
4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN	21
4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA	22
4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA	22

4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencia que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de las obras de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la elaboración máquina herramienta industrial. Dicha nave se encuentra situada en Paternáin.

4.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.1 NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de Transformación de Iberdrola (compañía suministradora).

4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4 RESCISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos.

No se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.

4.2.5 CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.

4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.3.1 DATOS DE OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.3.4 PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos, persona, que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.



4.3.5 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedara obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4 CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en los planos.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los planos y en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3 PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

4.5 NORMATIVA GENERAL

a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: En virtud de este artículo se detallará la normativa acerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50 kVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar el suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.6 CONDUCTORES

4.6.1 MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 v, y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción MI-BT 003.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 voltios:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90% de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 10 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la infiltración de la humedad en los conductores aislados. Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
 - A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.
- b) En distribuciones trifásicas:
 - A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que solo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y CAÍDAS DE TENSIÓN

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

4.7 RECEPTORES

4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las de comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrecargas siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción MI-BT 022. Se adoptarán las características intensidad - tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2 CONEXIÓN DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción MI-BT 043.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85º centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.

4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia hasta 0.95.

4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0.5 m si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 m si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0.25 CV, y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constara de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevaran además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreenintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreenintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreenintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal fin interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.
- Los interruptores automáticos, llevaran marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o, en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.



- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2.5 m hacia arriba, 1 m hacia abajo y 1 m lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligaran en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

CLASE A

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

CLASE B

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociadas a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en un tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía este constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasara automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3 LOCALES PROVISTOS CON ALUMBRADOS ESPECIALES

a) Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux.



4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.11 LOCAL

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.

b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocara junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción MI-BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalara, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectara mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman mas de 15 A se alimentaran directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

c) El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalaran en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocara una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

e) Las canalizaciones estarán constituidas por

- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente construidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

f) Se adoptaran las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0.90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor;
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias se descarga a tierra.

4.13 PUESTAS A TIERRA

4.13.1 OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.13.2 DEFINICIÓN

La denominación puesta a tierra, comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA A TIERRA

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo: Es una masa metálica, permanentemente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra: Esta formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

a) Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

b) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

c) Conductores de protección:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

Los circuitos de puesta a tierra formaran una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.13.4 ELECTRODOS. NATURALEZA. CONSTITUCIÓN. DIMENSIONES

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearan principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

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

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

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual solo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- b) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² ó 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC-BT 018 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideraran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo mas corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC-BT 018.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos en forma adecuada con envolventes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Solo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 m. Para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 Ohm-m). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.
- c) El centro de transformación esta situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, esta establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma a tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este más seco. Para ello se mediará la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

*Pamplona, 28 de diciembre de 2009
Javier Moraga Gómez*



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Javier Moraga Gómez

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 01-Febrero-2010

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 1 GENERAL

1.1 ACOMETIDA Y CABLEADO

E17RAB040	m. LÍNEA SUBTERRANEA B.T 3x240+1x150								
	Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación. Enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm ² . RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de cobre con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón. Montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20/P/20 hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno con hormigón HM-12,5/P/20, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, sin reposición de pavimento. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexión.						12,00	70,96	851,52
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 ACOMETIDA Y CABLEADO.....									851,52

1.2 CENTO DE TRANSFORMACIÓN

U09TC020	ud CENTRO DE TRANSFORMACION 800 KVA (TRANSF. ACEITE)								
	Centro de seccionamiento y transformación para 800 KVA., formado por caseta de hormigón prefabricada, monobloque, totalmente estanca, cabinas metálicas homologadas, equipadas con seccionadores de línea, de puesta a tierra, interruptor combinado con fusibles, transformadores de tensión e intensidad, indicadores de tensión, embarrado, transformador en baño de aceite, cableado de interconexión, con cable de aluminio 15/20 kV., terminales, accesorios, transporte montaje y conexionado.						1,00	44.027,84	44.027,84
U09TE070	ud PUESTA A TIERRA C.T.								
	Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en el centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Iberdrola, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm ² de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm ² de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación.						1,00	592,42	592,42
E18IEB010	ud LUMINARIA PHILIPS - TBS262 TL5 4 x 14 w (63 w)								
	Luminaria en material plástico de 4x14 W. con protección IP66 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm. de espesor. Equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						2,00	47,39	94,78
E18GLD010	ud LUMINARIA EMERGENCIA LEGRAND - G5 617 34 (11 w.)								
	Luminaria autónoma Legrand tipo G5, 617 34 de 90 lúm, con lámpara fluorescente 11 W, fabricada según normas EN 60 598-2-22, UNE 20 392-93(fluo), autonomía 1 hora. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente o empotrable sin accesorios. Cumple con las directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230V, 50/60Hz. Acumuladores estancos de Ni-Cd, alta temperatura, recambiables, materiales resistentes al calor y al fuego. 2 leds indicadores de carga de los acumuladores, puesta en marcha por telemando, bornas protegidas contra conexión accidental a 230V. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						1,00	88,68	88,68
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 CENTO DE TRANSFORMACIÓN									44.803,72

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.3 CUADRO DE B.T									
08303	ud CUADRO DE B.T.								
3322	ud INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO						1,00	186,00	186,00
3323	ud INTERRUPTOR AUTOMÁTICO						1,00	75,00	75,00
3324	ud INTERRUPTOR DIFERENCIAL 30 mA						1,00	3.845,00	3.845,00
3325	ud INTERRUPTOR DIFERENCIAL 300 mA						1,00	85,00	85,00
							1,00	902,00	902,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 CUADRO DE B.T.....									5.093,00

1.4 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION									
ARM2020	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN								
AUT4P1000A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MERLIN GERIN 1000 A						1,00	390,00	390,00
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MERLIN GERIN 80 A						1,00	3.845,00	3.845,00
AUT4P125A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MERLIN GERIN 125 A						6,00	973,00	5.838,00
DIF	INTERRUPTOR DIFERENCIAL MERLIN GERIN 300 mA						3,00	945,00	2.835,00
							1,00	842,00	842,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 CUADRO GENERAL DE.....									13.750,00

1.5 CUADRO AUXILIAR 1									
ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm								
AUT4P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 10 A, Curva: D						1,00	249,00	249,00
AUT4P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 16 A, Curva: D						3,00	63,00	189,00
AUT4P25A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 25 A, Curva: C						2,00	64,00	128,00
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 80 A, Curva: D						1,00	71,00	71,00
DIF4P10300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 10 A, 300 mA						1,00	320,00	320,00
DIF4P16300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 16 A, 300 mA						3,00	154,00	462,00
							2,00	157,00	314,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DIF4P25300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 25 A, 300 mA						1,00	195,00	195,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.5 CUADRO AUXILIAR 1									1.928,00

1.6 CUADRO AUXILIAR 2

ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm						1,00	249,00	249,00
AUT4P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 10 A, Curva: D						4,00	63,00	252,00
AUT4P25A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 25 A, Curva: C						2,00	71,00	142,00
AUT4P32A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 32 A, Curva: D						1,00	170,00	170,00
AUT4P100A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 100 A, Curva: D						1,00	358,00	358,00
DIF4P10300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 10 A, 300 mA						4,00	154,00	616,00
DIF4P25300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 25 A, 300 mA						2,00	195,00	390,00
DIF4P32300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 32 A, 300 mA						1,00	214,00	214,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.6 CUADRO AUXILIAR 2									2.391,00

1.7 CUADRO AUXILIAR 3

ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm						1,00	249,00	249,00
AUT2P25A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 25 A, Curva: C						1,00	79,00	79,00
AUT4P32A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 32 A, Curva: D						2,00	170,00	340,00
AUT4P100A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 100 A, Curva: D						1,00	358,00	358,00
DIF2P25300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 25 A, 300 mA						1,00	138,00	138,00
DIF4P32300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 32 A, 300 mA						1,00	214,00	214,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.7 CUADRO AUXILIAR 3									1.378,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.8 CUADRO AUXILIAR 4									
ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm								
AUT4P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 10 A, Curva: D						1,00	249,00	249,00
AUT4P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 16 A, Curva: D						2,00	63,00	126,00
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 80 A, Curva: D						1,00	64,00	64,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C						1,00	320,00	320,00
AUT2P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 16 A, Curva: D						3,00	31,95	95,85
DIF4P10300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 10 A, 300 mA						2,00	37,40	74,80
DIF4P16300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 16 A, 300 mA						2,00	154,00	308,00
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA						1,00	157,00	157,00
DIF2P1630	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 16 A, 30 mA						3,00	124,00	372,00
							2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.8 CUADRO AUXILIAR 4									2.038,65

1.9 CUADRO AUXILIAR 5

ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm								
AUT4P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 10 A, Curva: D						1,00	249,00	249,00
AUT4P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 16 A, Curva: D						2,00	63,00	126,00
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 80 A, Curva: D						5,00	64,00	320,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C						1,00	320,00	320,00
DIF4P10300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 10 A, 300 mA						2,00	31,95	63,90
DIF4P16300	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P, 16 A, 300 mA						2,00	154,00	308,00
							5,00	157,00	785,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA						2,00	124,00	248,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.9 CUADRO AUXILIAR 5									2.419,90

1.10 CUADRO AUXILIAR 6

ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm						1,00	249,00	249,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C						5,00	31,95	159,75
AUT2P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 16 A, Curva: D						6,00	37,40	224,40
AUT4P100A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 100 A, Curva: D						1,00	358,00	358,00
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA						4,00	124,00	496,00
DIF2P1630	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 16 A, 30 mA						6,00	136,00	816,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.10 CUADRO AUXILIAR 6									2.303,15

1.11 CUADRO AUXILIAR 7

ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm						1,00	249,00	249,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C						3,00	31,95	95,85
AUT2P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 16 A, Curva: D						4,00	37,40	149,60
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 80 A, Curva: D						1,00	320,00	320,00
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA						2,00	124,00	248,00
DIF2P1630	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 16 A, 30 mA						4,00	136,00	544,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.11 CUADRO AUXILIAR 7									1.606,45

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.12 CUADRO AUXILIAR 8									
ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm								
							1,00	249,00	249,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C								
							2,00	31,95	63,90
AUT2P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 16 A, Curva: D								
							2,00	37,40	74,80
AUT4P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 10 A, Curva: D								
							1,00	63,00	63,00
AUT4P40A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 40 A, Curva: C								
							1,00	87,00	87,00
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA								
							2,00	124,00	248,00
DIF2P1630	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 16 A, 30 mA								
							2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.12 CUADRO AUXILIAR 8									1.057,70
1.13 CUADRO AUXILIAR 9									
ARM1050	ARMARIO METALICO MERLIN GERIN 1050 x 600 x 230 mm								
							1,00	249,00	249,00
AUT2P10A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 10 A, Curva: C								
							3,00	31,95	95,85
AUT2P16A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 2P, 16 A, Curva: D								
							2,00	37,40	74,80
AUT4P80A	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO 4P, 80 A, Curva: D								
							1,00	320,00	320,00
DIF2P1030	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 10 A, 30 mA								
							2,00	124,00	248,00
DIF2P1630	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P, 16 A, 30 mA								
							2,00	136,00	272,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.13 CUADRO AUXILIAR 9									1.259,65
TOTAL CAPÍTULO 1 GENERAL									80.880,74

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2 OFICINAS									
2.1 CABLEADO									
E17CI040	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x25 mm2 Derivación individual 3x25 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 25 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						20,00	25,84	516,80
E17CI030	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2 Derivación individual 3x16 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 16 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						25,00	22,96	574,00
E17CI020	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x10 mm2 Derivación individual 3x10 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 10 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						62,00	18,07	1.120,34
E17CI010	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2 Derivación individual 3x6 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 6 mm2 y aislamiento tipo VV 750 V. libre de alógenos en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						79,00	16,03	1.266,37
E17CC010	m. CABLEADO MONOF. POTENCIA 10 A. Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.						340,00	7,27	2.471,80
E17CT010	m. CABLEADO TRIF. POTENCIA 10 A. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.						102,00	11,12	1.134,24
TUPVC01	m. TUBO PVC FLEXIBLE 20 mm.						125,00	0,95	118,75
TUPVC02	m. TUBO PVC FLEXIBLE 50 mm.						167,00	1,55	258,85
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 CABLEADO									7.461,15

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

2.2 ILUMINACION

E18GLD010	ud LUMINARIA EMERGENCIA LEGRAND - G5 617 34 (11 w.) Luminaria autónoma Legrand tipo G5, clase II de 90 lúm, con lámpara fluorescente 11 W, fabricada según normas EN 60 598-2-22, UNE 20 392-93(fluo), autonomía 1 hora. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente o empotrable sin accesorios. Cumple con las directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230V, 50/60Hz. Acumuladores estancos de Ni-Cd, alta temperatura, recambiables, materiales resistentes al calor y al fuego. 2 leds indicadores de carga de los acumuladores, puesta en marcha por telemando, bornas protegidas contra conexión accidental a 230V. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						62,00	88,68	5.498,16
E18IN040	ud LUMINARIA INDUSTRIAL PHILIPS - HPI PLUS (400 w) Luminaria industrial de 515 mm. de diámetro, constituida por una carcasa de aluminio fundido y resina fenólica, reflector de distribución extensiva o semi-intensiva de chapa de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección con cierre IP54 clase I y sin cierre IP20 clase I, con lámpara de vapor de mercurio 400 W. y equipo de arranque, instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						6,00	226,35	1.358,10
E18IRC010	ud LUMINARIA INTERIOR PHILIPS - TBS262 TL5 4 x 14 w (63 w) Regleta de superficie de dimensiones reducidas de 1 tubo TL 5 de 16 mm. de diámetro y 14 W., con protección IP20/clase I, con carcasa de chapa de acero prelacado en blanco y tapas finales en PC/ABS. Equipo electrónico incorporado HFP, portalámparas y lámpara fluorescente. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						92,00	229,41	21.105,72
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 ILUMINACION									27.961,98

2.3 MECANISMOS

BASES DE ENCHUFE

E17MNE080	ud BASE DE ENCHUFE CON T.T. DES. NIESSEN-ZENIT Base de enchufe con toma de tierra desplazada realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 10-16 A .(II+t.) Niessen serie Zenit, instalada.						110,00	31,33	3.446,30
TOTAL APARTADO 2.3 A BASES DE ENCHUFE									3.446,30

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
INTERRUPTORES									
E17MNE010	ud PUNTO DE LUZ SENCILLO NIESSSEN-ZENIT Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm ² de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Niessen serie Zenit, instalado.						56,00	23,76	1.330,56
TOTAL APARTADO 2.3 B INTERRUPTORES									1.330,56
OTRAS TOMAS									
P15MNA110	ud Toma telefonica. Niessen-Zenit						28,00	10,05	281,40
P15MLA100	ud Toma RJ45 cat.5 UTP Legrand Galea Life						102,00	14,27	1.455,54
TOTAL APARTADO 2.3 C OTRAS TOMAS.....									1.736,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 MECANISMOS									6.513,80
TOTAL CAPÍTULO 2 OFICINAS.....									41.936,93

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 TALLER									
3.1 CABLEADO									
E17CI030	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x16 mm2 Derivación individual 3x16 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 16 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						136,00	22,96	3.122,56
E17CI040	m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x25 mm2 Derivación individual 3x25 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 25 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.						118,00	25,84	3.049,12
E17CC010	m. CABLEADO MONOF. POTENCIA 10 A. Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.						144,00	7,27	1.046,88
E17CT010	m. CABLEADO TRIF. POTENCIA 10 A. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.						105,00	11,12	1.167,60
E17CT020	m. CABLEADO TRIF. POTENCIA 15 A. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.						210,00	11,87	2.492,70
E17CC020	m. CABLEADO MONOF. POTENCIA 15 A. Circuito para tomas de uso general, realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.						89,00	8,00	712,00
E17CT030	m. CABLEADO TRIF. POTENCIA 20 A. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.						10,00	13,12	131,20
E17CDB020	m. BANDEJA PORTACABLES DE MALLA 200x35 mm. Suministro y colocación de bandeja perforada color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.						120,00	29,98	3.597,60

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TUPVC01	m. TUBO PVC FLEXIBLE 20 mm.						168,00	0,95	159,60
TUPVC02	m. TUBO PVC FLEXIBLE 50 mm.						190,00	1,55	294,50
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1 CABLEADO									15.773,76

3.2 ILUMINACION

E18GLD010	ud LUMINARIA EMERGENCIA LEGRAND - G5 617 34 (11 w.) Luminaria autónoma Legrand tipo G5, IP 42 IK 07 clase II de 90 lúm, con lámpara fluorescente 8 W, fabricada según normas EN 60 598-2-22, UNE 20 392-93(fluo), autonomía 1 hora. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente o empotrable sin accesorios. Cumple con las directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230V, 50/60Hz. Acumuladores estancos de Ni-Cd, alta temperatura, re-cambiables, materiales resistentes al calor y al fuego. 2 leds indicadores de carga de los acumuladores, puesta en marcha por telemando, bornas protegidas contra conexión accidental a 230V. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						49,00	88,68	4.345,32
E18IN040	ud LUMINARIA INDUSTRIAL PHILIPS - HPI PLUS (400 w.) Luminaria industrial de 515 mm. de diámetro, constituida por una carcasa de aluminio fundido y resina fenólica, reflector de distribución extensiva o semi-intensiva de chapa de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección con cierre IP54 clase I y sin cierre IP20 clase I, con lámpara de vapor de mercurio 400 W. y equipo de arranque, instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						65,00	226,35	14.712,75
E18IRC010	ud LUMINARIA INTERIOR PHILIPS - TBS262 TL5 4 x 14 w (63 w.) Regleta de superficie de dimensiones reducidas de 1 tubo TL 5 de 16 mm. de diámetro y 14 W., con protección IP20/clase I, con carcasa de chapa de acero prelacado en blanco y tapas finales en PC/ABS. Equipo electrónico incorporado HFP, portalámparas y lámpara fluorescente. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						29,00	229,41	6.652,89
E18EPI040	ud LUMINARIA EXTERIOR PHILIPS MASTER HPI 645 E40 (250 w.) Proyector simétrico construido en fundición inyectada de aluminio, pintado con resinas de poliuretano, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de sodio alta presión tubular de 250 W. y equipo de arranque. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.						14,00	178,55	2.499,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 ILUMINACION									28.210,66

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

3.3 MECANISMOS

APARTADO 2.3 A BASES DE ENCHUFE

E17MNE080	ud BASE DE ENCHUFE CON T.T. DES. NIESSEN-ZENIT Base de enchufe con toma de tierra desplazada realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm ² de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe 10-16 A .(II+t.) Niessen serie Zenit, instalada.						110,00	31,33	3.446,30
-----------	--	--	--	--	--	--	--------	-------	----------

TOTAL APARTADO 2.3 A BASES DE ENCHUFE 3.446,30

APARTADO 2.3 B INTERRUPTORES

E17MNE010	ud PUNTO DE LUZ SENCILLO NIESSEN-ZENIT Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm ² de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Niessen serie Zenit, instalado.						56,00	23,76	1.330,56
-----------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	----------

TOTAL APARTADO 2.3 B INTERRUPTORES 1.330,56

TOTAL SUBCAPÍTULO 3.3 MECANISMOS 4.776,86

TOTAL CAPÍTULO 3 TALLER..... 48.761,28

TOTAL 171.578,95

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	GENERAL.....	80.880,74	47,14
2	OFICINAS.....	41.936,93	24,44
3	TALLER.....	48.761,28	28,42
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	171.578,95	
	13,00 % Gastos generales.....	22.305,26	
	6,00 % Beneficio industrial.....	10.294,74	
	SUMA DE G.G. y B.I.	32.600,00	
	16,00 % I.V.A.	32.668,63	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	236.847,58	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	236.847,58	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 3 de febrero de 2010.

El promotor

La dirección facultativa



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION”

DOCUMENTO 6:

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Javier Moraga Gómez

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 01-Febrero-2010

INDICE

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO		
6.2 CONCEPTOS BASICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN		
6.4 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO		
6.4.1	EL TRABAJO	03
6.4.2	LA SALUD	03
6.4.3	LOS RIESGOS PROFESIONALES	03
6.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD		
6.5.1	FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO	05
6.5.2	MAQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	05
6.5.3	RIESGO ELECTRICO	06
6.5.4	RIESGO DE INCENDIO	06
6.6 MEDIO AMBIENTE FÍSICO		
6.6.1	RUIDO	07
6.6.2	VIBRACIONES	07
6.6.3	RADIACIONES	07
6.6.4	CONDICIONES TERMO-HIGIENICOS	07
6.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS		
6.7.1	CONTAMINANTES QUÍMICOS	08
6.7.2	CONTAMINANTES BIOLÓGICOS	08
6.8 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACION		
6.9 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO		
6.9.1	NORMAS GENERALES	09
6.9.2	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAIDAS	10
6.9.3	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES	10
6.9.4	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE	11
6.9.5	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO	11
6.9.6	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES	11
6.9.7	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MAQUINAS PORTATILES ELECTRICAS	12
6.9.8	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MAQUINAS NEUMÁTICAS	12
6.9.9	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS	12
6.9.10	PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS	13
6.9.11	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS	13

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO

Este estudio tiene como objeto el que la empresa contratista que lleve a cabo la instalación a que hace referencia este Proyecto, la lleve a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores, cumpliendo así lo ordenado en el Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales en el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termohigrométricas).
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Campos eléctricos y magnéticos.
- Presiones y depresiones.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

6.4 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO

6.4.1 EL TRABAJO

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

6.4.2 LA SALUD

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

6.4.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

A) CONDICIONES DE TRABAJO

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

B) FACTORES DE RIESGO

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador.

El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) Condiciones de seguridad:

Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Máquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos.
- Manipulación, transporte,...

2) Medio ambiente físico del trabajo:

Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones (ionizantes o no)

3) Contaminantes:

Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma de aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente del trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) Exceso de carga física o mental:

Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,...)

- 5) Factores organizativos:
Afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc. Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:
- Seguridad en el trabajo.
 - Higiene industrial.
 - Medicina del trabajo.
 - Psicología.
 - Ergonomía.

6.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para evitar el mayor número de accidentes posibles hay que extremar las siguientes precauciones:

6.5.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

6.5.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

6.5.3 RIESGO ELÉCTRICO

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.5.4 RIESGO DE INCENDIO

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra el incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.

6.6 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

6.6.1 RUIDO

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- Frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.6.2 VIBRACIONES

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 hertzios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hertzios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hertzios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

6.6.3 RADIACIONES

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su orbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos. Provocando desde nauseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.

Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia. Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

6.6.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

6.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

6.7.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transportarse, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca laringe, pulmones,...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

6.7.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

6.8 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

El artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales señala las obligaciones que tiene el empresario relacionadas con la adopción de medidas de emergencia en la empresa o centro de trabajo.

El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

Para ello debe designar a las personas encargadas de poner en práctica estas medidas y comprobar periódicamente su correcto funcionamiento. El personal citado deberá poseer la formación necesaria, ser un número suficiente y disponer del material adecuado en función de las circunstancias señaladas.

Para la aplicación de esas medidas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos de la empresa que garanticen la rapidez y eficacia de las mismas.

El plan de Autoprotección es un estudio completo desde el punto de vista de la seguridad de un edificio o un grupo de ellos, incluyendo las actividades que en ellos se desarrollen, con sus instalaciones de prevención y protección con lo que cuenta, así como los medios humanos y materiales disponibles.

Contenidos:

- Evaluación del riesgo: Valoración de las condiciones de riesgo del edificio en función de los medios disponibles.
- Medios de protección: Medios humanos y materiales disponibles y precisos, determinando los equipos y sus funciones para establecer los datos de interés que garanticen la prevención de riesgos.
- Plan de emergencia: Contempla las diversas hipótesis de emergencia, los planes de actuación de cada una de ellas y las condiciones de uso y mantenimiento de las instalaciones.
- Implantación; Divulgación general del plan, programas de formación específica del personal incorporado al mismo, realización de simulacros, programas de seguimientos,..

6.9 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO

6.9.1 NORMAS GENERALES

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.

- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.
- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,..
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

6.9.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

6.9.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.

- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.
- e) En el caso que se produzca la proyección de un cuerpo extraño al ojo, sin enclavamiento, se procederá a su extracción con una punta de pañuelo enrollada.

6.9.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE

- a) En la manipulación de tablonos deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablonos punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

6.9.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

6.9.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

6.9.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.

6.9.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

6.9.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMINETAS

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

6.9.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
 - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
 - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
 - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado
 - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
 - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.

6.9.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.
 - Desconectar la corriente.
 - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
 - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
 - Avisar al médico.



- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos.
- Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
 - Para utilizar un aparato o instalación eléctrica, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
 - No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
 - En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
 - En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

*Pamplona, 28 de diciembre de 2009
Javier Moraga Gómez*