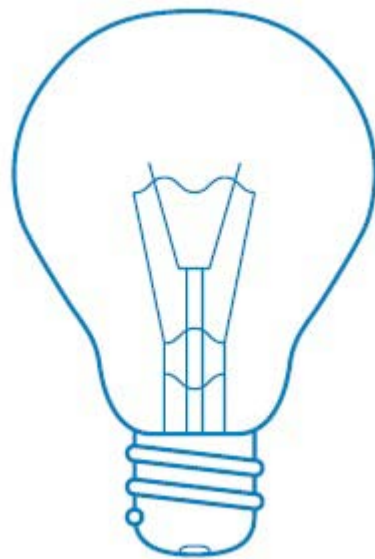




Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

# MEMORIA DESCRIPTIVA



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

### **Hoja**

1. Antecedentes .....	1 de 255
2. Objeto del Proyecto .....	1 de 255
3. Emplazamiento .....	1 de 255
4. Reglamentación Industrial Aplicable .....	1 de 255
5. Terrenos y edificaciones .....	3 de 255
6. Proceso industrial .....	4 de 255
7. Maquinaria e instalaciones .....	5 de 255
7.1. Maquinaria .....	5 de 255
7.2. Instalaciones .....	16 de 255
8. Personal necesario y régimen de trabajo.....	17 de 255
9. Memoria medioambiental .....	17 de 255
10. Justificación de precios .....	17 de 255
11. Presupuesto .....	17 de 255
12. Documentos del Proyecto .....	18 de 255
13. Anexo 1: Instalación de agua caliente y fría sanitaria.....	19 de 255
14. Anexo 2: Instalación neumática.....	26 de 255
15. Anexo 3: Instalación contra incendios.....	32 de 255

16. Anexo 4: Instalación de climatización.....	40 de 255
17. Anexo 5: Instalación de calefacción.....	47 de 255
18. Anexo 6: Instalación eléctrica.....	59 de 255
19. Anexo 7: Proyecto de iluminación.....	135 de 255
20. Anexo 8: Seguridad, higiene y salud.....	208 de 255
21. Anexo 9: Memoria medioambiental.....	249 de 255
22. Conclusión.....	255 de 255

## **1. Antecedentes**

Bajo la dirección de Pedro Abad Martín, profesor de la E.U.I.T.I. de Zaragoza, el Ingeniero Técnico Industrial Guillermo Bernal Pérez que suscribe, procede al estudio y redacción del presente Proyecto Final de Carrera denominado “*Instalación de Taller Industrial*”.

## **2. Objeto del Proyecto**

El presente Proyecto tiene por objeto realizar los cálculos y estudios necesarios de las instalaciones proyectadas necesarias para iniciar el proceso productivo, definiendo las características técnicas y de seguridad de las mismas, a fin de obtener de los organismos competentes la necesaria autorización administrativa para su instalación y puesta en servicio.

## **3. Emplazamiento**

El lugar donde se efectuarán las instalaciones es una nave industrial situada en el polígono Industrial de “El Campillo”, perteneciente a la localidad de Zuera (Zaragoza) y más concretamente en la calle Francia 57, parcela N° 69

## **4. Reglamentación Industrial Aplicable**

Dadas las características de acondicionamiento de la nave, necesarias para la solicitud de las oportunas licencias, y por lo que en cuanto a ellas se

refiere, nos atenderemos a los Reglamentos y Normas que a continuación se citan:

- Reglamento de Seguridad en Maquinas.
- R.E.B.T. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión). Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria. Decreto 1618/1980 de 4 de julio. Presidencia del Gobierno.
- R.A.M.I.N.P. (Reglamento de Actividades Molestas Insalubre Nocivas y Peligrosas). Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre. Presidencia del Gobierno.
- N.B.E. (Normas Básicas de edificación)
  - C.A-82 (Condiciones Acústicas)
  - C.P.I-91 (Condiciones de Protección contra Incendios).
- O.G.S.H.T. (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Orden de 9 de marzo de 1971. Ministerio de Trabajo.
- N.T.E. (Normas Tecnológicas en la Edificación).
- Normas U.N.E.
- Normas internas de Endesa.
- Real Decreto del Ministerio de Industria sobre reducción de consumo en instalaciones de Calefacción y agua caliente.

- Decreto del Ministerio de Energía e Industria para medidas del ahorro y consumo de energía.
- R.A.P. (Reglamento de Aparatos a Presión). Decreto 1244/1979 de 4 de abril. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre la utilización de productos petrolíferos para calefacción y usos no industriales.
- Reglamento de Desechos y Residuos Tóxicos y Peligrosos. Ley 42/1975 de 19 de noviembre. Jefatura de Estado.
- Ordenanzas Municipales.

## **5. Terrenos y edificaciones**

Se trata de una nave industrial ya construida de las siguientes características:

- Superficie parcelaria..... 3300 m<sup>2</sup>
- Longitud de la nave..... 46.6 m
- Anchura de la nave..... 20 m
- Altura libre de pilares..... 5 m
- Cerramiento..... Pared doble de ladrillo de medio pie
- Grosor del aislamiento térmico..... 150 mm
- Cubierta..... Fibrocemento aislado térmicamente
- Pavimento..... Hormigón tratado con antirresbaladizo
- Accesos..... Dos puertas plegables de 3.3 x 3 m

Una puerta de 0.8 x 2m

La superficie de la nave es de  $932 \text{ m}^2$ , los cuales están repartidos de la siguiente forma:

- Vestuario.....  $16 \text{ m}^2$
- Servicios.....  $26.4 \text{ m}^2$
- Oficina.....  $14 \text{ m}^2$
- Sala caldera.....  $7 \text{ m}^2$
- Sala compresor.....  $7 \text{ m}^2$
- Almacén.....  $176 \text{ m}^2$
- Taller.....  $685.6 \text{ m}^2$

Quedando la distribución del local al objeto de cubrir las necesidades reglamentarias para el normal desarrollo de la actividad, tal y como reflejan los planos correspondientes.

## **6. Proceso industrial**

La actividad que se pretende desarrollar es la fabricación de recipientes metálicos, cerrados o no, con las medidas que demande el mercado.

El metal se recibe en planchas y barras de diferentes grosores y diámetros. En éste local se realizan operaciones de cortado a las medidas precisas, conformado por deformación plástica, atornillado, soldado y operaciones de montaje y terminado. Todas estas operaciones se realizan

con la maquinaria que se indica más adelante y que son las necesarias para completar el proceso productivo de ésta industria.

## **7. Maquinaria e instalaciones**

### **7.1. Maquinaria**

La maquinaria a emplear será la siguiente:

<b>Maquina</b>	<b>Cantidad (Uds)</b>	<b>Potencia (kw)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>
Fresadora	1	0.9	230	50
Cortadora De Guillotina	1	7.5	400	50
Rectificadora cilíndrica universal	1	3	400	50
Torno	1	2	400	50
Cort. radial	1	1.5	230	50
Compresor	1	15	400	50
Afiladora	1	1.5	230	50
Equipo soldadura SMAW	1	20	400	50
Equipo soldadura MIG-MAG	1	14	400	50
Taladradora	2	2.2	400	50
Biseladora	1	0.850	400	50
Banco de trabajo	1	-	-	-



**7.1.1. Fresadora**

**Fresadora Bosch GOF 900 CE**

- 230 V - 50 Hz.
- Potencia absorbida 900 W.
- Velocidad de giro en vacío de 12.000 - 24.000 r.p.m.
- Portaherramientas de 6 / 8 mm.
- Recorrido máximo de la bandeja de 50 mm.
- Tope paralelo con ajuste fino.
- Incluye pinza de sujeción con tuerca de 8 mm.
- Incluye adaptador de aspiración.
- Incluye casquillo copiador 17 mm.
- Incluye perno centrador de 8 mm.
- Incluye una llave de boca.



### **7.1.2. Cortadora de Guillotina**

modelo	6×2500
espesor se puede cortar(mm)	6
anchura se puede cortar(mm)	2500
viajes(times/min)	20-40
distancia de bloque trasero(mm)	750
ángulo de corte(°)	0.5-1.5
profundidad de garganta(mm)	80
potencia de motor principal(Kw)	7.5
peso de máquina(Kg)	6500
Dimensión (L×W×H) (mm)	3000×2075×1920



### **7.1.3. Rectificadora**

#### **Máquina Rectificadora Vertical de Precisión-T170S**

Diámetro máximo de rectificación	∅ 170mm
Máxima profundidad de rectificación	400mm
Diámetro máximo de perforación y escariamiento	∅ 30mm
Velocidad de rotación del eje	80-860r/min
Alimentación del eje	14-810mm/min
Velocidad del movimiento rápido del eje	810mm/min
Transportación del eje	590mm
Distancia entre el eje y la mesa de trabajo	0-500mm
Distancia entre el eje axis y el transporte plano vertical	330mm
Máximo recorrido longitudinal de la mesa de trabajo	1100mm
Máximo recorrido latitudinal de la mesa de trabajo	80mm
Tamaño de la mesa de trabajo (ancho x largo)	400x1250mm
Cantidad de ranuras T de la mesa de trabajo	3
Dimensión de precisión	H7
Perforación áspera	Ra2.5µm
Energía del motor principal	3kw
Dimensión (Largo x ancho x altura)	2100×1430×2010mm
Packaging dimension (Largo x ancho x altura)	1820×1770×2190mm
Peso neto/ Peso bruto	2500kg/2800kg



#### **7.1.4. Torno**

Proteo TL 25

<b>Diámetro máx. barra</b>	25 mm
<b>Distancia máx. torsión</b>	150 mm
<b>Alimentación rápida</b>	40.000 mm/min
<b>Alimentación programada</b>	10.000 mm/min
<b>Motor de los husillos</b>	2 Kw-s1
<b>Motor de los ejes</b>	0,75 Kw
<b>Velocidad máx. unidad de fresado</b>	7000 rpm
<b>Motor de la unidad de fresado</b>	0,75 Kw
<b>Dimensiones</b>	1600 x 1400 x 1700 mm
<b>Peso</b>	1400 kg
<b>Alimentación de las 3 fases + neutra</b>	400/50 V/Hz



### **7.1.5. Amoladora**

#### **Amoladora angular GWS 10-125.**

- ☐ Potencia absorbida: 1.500 W.
- ☐ Velocidad de giro en vacío: 11.000 rpm.
- ☐ Potencia útil: 630 W.
- ☐ Rosca del husillo portamuela: M 14.
- ☐ Ø del disco: 125 mm.
- ☐ Plato lijador de goma, Ø: 125 mm.
- ☐ Cepillo de vaso, Ø: 70 mm.
- ☐ Longitud: 298 mm.
- ☐ Altura: 106 mm.
- ☐ Peso sin cable: 2,0 kg.



### **7.1.6. Afiladora**

Bosch GSM 600

Anchura del disco de amolar:	25 mm
Ø del disco:	175 mm
Peso:	14,3 kg
Posicionamiento:	La resistencia para las aplicaciones más duras
Potencia absorbida:	1500 W
Taladro del disco de amolar:	32 mm
Tamaño de grano:	36 + 60
Tipo de producto:	Esmeriladora doble
Título:	Esmeriladora doble GSM 175
Velocidad nominal de rotación:	2.840 r.p.m.
Envase (L/A/A):	430 x 300 x 280 mm
Suministro de serie:	Disco lijador de granulado normal, grano 36 (2 608 600 109) ; Disco lijador de grano normal, grano 60 (2 608 600 110)



### **7.1.8. Soldador SMAW**

#### **MOSFET SMAW (soldadura al arco blindada) de metal ARC40**

	ARC400
Voltaje de fuente de alimentación	CA el 380±10% V/50~60 hz
Capacidad de la fuente de alimentación	17.8 KVA
Corriente de entrada clasificada	26 A
Ciclo de deber	el 60%
Gama de la corriente de salida	20-400 A
Cosφ (η)	0.95
Clase de la protección	IP 21 S
Grado del aislamiento	B
Peso	35.2 kilogramos
Dimensiones (milímetro)	575*325*460



### **7.1.9. Soldador MIG-MAG**

Soldadora del CO2 MIGMAG del inversor MIG-315

	Especificación	Nebulosa 315
<b>corriente</b>	<b>de salida del TIG (A)</b>	<b>3-315</b>
	Corriente de pilotaje del arco (A)	2-315
	Corriente del fondo (A)	2-315
	Corriente de la soldadura por puntos (A)	2-315
	Slop para arriba (A/S)	1-501
	Slop abajo (A/S)	1-501
	Flujos del gas	0.1-12
	Poste-flujos del gas	0.1-50
	Tiempo del fondo (m/s)	1-500
	Tiempo máximo (m/s)	1-500
	Maneras de la operación	7 tipos
<b>Corriente</b>	<b>de salida del MIG (A)</b>	<b>30-315</b>
	Voltaje de la salida (V)	10-34
	Fuerza del arco	1-10
	Tipo de la soldadura	11 tipos
	Corriente final (A)	30-315
	Voltaje final (V)	10-34
	Manera de la operación	2T 4T
Fuente de la energía de entrada		CA trifásica, 380V
Ciclo de deber (%)		los 60%
Dimensión total (milímetro)		510*255*540
Peso neto (KILOGRAMOS)		25





**7.1.10. Taladradora de base**

FWJDCD2

Taladro de base

Voltaje: 230V/50HZ, energía: 1360W;

Velocidad sin carga: 1900r/min,

Diámetro de Max. Drilling: 102mm

1pc/CTN

Tamaño del cartón: 75 \* 26 \* 21 cm



**7.1.11. Taladradora de base**

**GS-8403G 1200W BEVELER ELÉCTRICO**

ENTRADA DE ENERGÍA: 1200W

VOLTAJE: 230 V/50 HERTZIOS, 115V/60 HERTZIO

NINGUNA CARGA R.P.M: 3000-6000

ÁNGULO BISELADO: 45 GRADOS. (30 GRADOS OPCIONALES.)

ALTURA BISELADA MÁXIMA (45 GRADOS.): los 6MM

MIN. DIÁMETRO PARA LOS CARTABONES INTERIORES: los 20MM



### **7.1.12. Compresor**

Compresor de aire del tornillo: JF-20A	
Aire libre entrega/ presión de descarga (m3/min/Mpa)	2.5/0.7
	2.3/0.8
	2.1/1.0
	1.9/1.2
Energía (KW/HP)	15/20
Etapas de la compresión de No.of	Sola etapa
Temperatura ambiente (°C)	-5--+45
Modelo de enfriamiento	Refrigeración por aire
Temperatura de la descarga (°C)	T+15 ambiente
Lubricante (L)	18
Nivel de ruidos (DB)	64±2
Conducen método	Correa de Multivee
Electricidad (V/ph/Hz)	380/3/50
Dimensión: L*W*H (milímetro)	950×800×1130
Peso (kilogramos)	450
Diámetro de la pipa del enchufe de aire (inch/mm)	3/4"



### **7.2. Instalaciones**

A continuación se enumeraran todas las instalaciones que forman parte de este Proyecto, según el orden de ejecución:

- Distribución de maquinaria (Ver plano nº3)
- Agua caliente y fría sanitaria (Ver anexo nº 1)
- Neumática (Ver anexo nº 2)
- Contraincendios (ver anexo nº 3)
- Climatización (Ver anexo nº 4)
- Calefacción (Ver anexo nº 5)
- Eléctrica (Ver anexo nº 6)

### **8. Personal necesario y régimen de trabajo**

El personal necesario (en principio) estará formado por:

- 1 administrativo
- 1 maestro de taller
- 2 operarios especializados
- 2 peones ayudantes

La jornada laboral será de 8 horas, 5 días a la semana.

El numero total de horas de trabajo al año será, teniendo en cuenta que un año tiene 52 semanas, de 2080 (52 x 5 x 8).

## **9. Memoria medioambiental**

Se ha realizado una investigación del impacto medioambiental con el objetivo de determinar el grado de influencia de la actividad del Taller en el medioambiente. Para ello se ha tendrá en cuenta la Ley de Protección Medioambiental y las Ordenanzas Municipales correspondientes al municipio de Zuera. Para establecer las condiciones que debe cumplir el Taller se ha elaborado un estudio el cual viene reflejado en el anejo nº 8.

## **10. Justificación de precios**

Los precios utilizados para la realización del documento nº 4 (Presupuesto) del presente Proyecto están actualizados y han sido tomados de la empresas “Suministros MERA” y de “KAISER+KRAFT”.

## **11. Presupuesto**

De acuerdo con los valores de precios tabulados y habiéndose realizado los estados de mediciones de todos los planos que constituyen el Proyecto y que constan en el documento nº 4, el presupuesto que se ha obtenido arroja los siguientes resultados:

Presupuesto de ejecución por contrata.....112484€

## **12. Documentos del Proyecto**

Los documentos que integran este Proyecto son los siguientes:

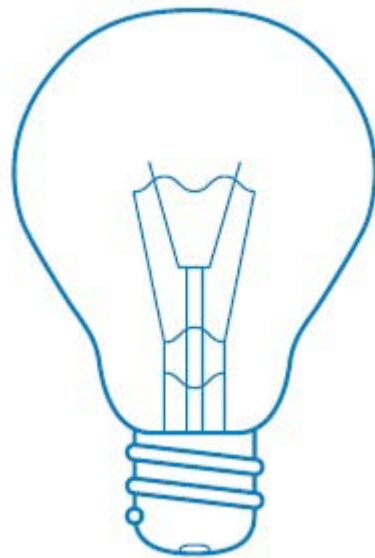
- Documento N° 1..... Memoria Descriptiva
- Documento N° 2..... Planos
- Documento N° 3..... Pliego de condiciones
- Documento N° 4..... Presupuesto



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

# **ANEXO 1:**

**Instalación de agua caliente y fría sanitaria**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## ÍNDICE

### Hoja

1. Objeto .....	1 de 5
2. Descripción de la instalación .....	1 de 5
3. Caudal total instalado .....	1 de 5
4. Cálculo de los elementos de la instalación .....	2 de 5
5. Depósito acumulador-calentador .....	3 de 5
6. Componentes de la instalación .....	4 de 5

## **1. Objeto**

El objeto de la instalación de agua caliente y fría sanitaria es el de abastecimiento de agua a las distintas partes del Taller objeto de este proyecto y su posterior evacuación por el sistema de desagüe hacia el alcantarillado.

## **2. Descripción de la instalación**

El Taller dispondrá de 4 duchas, 4 lavabos, 4 inodoros, 2 grifos para uso general dentro de la zona de taller y 1 surtidor para el consumo de los empleados. También existirá un calentador-acumulador eléctrico para calentar el agua de duchas y lavabos.

El agua procederá de la red general de abastecimiento, cuyo suministro se llevara a cabo de acuerdo con lo expuesto en el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.

## **3. Caudal total instalado**

Según el Reglamento de Instalaciones Interiores de Suministro de Agua, los caudales instantáneos mínimos para duchas, lavabos, w.c., grifos y surtidores son respectivamente 0.2 l/s, 0.1 l/s y 0.1 l/s, 0.1 l/s y 0.05 l/s para cada unidad. Teniendo en cuenta que nuestro taller dispone de 3 duchas, 2 lavabos, 2 w.c., 2 grifos y 1 surtidor el caudal total instalado será:

$$Q_t = 0.2 \times 5 + 0.1 \times 6 + 0.05 \times 1 = 1.25 \text{ l/s}$$

Según el Reglamento antes citado, este caudal equivale a un suministro del tipo B.



#### **4. Cálculo de los elementos de la instalación**

De acuerdo con la tabla de la pág. 14 del Reglamento de Instalaciones Interiores de Suministro de Agua, para un suministro tipo B y tuberías de paredes lisas, se obtiene un tubo de alimentación de DN 30 mm, aunque para esta instalación será suficiente con un tubo de DN 20 mm.

Para una tubería de DN 20 mm, la separación máxima entre soportes en tramos verticales y en tramos horizontales es de 2.4 m y 1.8 m respectivamente.

El diámetro del contador será de 20 mm, para el cuál corresponden unas dimensiones de armario, según la tabla de la pág. 7 del N.I.A., de 50 x 60 x 20 cm.

El tubo ascendente ó montante tendrá un DN 20 mm.

Según el manual de Ingeniería, apto. IV, pág. 625, para el agua la velocidad recomendada oscila entre 1 y 3 m/s. Tomando una velocidad de 2m/s, y como nuestra instalación tiene un caudal total instalado de 1.25 l/s, se obtiene una sección de tubería de canalización que vale:

$$S = Q/V = 1.25 \times 10^{-3} / 2 = 6.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$S = \Pi \times R^2 \Rightarrow R = \sqrt{S/\Pi} = \sqrt{6.25 \times 10^{-4} / 3.1415} = 0.0141 \text{ m}$$

$$D_i = 2 \times R = 2 \times 0.0141 = 0.0282 \text{ m} = 28.2 \text{ mm}$$

Según la norma DIN 2448, se elegirá una tubería de DN 20. Esta tubería es la de distribución interior para todo el taller. Las tuberías que empalman con la anterior y que van a las duchas, lavabos, w.c., grifos y surtidor tendrán un DN 12 en previsión de que por cada una circulará un

caudal mucho menor que por la tubería de distribución general. En la parte mas alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Para este Taller esta tubería de eliminación de agua tendrá un DN 20.

### **5. Depósito acumulador-calentador**

Si suponemos un promedio de una ducha diaria por trabajador, con un consumo de 60 l. por cada una, y suponiendo un coeficiente de simultaneidad de 0.85, podemos estimar el consumo de agua caliente en:

$$1 \times 6 \times 60 \times 0.85 = 306 \text{ l/día} \approx 310 \text{ l/día} = 0.31 \text{ m}^3/\text{día}$$

Si suponemos que el agua de la red general de abastecimientos viene a una temperatura de 17 °C y que según el Reglamento de Instalaciones Interiores de Suministro de Agua, la temperatura del agua en la red de distribución para agua caliente debe ser de 42 °C:

$$0.31 \times (42 - 17) \times 4.18 = 32.395 \text{ MJ/día} \approx 32.4 \text{ MJ/día}$$

Siendo 4.18 el calor en MJ (megajoules) que hay que aplicar a 1 m<sup>3</sup> de agua para elevar su temperatura 1 °C. Si un Kw son 3.6 MJ/°Cm<sup>3</sup> tendremos un consumo de:

$$1 \text{ Kw/día} \text{ ----- } 3.6 \text{ MJ/día}$$

$$X \quad \text{“} \text{ ----- } 32.4 \quad \text{“}$$

$$X = 9 \text{ Kw/día}; 9 : 8 \text{ Kw/hora} = 1.125 \text{ Kw/hora}$$

$$1.125 : 4 \text{ Kw/hora} = 0.28125 \text{ Kw/hora} \approx 0.3 \text{ Kw/hora}$$

Se ha considerado que al ser una máquina nueva su COP (coeficiente de operatividad) vale 4. Como nuestro depósito de agua caliente tiene una capacidad de 310 ltrs, debemos instalar en la conducción de agua fría, junto a la entrada del depósito y en el sentido de la circulación del agua, los dispositivos siguientes:

- Un grifo de cierre
- Un purgador de control de la estanqueidad del dispositivo de retención
- Una válvula de retención
- Una válvula de seguridad cuya tubería de evacuación vierta libremente por encima del borde superior del elemento que recoja el agua

Se ha incluido la opción de calentar el ACS en situaciones extraordinarias a través de la caldera del circuito de calefacción, añadiendo un bypass a la caldera con los siguientes dispositivos:

- Tres válvulas de cierre.
- Una válvula de retención

## **6. Componentes de la instalación**

Según el Reglamento de Instalaciones Interiores de Suministro de Agua y de acuerdo a los cálculos realizados anteriormente se adoptaran los siguientes elementos:

- Llave de paso de DN 20
- Contador de DN 20
- Armario para el contador de 50 x 60 x 20 cm
- Tubería general de distribución de DN 20
- Tuberías de abastecimiento a duchas, lavabos, etc. de DN 12
- Tubería de eliminación de agua de DN 20
- Calentador eléctrico de 310 ltrs de capacidad y 0.5 kw de potencia
- Tubería ascendente o montante de DN 20
- Válvula de retención de DN 20
- Accesorios (grifos, etc...)

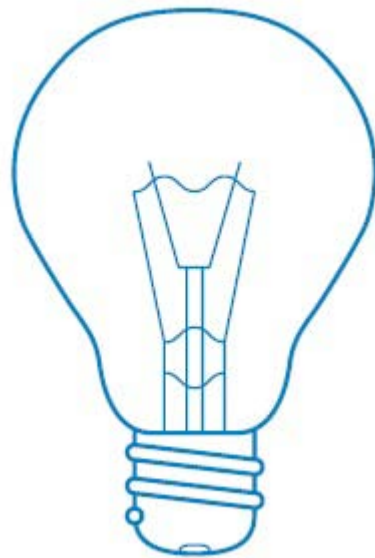
Las características y disposiciones técnicas y legales que deben satisfacer estos componentes vienen especificadas con detalle en el Documento n° 3 (Pliego de condiciones), apartado de índole técnico.



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 2:**

**Instalación neumática**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

	<b><u>Hoja</u></b>
1. Objeto .....	1 de 4
2. Descripción de la instalación .....	1 de 4
2.1. Equipo compresor y depósito .....	1 de 4
2.2. Conducciones de distribución .....	1 de 4
2.3. Accesorios .....	2 de 4
3. Cálculos justificativos .....	3 de 4
3.1. Equipo compresor y depósito .....	3 de 4
3.2. Cálculo de los demás elementos de la instalación .....	4 de 4

## **1. Objeto**

El objeto de la instalación neumática es el de abastecimiento de aire comprimido a las distintas maquinas a instalar en el Taller objeto de este proyecto, y que necesitan de esta instalación para su correcto funcionamiento.

## **2. Descripción de la instalación**

La instalación neumática o red de aire comprimido a instalar en la industria objeto de este proyecto la podemos describir de la siguiente manera:

### **2.1. Equipo compresor y depósito**

Estará compuesto por:

- Centro de compresión rotativo a tornillo insonorizado para suministrar un caudal de 1450 l/min a una presión de trabajo de 13 bares a plena carga
- Secador Frigorífico para aire comprimido
- Un depósito vertical
- Deposito con capacidad para 300 ltrs

### **2.2 Conducciones de distribución**

La distribución se realizara mediante red aérea según planos.

De la conducción general saldrán tomas independientes para cada servicio a maquinaria. Estas derivaciones estarán separadas 3 metros como mínimo.

La instalación tendrá una inclinación mínima del 2 %, para facilitar el drenaje a través de válvulas de escape o purgadores situados cada 25 m y al final de cada línea, antes de cada una de las conexiones a las distintas maquinas.

La tubería de la línea general será de acero de diámetro 3/4 ", y todos los accesorios a utilizar estarán de acuerdo con la norma DIN-2448 y UNE-190031.

Las derivaciones saldrán por la parte superior de la conducción principal, para tomar aire lo más seco posible, y tendrán un diámetro de 1/2".

### **2.3. Accesorios**

Los distintos accesorios a colocar en la instalación serán:

- Codos
- Bridas
- Válvulas de compuerta
- Válvulas de mariposa
- Purgadores
- Botes sifónicos

Todos ellos tendrán el diámetro adecuado al tramo de tubería donde estén instalados y estarán de acuerdo con la norma DIN-2448 y UNE-190031.



### **3. Cálculos justificativos**

A continuación se realizarán los cálculos de diámetros y caudales para el correcto funcionamiento de la instalación neumática.

#### **3.1 Equipo compresor y depósito**

Calcularemos nuestra instalación de aire comprimido tomando una presión de diseño mayor que la presión máxima de servicio. La presión máxima de servicio es el máximo valor de la presión de tarado de las válvulas de seguridad y coincide con la presión de precinto. Además sabemos que en nuestro taller vamos a tener 4 tomas de aire comprimido y que cada una tiene una presión de salida de 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$Q = V \times S \Rightarrow V = 4 \times Q / \pi \times D^2$$

Nuestro compresor suministrará un caudal de 780 l/min = 0.013 m<sup>3</sup>/s, y tiene una rosca de salida: D = 1/2" = 12.67 mm = 0.0127 m:

$$V = 4 \times 0.013 / 3.1415 \times 0.0127^2 = 102.6 \text{ m/s}$$

Si a continuación se aplica el principio de Bernoulli entre los puntos 1 y 2 correspondientes a la salida del compresor y a la entrada de la válvula selectora de circuito respectivamente, se obtiene:

$$[ H_s + V_s^2/2 + G \times Z_s ] - [ H_e + V_e^2/2 + G \times Z_e ] = 0$$

$$H_e = H_s ; G = 9.81 \text{ m/s}$$

$$Z_s - Z_e \approx 1 \text{ m} ; V_e = 102.6 \text{ m/s}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación de Bernoulli y despejando la velocidad de salida se obtiene:

$$V_s = 102.7 \text{ m/s}$$

Debido a la escasa variación de velocidad, se puede afirmar que el diámetro real para el tubo que une el tramo 1-2 (manguera de conexión entre el compresor y depósito), es  $D = 1/2''$ . Como la rosca de entrada al depósito es de  $D = 1''$  debemos colocar una manguera específica que posea una rosca de  $D = 1/2''$  en la unión al compresor, y una rosca de  $D = 1''$  en la unión al depósito. Como la rosca de salida del compresor es  $D = 1''$ , la manguera de conexión del depósito a la red deberá tener igual diámetro en la unión con el depósito y en la unión a la red, en nuestro caso  $D = 1''$ .

## **2.2 Cálculo de los demás elementos de la instalación**

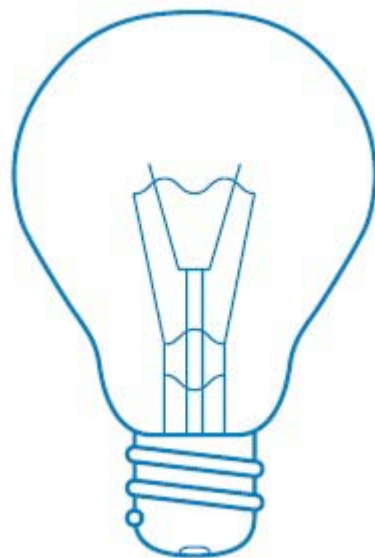
Usaremos para el circuito general tuberías de  $1''$ , y para cada una de las 4 tomas auxiliares usaremos tuberías de  $1/2''$ . Con estos diámetros se cumplen sobradamente las necesidades a las que puede estar solicitada dicha instalación.



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 3:**

**Instalación contra incendios**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## ÍNDICE

	<u>Hoja</u>
1. Objeto .....	1 de 6
2. Descripción de la instalación .....	1 de 6
3. Número de sectores de incendios .....	1 de 6
4. Cálculo de la ocupación .....	2 de 6
5. Número y disposición de salidas .....	2 de 6
6. Dimensionamiento de salidas .....	2 de 6
7. Señalización e iluminación .....	3 de 6
7.1. Señalización de evacuación .....	3 de 6
7.2. Señalización de los medios de protección .....	4 de 6
7.3. Iluminación .....	4 de 6
8. Clasificación del local .....	4 de 6
9. Condiciones exigibles .....	5 de 6
9.1. Evacuación .....	5 de 6
9.2. Compartimentación .....	5 de 6
9.3. Elementos constructivos y materiales .....	5 de 6
10. Instalaciones de protección contra incendios .....	5 de 6
11. Instalación de alumbrado de emergencia .....	6 de 6

## **1. Objeto**

El objeto de la instalación contra incendios es el de señalización, prevención y protección tanto de personas como de las demás instalaciones.

## **2. Descripción de la instalación**

La instalación contra incendios ha de cumplir con las especificaciones exigidas en las Normas Básicas de la edificación para la protección contra incendios (NBE-CPI91).

La instalación estará dotada de:

- 5 extintores manuales
- 2 salidas de emergencia
- Señalizaciones de evacuación, salida, medios de protección y emergencia

Las características técnicas de todos estos elementos aparecen reflejadas en el Documento nº 3 (Pliego de condiciones), apartado de índole técnico.

## **3. Número de sectores de incendios**

Según lo que se expone en el artículo 4 del capítulo 2 de la NBE CPI-91, se dispondrá un único sector de incendios en el Taller, debido a que la superficie construida es inferior a 2500 m<sup>2</sup> (aproximadamente es de 46 x 20 m).

#### **4. Cálculo de la ocupación**

Según el artículo 6, apartados 6.1 y 6.2 de la NBE CPI-91, en nuestro taller existen 4 zonas (oficina, aseo, taller y almacén). Las zonas de oficina, aseo y almacén son consideradas como zonas de baja densidad, porque existen más de 10 m<sup>2</sup> por persona en la oficina, más de 2 m<sup>2</sup> por persona en el aseo y más de 40 m<sup>2</sup> por persona en el almacén. El taller está considerado como zona de alta densidad porque existen menos de 40 m<sup>2</sup> por persona que vaya a trabajar en él.

#### **5. Número y disposición de salidas**

En este taller solo será necesaria una salida porque se cumplen las tres condiciones que impone el artículo 7, apartado 7.2 del capítulo 2 de la NBE CPI-91. Estas condiciones son:

- Ocupación menor de 100 personas
- No más de 50 personas precisan salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor que 2 m
- La longitud de ningún recorrido de evacuación hasta la salida es mayor que 25 m

#### **6. Dimensionamiento de salidas**

Según la norma NBE-CPI-91 artículo 7 apartado 7.4, las puertas, pasos y pasillos se dimensionarán a razón de 1 m de ancho por cada 200 personas. En el taller se dispondrán las puertas con una anchura libre mayor

o igual a 0.8 m. Por lo tanto se pondrán puertas interiores de 0.90 m. La anchura de cada hoja será mayor de 1.20 m o igual.

Las puertas de salida interiores serán abatibles de giro vertical y fácilmente operables.

Las puertas de apertura automática que se dispondrán en el exterior dispondrán de un sistema que en el caso de fallo del mecanismo automático o del suministro de energía permita abrir la puerta e impida que esta cierre.

## **7. Señalización e iluminación**

### **7.1. Señalización de evacuación**

De acuerdo a lo que establece el artículo 12, apartado 12.1 del capítulo 2 de la BE CPI-91, en nuestro caso y a pesar de que la mayoría de los ocupantes están vinculados a la actividad que se desarrolla en el edificio y a que las salidas son fácilmente visibles desde todos los puntos de la planta, deberemos utilizar señalización dado que hay más de una salida. En nuestro caso no hay ninguna salida destinada únicamente a salida de emergencia, sino que son al mismo tiempo salidas destinadas a uso habitual, por lo que estarán señalizadas con el rotulo de “SALIDA”.

### **7.2. Señalización de los medios de protección**

Según lo dispuesto en el artículo 12, apartado 12.2 del capítulo 2 de la NBE CPI-91, debe señalizarse todo medio de protección contra incendios de utilización manual (en nuestro caso, extintores), que no sea fácilmente localizable desde algún punto de la zona de pasillo o espacio diáfano protegido por dicho medio, de tal forma que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales serán las definidas en la norma UNE 23033 y su tamaño será el que resulte de aplicar los criterios indicados en la norma UNE 81501.

### **7.3. Iluminación**

En los recorridos de evacuación, la instalación de alumbrado normal debe proporcionar al menos los mismos niveles de iluminación que se establecen en el artículo 21 para la instalación del alumbrado de emergencia, según indica el artículo 12, apartado 12.3 del capítulo 2 de la NBE CPI-91.

## **8. Clasificación del local**

Este taller es de riesgo especial alto, debido a que es una zona destinada a taller con un volumen mayor de 400 m<sup>3</sup>, según se explica en el artículo 19, apartado 19.1 del capítulo 4 de la NBE CPI-91.



## **9. Condiciones exigibles**

### **9.1. Evacuación**

La longitud del recorrido de evacuación desde cada punto del local o de una zona de riesgo especial hasta alguna de las salidas del taller es mayor de 15 m, se cumple la NBE-CPI-91 cap. 4, apart. 19.2.

### **9.2. Compartimentación**

Ninguna de las puertas interiores da directamente a espacios de circulación ni a garajes.

### **9.3. Elementos constructivos y materiales**

Deberán cumplir con lo especificado en el pliego de condiciones y de acuerdo a la tabla 3 de la NBE-CPI-91 capítulo 4.

## **10. Instalaciones de protección contra incendios**

Según el artículo 20, apartado 20.1 del capítulo 5 de la NBE CPI-91, en los locales de riesgo especial se instalarán extintores de eficacia 13A ó 89B. El agente extintor a utilizar en nuestro local se elegirá conforme a la norma UNE 23010 para cada una de las clases de fuego, eligiendo de acuerdo a esta norma un agente extintor de polvo ABC (Polivalente). Los extintores se colocarán a una altura desde el suelo hasta el borde superior del extintor no mayor de 1.70 metros. Se colocaran 5 extintores los cuales

deberán ajustarse al reglamento de aparatos a presión y a su instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

### **11. Instalación de alumbrado de emergencia**

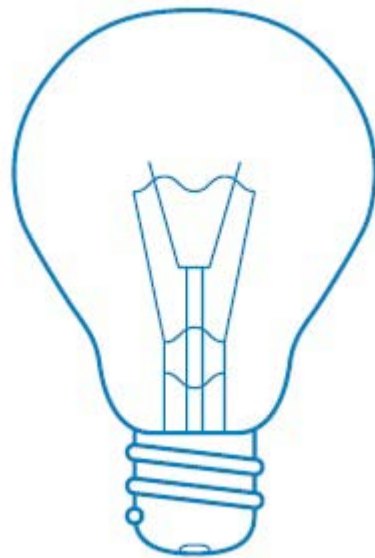
Al ser un local de riesgo especial deberá contar con un alumbrado de emergencia según indica el artículo 21, apartado 21.1 del capítulo 5 de la NBE CPI-91. La instalación de emergencia proporcionará una iluminancia de 0.2 lux como mínimo en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación. La instalación se realizará con equipos autónomos automáticos. Las características exigibles a estos aparatos serán las establecidas en UNE-20062-73 (aparatos autónomos para alumbrado de emergencia) y UNE-20392-75 (aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámpara de fluorescencia).



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 4:**

**Instalación de climatización**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

### **Hoja**

1. Información previa .....	1 de 5
2. Criterios de diseño .....	1 de 5
3. Cálculos .....	2 de 5
3.1. Cálculo de la potencia frigorífica .....	2 de 5

## **1. Información previa**

La nave objeto de esta instalación está situada en una parcela sin construcciones colindantes.

El Taller tiene 932 m<sup>2</sup> de los cuales solo la oficina será susceptible de poseer aire acondicionado.

La zona a climatizar (oficina) tendrá una superficie de 14 m<sup>2</sup>, un ancho de 3,5 m, un largo de 4 m y su altura será de 2.8 m. Dos paredes darán al exterior, al Norte y al Oeste. En la pared Oeste se encuentran una ventana de 1 × 1 m y una puerta de madera de 0.8 x 2 m. La pared Este de la oficina colinda con los aseos y la pared Sur con el interior del taller mediante otra puerta de madera de 0.8 x 2 m.

Los cerramientos exteriores son de ladrillo macizo y la tabiquería interior será de ladrillo de doble hueco colocado a panderte. La oficina tiene una puerta de madera que la comunica con el taller.

## **2. Criterios de diseño**

Se instalará un equipo compacto partido, disponiendo la unidad condensadora en el exterior y unida a la evaporadora por líneas de refrigerante cuya longitud no será superior a 8 m. No se instalará un equipo de condensación por aire para evitar el alto nivel de ruido que estos ocasionan.

### **3. Cálculos**

Paredes exteriores de ladrillo macizo de espesor 35 cm.

Tabiquería interior de ladrillo de hueco doble de espesor 9 cm.

Condiciones de humedad y temperatura:

- Interior:
  - temperatura seca 25 °C
  - temperatura húmeda 18 °C
  - humedad 55 %
- Exterior:
  - temperatura seca 36 °C
  - temperatura húmeda 29 °C
  - humedad 59 %

La oficina tendrá 3 puntos de luz de 231 w en total.

El número de ocupantes habitualmente será de una persona.

#### **3.1. Cálculo de la potencia frigorífica**

Según los manuales “Ideas básicas sobre acondicionamiento de aire” (Interclisa / Carrier S.A.), “Instalaciones en los Edificios” (editorial G.G.) y la NBE-CT-79, los valores del coeficiente de conductividad térmica para los materiales que limitan la oficina del taller son:

- Muros exteriores  $K=1.4$

- Paramentos interiores  $K=1.4$
- Suelo  $K=1$
- Techo  $K=1.4$
- Puerta  $K=3.5$

La potencia frigorífica necesaria se obtendrá como suma de las ganancias de calor sensible y latente calculadas mediante las expresiones según la NTE-ICI-2 (pag. 141):

$$M_1 = a_1 a_2 S_H + \Sigma bS + dS_u$$

$$M_2 = cS_u$$

$$M = M_1 + M_2$$

Siendo los coeficientes:

- $a_1$  = ganancia de calor por unidad de superficie acristalada
- $a_2$  = Reducción del coeficiente  $a_1$  por el tipo de acristalamiento y la protección solar del hueco
- $S_H$  = Superficie de los huecos
- $b$  = Ganancia de calor por unidad de superficie de cerramiento opaco, función del coeficiente de transmisión de calor  $K$
- $d$  = Ganancia de calor, por unidad de superficie del local, por aportación de personas y aire exterior
- $S_u$  = Superficie útil del local

Se empieza hallando el primer miembro de  $M_1$ . De la tabla 1 de la NTE-ICI-2 se obtiene  $a_1 = 410 \text{ W/m}^2$ . De la tabla 2, pag. 141,

entrando por tipo de vidrio ordinario con protección interior y de doble acristalamientos se obtiene  $a_2 = 0.7$ . Siendo el valor de  $S_H = 1 \text{ m}^2$ .

$$a_1 a_2 S_H = 287$$

Se continúa hallando el segundo miembro de  $M_1$ . El coeficiente  $b$  se halla en función de la conductividad térmica de cada cerramiento opaco.

$$\begin{aligned} \Sigma bS &= 15 (3.5 \times 2.8 + 4 \times 2.8) + 14 \times 4 + \\ &+ 8 (14 + 3.5 \times 2.8 + 4 \times 2.8) + 1.6 \times 16 = 878,2 \end{aligned}$$

El tercer miembro de  $M_1$  es:

La densidad de ocupación en personas/ $\text{m}^2$  es menor que 0.10.

El tipo de actividad es sedentaria, la zona climática es la B y la potencia eléctrica en  $\text{w}/\text{m}^2$  está entre 0 y 25 w. Por lo tanto por interpolación se obtiene un valor de  $d = 24.2$  y  $S_u = 14 \text{ m}^2$ .

$$d S_u = 24.2 \times 14 = 339$$

Estos datos se han deducido de la tabla 5 de la NTE-ICI-3.

$M_1$  será igual a 1505

Se sigue con el cálculo de  $M_2$ . Para ello de la tabla 4 de la NTE-ICI-3 se obtiene el valor de  $c=30$  y  $S_u = 14 \text{ m}^2$ .

$$M_2 = 30 \times 14 = 420$$

Se suman las potencias y se obtiene:

$$M = M_1 + M_2 = 1505 + 420 = 1925 \text{ vatios}$$

Para pasar a Kcal/h se divide entre 1.163:



$M = 1655 \text{ Kcal/h}$

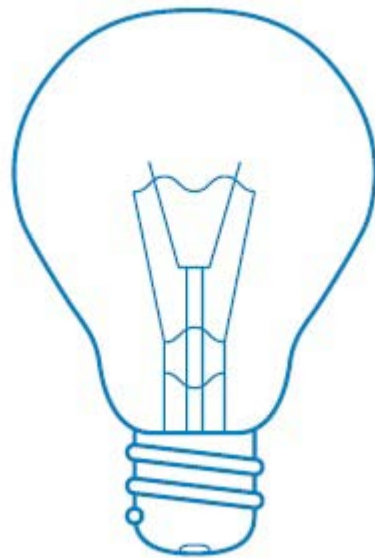
Por lo tanto según se deduce de los cálculos se instalará un equipo de consola de unidad condensadora en el exterior y evaporador en el interior, y que tendrá una capacidad frigorífica como mínimo de 1655 Kcal/h y una potencia de 2 kw (a 220V) cuyas características técnicas se incluyen en el pliego de condiciones de índole técnico.



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 5:**

**Instalación de calefacción**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

	<b><u>Hoja</u></b>
1. Objeto .....	1 de 10
2. Datos de partida .....	1 de 10
3. Cálculo de cargas .....	2 de 10
3.1. Servicios-vestuario .....	2 de 10
3.2. Oficina .....	4 de 10
3.3. Almacén .....	5 de 10
3.4. Taller .....	6 de 10
4. Cálculo de la caldera .....	7 de 10
5. Cálculo de la sección del quemador .....	7 de 10
6. Cálculo de la red de tuberías .....	7 de 10
7. Cálculo del circulador .....	8 de 10
8. Cálculo del depósito de expansión .....	9 de 10
9. Croquis de la instalación .....	9 de 10
10. Conclusiones .....	10 de 10

## **1. Objeto**

Se procederá a continuación al cálculo de la instalación de calefacción por agua caliente mediante una caldera de gas natural.

## **2. Datos de partida**

Conductividades térmicas de los materiales (según NBE-CT-79):

- Cerramientos  $K = 1.4$
- Suelo  $K = 1.4$
- Tabiquería  $K = 1.4$
- Puertas de madera  $K = 3.5$
- Ventana oficina  $K = 2.9$
- Ventana aseos  $K = 5.5$
- Cubierta de fibrocemento  $K = 4.74$
- Techo (forjado de hormigón)  $K = 1.4$
- Puertas exteriores  $K = 5$

Las condiciones de temperatura exteriores son de  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Las condiciones interiores para cada zona son:

- Oficina  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Servicios-vestuario  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Taller-almacen  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$

Nota: temperaturas obtenidas del manual de instalaciones en los edificios (editorial G.G.).

Para realizar los cálculos se ha seguido el manual de ROCA “El Calculo de Calefacción” (3ª Edición), del cual se han extraído las siguientes formulas:

$$Q_t = S \times K \times (t_2 - t_1)$$

$Q_t$  (Cantidad de calor perdido por transmisión en Kcal/h)

$S$  (Superficie en  $m^2$ )

$t_2 - t_1$  (Diferencia entre la temperatura interior y exterior)

$$Q_i = V \times C_e \times P_e \times n \times (t_2 - t_1)$$

$Q_i$  (Cantidad de calor perdido por infiltraciones de aire en Kcal/h)

$V$  (Volumen del recinto en  $m^3$ )

$C_e$  (Calor especifico del aire y vale 0.24 Kcal/Kg°C)

$P_e$  (Peso especifico de aire seco a 20 °C y vale 1.205 Kg/ $m^3$ )

$n$  (Nº de renovaciones/hora y vale 0.5 en general y 1 para los aseos)

$t_2 - t_1$  (Diferencia entre la temperatura interior y exterior)

### **3. Cálculo de cargas**

#### **3.1. Servicios-vestuario**

Superficie	Espesor (m)	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie ( $m^2$ )	Deducción
Muro exterior Norte	0.35	10.6		2.8	29.7	-3
Ventana ext. Norte (x3)	0.005	1		1	1	
Tabique interior Sur	0.09	10.6		2.8	29.7	-3.2
Tabique interior Oeste	0.09	4		2.8	11.2	

Tabique interior Este	0.09	4		2.8	11.2	
Puerta Sur (x2)	0.03	0.8		2	1.6	
Techo		10.6	4		42.4	
Suelo		10.6	4		42.4	

Superficie	Sup. Total	Coef. (K)	Var. T <sup>a</sup>	Trans. (Q <sub>i</sub> )
Muro exterior Norte	26.7	1.4	20-8	448.6
Ventana ext. Norte (x3)	3	5.5	20-8	198
Tabique interior Sur	28.1	1.4	20-17	118
Tabique interior Oeste	11.2	1.4	20-23	-47
Tabique interior Este	11.2	1.4	20-17	47
Puerta Sur (x2)	3.2	3.5	20-17	33.6
Techo	42.4	1.4	20-17	178.1
Suelo	42.4	1.4	20-10	593.6
<b>total</b>				<b>1570</b>

$$Q_t = 1570 \text{ Kcal/h}$$

$$V = 119 \text{ m}^3$$

$$n = 1$$

$$Q_i = 119 \times 0.24 \times 1.205 \times 1 \times (20 - 8) = 413 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{baño}} = (Q_t + Q_i) \times (1 + F)$$

$$F = 0.05 \text{ (Suplemento por reducción nocturna)}$$

$$Q_{\text{baño}} = (1570 + 413) \times (1 + 0.05) = 2082.2 \text{ Kcal/h}$$

### 3.2. Oficina

Superficie	Espesor (m)	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducción
Muro exterior Norte	0.35	3.5		2.8	9.8	
Muro exterior Oeste	0.35	4		2.8	11.2	-2.6
Tabique interior Sur	0.09	3.5		2.8	9.8	-1.6
Tabique interior Este	0.09	4		2.8	11.2	
Puerta Sur	0.03	0.8		2	1.6	
Puerta Oeste	0.05	0.8		2	1.6	
Ventana Oeste	0.01	1		1	1	
Techo		4	3.5		14	
Suelo		4	3.5		14	

Superficie	Sup. Total	Coef. (K)	Var. T <sup>a</sup>	Trans. (Q <sub>t</sub> )
Muro exterior Norte	9.8	1.4	23-8	205.8
Muro exterior Oeste	8.6	1.4	23-8	92.6
Tabique interior Sur	8.2	1.4	23-17	67
Tabique interior Este	11.2	1.4	23-20	47
Puerta Sur	1.6	3.5	23-17	33.6
Puerta Oeste	1.6	5	23-8	120
Ventana Oeste	1	2.9	23-8	43.6
Techo	14	1.4	23-17	117.6
Suelo	14	1.4	23-10	254.8
<b>total</b>				<b>982</b>

$$Q_t = 982 \text{ Kcal/h}$$

$$V = 39.2 \text{ m}^3$$

$$n = 0.5$$

$$Q_i = 39.2 \times 0.24 \times 1.205 \times 0.5 \times (23 - 8) = 85 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{oficina}} = (Q_t + Q_i) \times (1 + F)$$

$F = 0.05$  (Suplemento por reducción nocturna)

$Q_{\text{oficina}} = (982 + 85) \times (1 + 0.05) = 1120.4 \text{ Kcal/h}$

### **3.3. Almacén**

Superficie	Espesor (m)	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducción
Muro exterior Sur	0.35	17.6		4	70.4	
Muro exterior Oeste	0.35	10		4	40	
Tabique interior Norte	0.09	17.6		4	70.4	-5.4
Tabique interior Este	0.09	10		4	40	
Puerta Norte	0.03	1.8		3	5.4	
Techo		17.6	10		176	
Suelo		17.6	10		176	

Superficie	Sup. Total	Coef. (K)	Var. T <sup>a</sup>	Trans. (Q <sub>t</sub> )
Muro exterior Sur	70.4	1.4	17-8	887
Muro exterior Oeste	40	1.4	17-8	504
Tabique interior Norte	65	1.4	17-17	0
Tabique interior Este	40	1.4	17-17	0
Puerta Norte	5.4	3.5	17-17	0
Techo	176	1.4	17-17	0
Suelo	176	1.4	17-10	1724.8
<b>Total</b>				<b>3115.9</b>

$Q_t = 3115.9 \text{ Kcal/h}$

$V = 704 \text{ m}^3$

$n = 0.5$

$Q_i = 704 \times 0.24 \times 1.205 \times 0.5 \times (20 - 8) = 1221.6 \text{ Kcal/h}$



$$Q_{\text{almacen}} = (Q_t + Q_i) \times (1 + F)$$

$$F = 0.05 \text{ (Suplemento por reducción nocturna)}$$

$$Q_{\text{almacen}} = (3115.9 + 1221.6) \times (1 + 0.05) = 4554.4 \text{ Kcal/h}$$

### 3.4. Taller

Superficie	Espesor (m)	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducción
Muro exterior Norte	0.35	46.6		4	186.4	
Muro exterior Oeste	0.35	20		4	80	-9.9
Muro exterior Sur	0.35	46.6		4	186.4	
Muro exterior Este	0.35	20		4	80	
Puerta Oeste	0.03	3.3		3	9.9	
Techo		46.6	20		932	
Suelo		46.6	20		932	

Superficie	Sup. Total	Coef. (K)	Var. T <sup>a</sup>	Trans. (Q <sub>t</sub> )
Muro exterior Norte	186.4	1.4	17-8	2349
Muro exterior Oeste	71.1	1.4	17-8	896
Muro exterior Sur	186.4	1.4	17-8	2349
Muro exterior Este	80	1.4	17-8	1008
Puerta Oeste	9.9	5	17-8	446
Techo	932	1.4	17-8	11744
Suelo	932	1.4	17-10	9134
<b>Total</b>				<b>27926</b>

$$Q_t = 27926 \text{ Kcal/h}$$

$$V = 3728 \text{ m}^3$$

$$n = 0.5$$

$$Q_i = 3728 \times 0.24 \times 1.205 \times 0.5 \times (17 - 8) = 4900 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{taller}} = (Q_t + Q_i) \times (1 + F)$$

$$F = 0.05 \text{ (Suplemento por reducción nocturna)}$$

$$Q_{\text{taller}} = (27926 + 4900) \times (1 + 0.05) = 34466.7 \text{ Kcal/h}$$

#### **4. Cálculo de la caldera**

Según el manual de ROCA la caldera será de:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{baño}} + Q_{\text{oficina}} + Q_{\text{almacen}} + Q_{\text{taller}} = 42224 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{total}} \times 1.2 = Q_{\text{caldera}}$$

$$42224 \times 1.2 = 50668,5 \text{ Kcal/h}$$

#### **5. Cálculo de la sección del quemador**

Según el manual de ROCA :

$$\text{Caudal} = 50668,5 / 10000 \times 0.75 = 7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Caudal} = \text{Sección} \times \text{velocidad} \quad v = 1.8 \text{ m/s} \rightarrow 6480 \text{ m/h}$$

$$S = 7 / 6480 = 0.0010803 \text{ m}^2 \rightarrow 1080.3 \text{ mm}^2 \text{ (sección mínima)}$$

#### **6. Cálculo de la red de tuberías**

Se tomará como base para el cálculo una diferencia de temperaturas entre la ida y el retorno en la caldera de 20 °C, al igual que para cada emisor. A partir de este dato podrá definirse el caudal de agua horario que circulará por cada tramo.

El tubo empleado para el tendido de la red será de acero estirado.

Los cálculos se han hecho de acuerdo al manual de ROCA antes mencionado.

Tramo	Potencia de cálculo	Caudal litros/h=Potencia/20 °C
A-B	34466,7	1723.3
A-C	7757	387.9
C-D	5674.8	283.7
D-F	4554.4	227.7

Para determinar el diámetro de cada tramo de tubería se escogerá, para iniciar el estudio, el comprendido entre la caldera y el emisor más alejado o situado más desfavorablemente que, en el croquis del apartado 8 de este cálculo, corresponde al punto F el cual, presumiblemente, será el que ofrezca mayor dificultad al paso del agua desde la caldera.

Tramo	Diámetro tubería	Velocidad del agua m/s
A-B	2 1/4"	1.8
A-C	1 1/4"	1.8
C-D	1 1/4"	1.5
D-F	1 1/4"	1.2

## **7. Cálculo del circulador**

El circulador, según el manual de ROCA antes mencionado, ha de tener un caudal de :

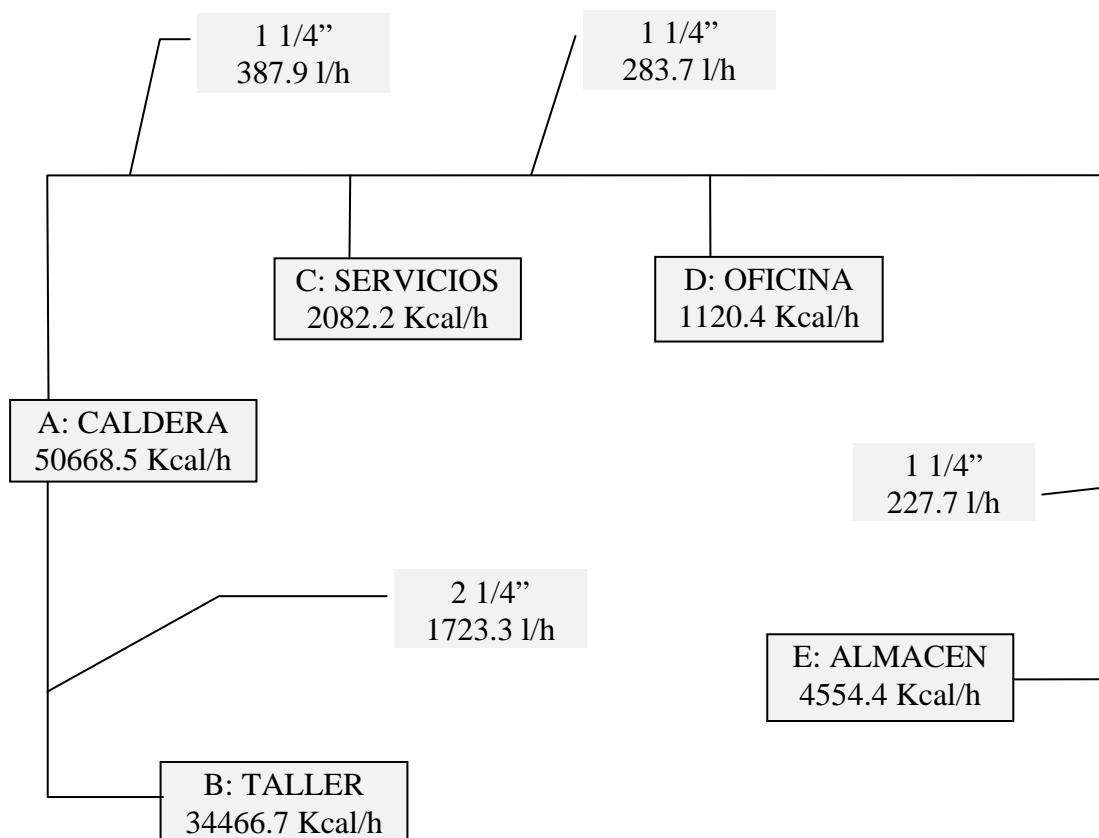
$$\text{Caudal} = Q_{\text{caldera}} / t_{\text{ida}} - t_{\text{ret.}} = 50668.5 / 20 \text{ °C} = 2533.4 \text{ l/h}$$

## 8. Cálculo del depósito de expansión

La capacidad del depósito de expansión, según el manual de ROCA,  
será:

$$V = P \times 1.2/1000 = 52.9 \text{ l} \approx 53 \text{ l de capacidad mínima}$$

## 9. Croquis de la instalación



## **10. Conclusiones**

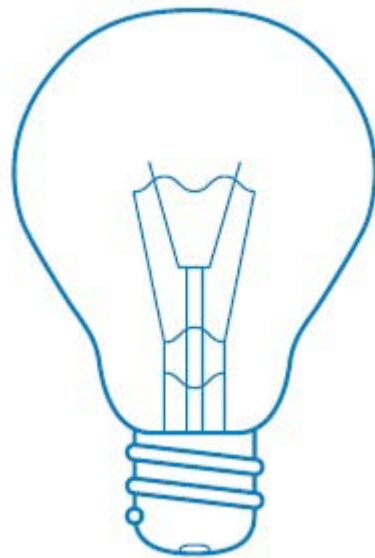
Por lo anteriormente expuesto se considera suficientemente descritas las instalaciones del presente anejo, dejando para su consideración y aprobación a los organismos competentes.



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 6:**

**Instalación eléctrica**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

	<b><u>Hoja</u></b>
1. Objeto .....	1 de 74
2. Generalidades .....	1 de 74
2.1. Suministro de energía .....	1 de 74
2.2. Tensión de alimentación .....	1 de 74
3. Elementos de la instalación .....	1 de 74
3.1. Acometida .....	1 de 74
3.2. Instalaciones de enlace .....	3 de 74
3.3. Instalaciones interiores .....	8 de 74
3.4. Protección contra sobrecargas .....	21 de 74
3.5. Protección contra sobretensiones .....	22 de 74
3.6. Protección contra contactos directos e indirectos .....	25 de 74
3.7. Puestas a tierra .....	28 de 74
3.8. Receptores de alumbrado .....	35 de 74
3.9. Receptores a motor .....	37 de 74
4. Cálculos justificativos .....	38 de 74
4.1. Fórmulas .....	38 de 74
4.2. Demanda de potencias .....	42 de 74
4.3. Cálculo de la Acometida .....	43 de 74
4.4. Cálculo de la Línea General de Alimentación .....	44 de 74
4.5. Cálculo de la Derivación individual .....	45 de 74
4.6. Cálculo de Líneas del cuadro general .....	46 de 74
4.7. Cálculo de Líneas del subcuadro de Alumbrado .....	66 de 74
5. Resumen .....	74 de 74

## **1. Objeto**

Con el estudio y la definición contenidos en el presente anejo se pretende describir técnica y funcionalmente la instalación que suministrará la energía eléctrica que requiere el taller para su funcionamiento, así como patentizar los cálculos justificativos que han conducido a la selección de los elementos que requieren ser dimensionados, tales como conductores y elementos de protección de la instalación.

## **2. Generalidades**

### **2.1. Suministro de energía**

La energía eléctrica necesaria para la instalación que se proyecta será suministrada por la empresa ENDESA, en el interior del edificio se dispone de caja general de protección, anterior a la centralización de contadores y protecciones generales, disponiéndose una línea de reparto de Cu (1000 v) hasta el cuadro de distribución general situado en el interior del local, en lugar adecuado y protegido mediante cierres especiales y puerta de material incombustible.

### **2.2. Tensión de alimentación**

La tensión de alimentación a la instalación será de 400 voltios entre fases y de 230v entre fase y neutro, con una frecuencia de 50 Hz, para receptores de fuerza y alumbrado.

## **3. Elementos de la instalación**

### **3.1. Acometida.**

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.



Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.

- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos:  $D > 1 \text{ mm}$ .
- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos.)
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

### **3.2 Instalaciones de enlace**

#### **3.2.1 Caja de protección y medida.**

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

### 3.2.1 Derivación individual.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

### 3.2.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

" $R_a$ " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" $I_a$ " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" $U$ " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los

circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

### **3.3 Instalaciones Interiores**

#### **3.3.1 Selección de equipos eléctricos.**

La categoría de los equipos (excluidos cables y conductores) para atmósfera de gases y vapores será la indicada a continuación:

<u>Categoría del equipo</u>	<u>Zonas en que se admiten</u>
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

Siendo:

Categoría 1: Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.

Categoría 2: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.

Categoría 3: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ , el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

### 3.3.2 Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.



Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)

Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)

$S_f \leq 16$

$S_f$

$16 < S_f \leq 35$

16

$S_f > 35$

$S_f/2$

### 3.3.3 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. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 3.3.4 Subdivisión de las instalaciones

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

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

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### 3.3.5 Equilibrado de cargas

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.

#### 3.3.6 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

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

Tensión nominal instalación    Tensión ensayo corriente continua (V)    Resistencia de aislamiento (M $\Omega$ )

MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\geq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\geq 1,00$

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

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

### 3.3.7. Conexiones.

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

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

### 3.3.8 Sistemas de instalación

#### 3.3.8.1 Prescripciones Generales.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

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

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

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

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra

los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

#### 3.3.8.2 Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/curvables.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

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

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de

curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

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

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.



- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### 3.3.8.3 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán

cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los

cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 3.3.8.4 Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte.

- Temperatura mínima de instalación y servicio:  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  canales  $L \leq 16\text{ mm}$  y  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  canales  $L > 16\text{ mm}$ .
- Temperatura máxima de instalación y servicio:  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Propiedades eléctricas: Aislante canales  $L \leq 16\text{ mm}$  y Continuidad eléctrica/aislante canales  $L > 16\text{ mm}$ .
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales  $L \leq 16\text{ mm}$  y no inferior a 2 canales  $L > 16\text{ mm}$ .

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### 3.3.8.5 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

### **3.4 Protección contra sobreintensidades**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades 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 sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado, teniendo en cuenta que la intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte

omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. 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 conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

### **3.5 Protección contra sobretensiones**

#### **3.5.1 Categorías de las sobretensiones.**

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

<u>Tensión nominal instalación</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
<u>Sistemas III</u>	<u>Sistemas II</u>	<u>Categoría IV</u>	<u>Categoría III</u>	<u>Categoría II</u>	<u>Categoría I</u>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000		8	6	4	2,5

#### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

#### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

#### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y

sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

#### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

#### 3.5.2 Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### **3.5.3 Selección de los materiales de la instalación**

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

## **3.6 Protección contra contactos directos e indirectos**

### **3.6.1. Protección contra contactos directos**

#### **Protección por aislamiento de las partes activas.**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

#### **Protección por medio de barreras o envolventes.**



Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

3.6.2. Protección contra contactos indirectos

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

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

### **3.7 Puestas a tierra**

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

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

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

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

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

### 3.7.1 Uniones a tierra

#### Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido a la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

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

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

### Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

#### Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)

#### Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)

$$S_f \leq 16$$

$$S_f$$

$$16 < S_f \leq 35$$

$$16$$

$$S_f > 35$$

$$S_f/2$$

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

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### 3.7.2. Conductores de equipotencialidad.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### 3.7.3 Resistencia de las tomas de tierra.

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

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

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

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### 3.7.4 Tomas de tierra independientes.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### 3.7.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.

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 masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de



transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ( $<100 \text{ ohmios} \cdot \text{m}$ ). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está 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, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro

de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

#### **3.7.6. Revisión de las tomas de tierra.**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y 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.

#### **3.8 Receptores de alumbrado**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

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

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

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

### **3.9 Receptores a motor**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

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

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

## **4. Cálculos justificativos**

### **4.1. Fórmulas**

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos(\varphi) \times R = \text{amperios (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}(\varphi) / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}(\varphi)) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}(\varphi) \times R = \text{amperios (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}(\varphi) / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}(\varphi)) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Vatios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos(φ) = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

### **Fórmula Conductividad Eléctrica**

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1 + a(T - 20)]$$

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$A_l = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.00392$$

$$A_l = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### **Fórmulas Sobrecargas**

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).

**Fórmulas compensación energía reactiva**

$$\cos(\varphi) = P / \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\tan(\varphi) = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ<sub>1</sub> = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ<sub>2</sub> = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2 × π × f ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); c × 1000000 (μF).

**Fórmulas Resistencia Tierra**

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)



Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

**4.2 Demanda de potencias**

- Potencia total instalada:

Compresor	15000 W
Guillotina	7500 W
Torno	2000 W
Rectificadora	3000 W
Smaw	20000 W
MigMag	14000 W
Taladro 1	2200 W
Taladro 2	2200 W

Biseladora	1500 W
Tomas III	25000 W
Fresadora	900 W
Torno	2000 W
Radial	1500 W
Afiladora	1500 W
AACC	2500 W
Caldera	2500 W
Calentador	1500 W
Tomas 32A	5000 W
Tomas 16A	2500 W
D. Alumbrado	7853 W
<b>TOTAL....</b>	<b>120153 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7853
- Potencia Instalada Fuerza (W): 112300
- Potencia Máxima Admisible (W): 137451.52

#### **4.3 Cálculo de la Acometida**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (Red subterránea)
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 120153 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $20000 \times 1.25 + 105897.8 = 130897.8 \text{ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1)}$

$$I = 130897.8 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 236.18 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x240/150mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Designación UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=1) 305 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 225 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.97

$e(\text{parcial}) = 20 \times 130897.8 / 29.29 \times 400 \times 240 = 0.93 \text{ V} = 0.23 \%$

$e(\text{total}) = 0.23\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

#### **4.4 Cálculo de la Línea General de Alimentación**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o Empotrado en Obra

- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 120153 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$20000 \times 1.25 + 105897.8 = 130897.8 \text{ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1)}$

$I = 130897.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 236.18 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Designación UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.26

$e(\text{parcial}) = 5 \times 130897.8 / 44.8 \times 400 \times 150 = 0.24 \text{ V} = 0.06 \%$

$e(\text{total}) = 0.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Intensidad regulable: 248 A.

#### **4.5 Cálculo de la Derivación Individual**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unipolar o Multiconductor enterrado.
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 118558 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $20000 \times 1.25 + 103026.8 = 128026.8$  W. (Coeficiente de simultaneidad: 1 )

$$I = 128026.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 231 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Designación. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.47

$$e(\text{parcial}) = 5 \times 128026.8 / 45.05 \times 400 \times 150 = 0.24 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Automático/Tetrapolar In.: 250 A. Térmico regulable. Intensidad: 245 A.

#### **4.6 Cálculo de Líneas del cuadro general**

##### **Cálculo de la Línea: LM1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unipolar o multiconductor sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 27500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $15000 \times 1.25 + 12500 = 31250$  W. (Coeficiente de simultaneidad: 1 )

$$I = 31250 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 56.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 66 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 61.89

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 31250 / (47.72 \times 400 \times 16) = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

##### **Cálculo de la Línea: Compresor**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 24 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = 18750 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57.73

$$e(\text{parcial}) = 24 \times 18750 / (48.4 \times 400 \times 10 \times 1) = 2.32 \text{ V.} = 0.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Guillotina**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 30 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 7500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$7500 \times 1.25 = 9375 \text{ W.}$$

$$I = 9375 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 16.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.9

$e(\text{parcial}) = 30 \times 9375 / 48.87 \times 400 \times 4 \times 1 = 3.6 \text{ V.} = 0.9 \%$

$e(\text{total}) = 1.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Torno**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.78

$e(\text{parcial}) = 35 \times 2500 / 51.18 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.71 \text{ V.} = 0.43 \%$

$e(\text{total}) = 0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Rectificadora**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.01

$e(\text{parcial}) = 30 \times 3750 / 50.78 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.22 \text{ V.} = 0.55 \%$

$e(\text{total}) = 0.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: LM2**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unipolar o multiconductor sobre Pared
- Longitud: 0.3 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 34000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $20000 \times 1.25 + 10600 = 35600$  W. (Coeficiente de simultaneidad: 0.9 )

$$I = 35600 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 64.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 66 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 68.41

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 35600 / (46.69 \times 400 \times 16) = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Intensidad regulable: 65 A.

### **Cálculo de la Línea: Smaw**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 45 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $20000 \times 1.25 = 25000$  W.

$$I = 25000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 16 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 57.53

$$e(\text{parcial}) = 45 \times 25000 / 48.43 \times 400 \times 16 \times 1 = 3.63 \text{ V.} = 0.91 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: MigMag**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 45 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 14000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14000 \times 1.25 = 17500 \text{ W.}$$

$$I = 17500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 31.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.21

$$e(\text{parcial}) = 45 \times 17500 / (46.57 \times 400 \times 6 \times 1) = 7.05 \text{ V.} = 1.76 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: LM3**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unipolar o multiconductor sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 30900 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2200 \times 1.25 + 22520 = 25270 \text{ W. (Coeficiente de simultaneidad: 0.8)}$$

$$I = 25270 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 45.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 66 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 54.32  
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 25270 / 48.97 \times 400 \times 16 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:  
Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

#### **Cálculo de la Línea: Taladro1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2200 \times 1.25 = 2750 \text{ W.}$

$$I = 2750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 42.16  
 $e(\text{parcial}) = 45 \times 2750 / 51.12 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.42 \text{ V.} = 0.61 \%$

$e(\text{total})=0.73\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Taladro 2**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 45 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2200 \times 1.25 = 2750 \text{ W}$ .

$I = 2750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.96 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 42.16

$e(\text{parcial}) = 45 \times 2750 / 51.12 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.42 \text{ V} = 0.61 \%$

$e(\text{total})=0.73\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: Biseladora**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41

$$e(\text{parcial}) = 35 \times 1875 / 51.33 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.28 \text{ V.} = 0.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: Tomas III**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: 25000 W.

$$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8=45.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.53

$$e(\text{parcial})=40 \times 25000 / 48.43 \times 400 \times 16=3.23 \text{ V.}=0.81 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: L.II.1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unipolar o multiconductor sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2000 \times 1.25 + 3900 = 6400 \text{ W. (Coeficiente de simultaneidad: 1)}$$

$$I = 6400 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 11.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 49.07

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6400 / (49.87 \times 400 \times 2.5) = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

### **Cálculo de la Línea: Fresadora**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 25 m;  $\cos \phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $900 \times 1.25 = 1125 \text{ W.}$

$$I = 1125 / (230 \times 0.8 \times 1) = 6.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 1125 / 51.04 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.92 \text{ V} = 0.83 \%$

$e(\text{total}) = 0.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Torno**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 26 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W}.$

$I = 2500 / 230 \times 0.8 \times 1 = 13.59 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 2500 / 49.27 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 4.59 \text{ V} = 2 \%$

$e(\text{total}) = 2.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: Radial**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 40 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1500 \times 1.25 = 1875$  W.

$I = 1875 / 230 \times 0.8 \times 1 = 10.19$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 47.06

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 1875 / 50.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 5.19$  V. = 2.26 %

$e(\text{total}) = 2.39\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Afiladora**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W}$ .

$$I = 1875 / 230 \times 0.8 \times 1 = 10.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 47.06

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 1875 / 50.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 5.84 \text{ V.} = 2.54 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.67\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: L.II.2**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unipolar o multiconductor sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 14000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2500 \times 1.25 + 10100 = 13225$  W. (Coeficiente de simultaneidad: 0.9 )

$$I = 13225 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 23.86 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.18

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 13225 / (49.16 \times 400 \times 6) = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

#### **Cálculo de la Línea: AACCC**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2500 \times 1.25 = 3125$  W.

$$I = 3125 / (230 \times 0.8 \times 1) = 16.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 3125 / 48.09 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.13 \text{ V} = 0.49 \%$

$e(\text{total}) = 0.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Caldera**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 14 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2500 \times 1.25 = 3125 \text{ W.}$

$I = 3125 / 230 \times 0.8 \times 1 = 16.98 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 3125 / 48.09 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 3.16 \text{ V.} = 1.38 \%$

$e(\text{total}) = 1.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Calentador**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I = 1500 / 230 \times 0.8 = 8.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 1500 / 50.68 \times 230 \times 2.5 = 1.03 \text{ V.} = 0.45 \%$

$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: Tomas 32A**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/230 \times 0.8=27.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.09

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 5000 / 48.5 \times 230 \times 6=4.48 \text{ V.}=1.95 \%$$

$$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Tomas 16A**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 2500 / 49.27 \times 230 \times 2.5=6.18 \text{ V.}=2.69 \%$$

$$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Alumbrado**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 7853 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
13597.8 W.(Coeficiente de simultaneidad: 1 )

$$I=13597.8/1,732 \times 400 \times 0.8=24.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.63

$$e(\text{parcial})=25 \times 13597.8 / 48.41 \times 400 \times 6=2.93 \text{ V.}=0.73 \%$$

$$e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

#### **4.7 Cálculo de Líneas del subcuadro Alumbrado**

##### **DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS:**

- L.A.1 : alumbrado de taller 1 + alumbrado de emergencia de taller
- L.A.2 : alumbrado de taller 2 + alumbrado de emergencia de taller
- L.A.3 : alumbrado de taller 3 + alumbrado de emergencia de taller
- L.A.4 : alumbrado de taller 4 + alumbrado de emergencia de taller
- L.A.5 : alumbrado de vestuarios + alumbrado de oficina + alumbrado de emergencias de ambos

- L.A.6 : alumbrado de almacén + alumbrado de pasillo + alumbrado de emergencias de ambos
- L.A.7 : alumbrado de caldera + alumbrado de compresor + alumbrado de emergencia de ambos.

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L.A.taller1	1540 W	
Emergencia 1	5 W	
L.A.taller2	1540 W	
Emergencia2	5 W	
L.A.taller3	1540 W	
Emergencia3	5 W	
L.A.taller4	1540 W	
Emergencia4	5 W	
L.A.5	734 W	
Emergencia 5	5 W	
L.A.6	693 W	
Emergencia6	5 W	
L.A.7	231 W	
Emergencia7	5 W	
TOTAL....		7853 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7853

### Cálculo de la Línea: L.A.taller1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 15 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1540 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1540 \times 1.8 = 2772 \text{ W}$ .

$$I = 2772 / 230 \times 1 = 12.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 49.88

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 2772 / 49.73 \times 230 \times 2.5 = 2.91 \text{ V.} = 1.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: L.A.taller2**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 15 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1540 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1540 \times 1.8 = 2772 \text{ W.}$$

$$I = 2772 / 230 \times 1 = 12.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.88

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 2772 / 49.73 \times 230 \times 2.5 = 2.91 \text{ V.} = 1.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: L.A.taller3**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 20 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 1540 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1540 \times 1.8 = 2772 \text{ W.}$$

$$I = 2772 / 230 \times 1 = 12.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.88

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 2772 / 49.73 \times 230 \times 2.5 = 3.88 \text{ V} = 1.69 \%$

$e(\text{total}) = 2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: L.A.taller4**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1540 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1540 \times 1.8 = 2772 \text{ W}.$

$I = 2772 / 230 \times 1 = 12.05 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:  
H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.88

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 2772 / 49.73 \times 230 \times 2.5 = 3.88 \text{ V.} = 1.69 \%$

$e(\text{total}) = 2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: L.A.5**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 734 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$62 \times 1.8 + 672 = 783.6 \text{ W.}$

$I = 783.6 / 230 \times 1 = 3.41 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.55

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 783.6 / 51.23 \times 230 \times 1.5 = 1.77 \text{ V.} = 0.77 \%$

$e(\text{total}) = 1.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: L.A.6**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra

- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 693 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$693 \times 1.8 = 1247.4$  W.

$I = 1247.4 / 230 \times 1 = 5.42$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 43.92

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1247.4 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 4.27$  V. = 1.86 %

$e(\text{total}) = 2.77\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: L.A.7**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superficial o empotrado en obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 231 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $231 \times 1.8 = 415.8$  W.

$$I = 415.8 / 230 \times 1 = 1.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Designación UNE:

H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 415.8 / 51.44 \times 230 \times 1.5 = 1.41 \text{ V.} = 0.61 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC



## 5. Resumen

### **Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	130897.8	20	3x240/150Al	236.18	305	0.23	0.23	225
L.G.A..	130897.8	5	4x150+TTx95Cu	236.18	299	0.06	0.06	160
DERIVACION IND.	130897.8	5	4x150+TTx95Cu	236.18	260	0.06	0.12	160
LM1	31250	0.3	4x16Cu	56.38	66	0.01	0.13	
Compresor	18750	24	4x10+TTx10Cu	33.83	44	0.58	0.71	32
Guillotina	9375	30	4x4+TTx4Cu	16.92	24	0.9	1.03	25
Torno	2500	35	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	18.5	0.43	0.55	20
Rectificadora	3750	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.77	18.5	0.55	0.68	20
LM2	35600	0.3	4x16Cu	64.23	66	0.01	0.13	
Smaw	25000	45	4x16+TTx16Cu	45.11	59	0.91	1.04	40
MigMag	17500	45	4x6+TTx6Cu	31.57	32	1.76	1.89	25
LM3	25270	0.3	4x16Cu	45.59	66	0.01	0.13	
Taladro1	2750	45	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	18.5	0.61	0.73	20
Taladro 2	2750	45	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	18.5	0.61	0.73	20
Biseladora	1875	35	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	18.5	0.32	0.45	20
Tomas III	25000	40	4x16+TTx16Cu	45.11	59	0.81	0.93	40
L.II.1	6400	0.3	4x2.5Cu	11.55	21	0.01	0.13	
Fresadora	1125	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.11	21	0.83	0.96	20
Torno	2500	26	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	21	2	2.12	20
Radial	1875	40	2x2.5+TTx2.5Cu	10.19	21	2.26	2.39	20
Afiladora	1875	45	2x2.5+TTx2.5Cu	10.19	21	2.54	2.67	20
L.II.2	13225	0.3	4x6Cu	23.86	36	0.01	0.13	
AACC	3125	5	2x2.5+TTx2.5Cu	16.98	21	0.49	0.62	20
Caldera	3125	14	2x2.5+TTx2.5Cu	16.98	21	1.38	1.5	20
Calentador	1500	10	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	21	0.45	0.58	20
Tomas 32A	5000	30	2x6+TTx6Cu	27.17	36	1.95	2.08	25
Tomas 16A	2500	35	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	21	2.69	2.81	20
D. Alumbrado	13597.8	25	4x6+TTx6Cu	24.53	32	0.73	0.85	25

### **Subcuadro Alumbrado**

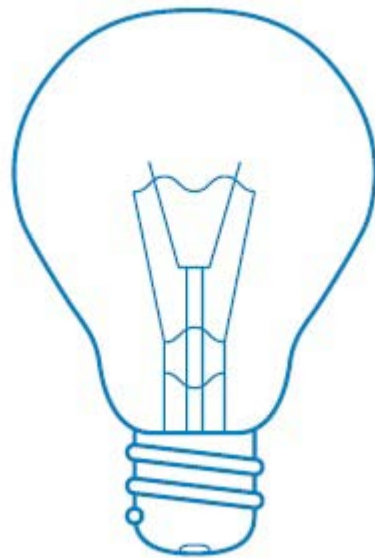
Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LA1	2781	1	2x2.5Cu	15.11	23	0.09	0.94	
L.A.taller1	2772	15	2x2.5+TTx2.5Cu	12.05	21	1.26	2.2	20
Emergencia 1	9	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.04	21	0	0.94	20
LA2	2781	1	2x2.5Cu	15.11	23	0.09	0.94	
L.A.taller2	2772	15	2x2.5+TTx2.5Cu	12.05	21	1.26	2.2	20
Emergencia2	9	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.04	21	0	0.94	20
LA3	2781	1	2x2.5Cu	15.11	23	0.09	0.94	
L.A.taller3	2772	20	2x2.5+TTx2.5Cu	12.05	21	1.69	2.62	20
Emergencia3	9	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.04	21	0	0.94	20
LA4	2781	1	2x2.5Cu	15.11	23	0.09	0.94	
L.A.taller4	2772	20	2x2.5+TTx2.5Cu	12.05	21	1.69	2.62	20
Emergencia4	9	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.04	21	0	0.94	20
LA5	792.6	1	2x1.5Cu	4.31	16.5	0.04	0.89	
L.A.5	783.6	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.41	15	0.77	1.66	16
Emergencia 5	9	1	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	15	0	0.89	16
LA6	1256.4	1	2x1.5Cu	6.83	16.5	0.06	0.91	
L.A.6	1247.4	30	2x1.5+TTx1.5Cu	5.42	15	1.86	2.77	16
Emergencia6	9	1	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	15	0	0.91	16
LA7	424.8	1	2x1.5Cu	2.31	16.5	0.02	0.87	
L.A.7	415.8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.81	15	0.61	1.48	1



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 7:**

**Proyecto de iluminación**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **Proyecto de Iluminación de taller industrial**

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

Fecha: 18.01.2012  
Proyecto elaborado por: Guillermo Bernal Pérez



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Índice

**Proyecto de Iluminación de taller industrial**

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
<b>Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT</b>	
Hoja de datos de luminarias	6
<b>Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
Tabla UGR	8
<b>Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
Tabla UGR	10
<b>Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2</b>	
Hoja de datos de luminarias	11
Tabla UGR	12
<b>Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC</b>	
Hoja de datos de luminarias	13
Tabla UGR	14
<b>Philips TCW216 2xTL-D58W HFP</b>	
Hoja de datos de luminarias	15
Tabla UGR	16
<b>Taller</b>	
Protocolo de entrada	17
Lista de luminarias	18
Planta	19
Luminarias (ubicación)	20
Resultados luminotécnicos	21
Rendering (procesado) en 3D	22
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	23
Gráfico de valores (E)	24
<b>Vestuarios</b>	
Protocolo de entrada	25
Lista de luminarias	26
Planta	27
Luminarias (ubicación)	28
Resultados luminotécnicos	29
Rendering (procesado) en 3D	30
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	31
Gráfico de valores (E)	32
<b>Almacén</b>	
Protocolo de entrada	33
Lista de luminarias	34
Planta	35
Luminarias (ubicación)	36
Resultados luminotécnicos	37



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Índice

Rendering (procesado) en 3D	38
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	39
Gráfico de valores (E)	40
<b>Oficina</b>	
Protocolo de entrada	41
Lista de luminarias	42
Planta	43
Luminarias (ubicación)	44
Resultados luminotécnicos	45
Rendering (procesado) en 3D	46
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	47
Gráfico de valores (E)	48
<b>Pasillo</b>	
Protocolo de entrada	49
Lista de luminarias	50
Planta	51
Luminarias (ubicación)	52
Resultados luminotécnicos	53
Rendering (procesado) en 3D	54
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	55
Gráfico de valores (E)	56
<b>Caldera</b>	
Protocolo de entrada	57
Lista de luminarias	58
Planta	59
Luminarias (ubicación)	60
Resultados luminotécnicos	61
Rendering (procesado) en 3D	62
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	63
Gráfico de valores (E)	64
<b>Compresor</b>	
Protocolo de entrada	65
Lista de luminarias	66
Planta	67
Luminarias (ubicación)	68
Resultados luminotécnicos	69
Rendering (procesado) en 3D	70
<b>Superficies del local</b>	
<b>Plano útil</b>	
Isolíneas (E)	71
Gráfico de valores (E)	72



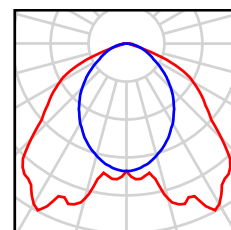
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

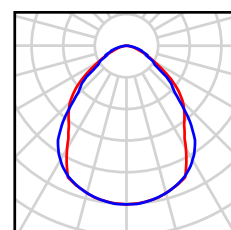
## Proyecto de Iluminación de taller industrial / Lista de luminarias

12 Pieza Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS  
L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 51 84 97 100 85  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).



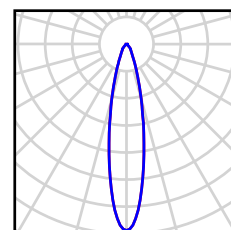
4 Pieza Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 2030 lm  
Potencia de las luminarias: 28.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 90 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/840/- (Factor de corrección 1.000).

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



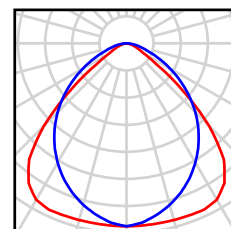
10 Pieza Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm  
Potencia de las luminarias: 56.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 94 99 100 100 69  
Lámpara: 1 x CDM-TC50W/930 (Factor de corrección 1.000).

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

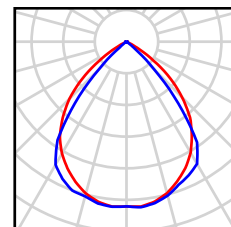


1 Pieza Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 62.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60  
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).

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



14 Pieza Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).





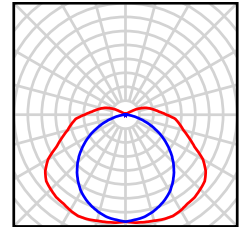
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Proyecto de Iluminación de taller industrial / Lista de luminarias

56 Pieza Philips TCW216 2xTL-D58W HFP  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm  
Potencia de las luminarias: 110.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 37 68 88 91 67  
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de  
corrección 1.000).





Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

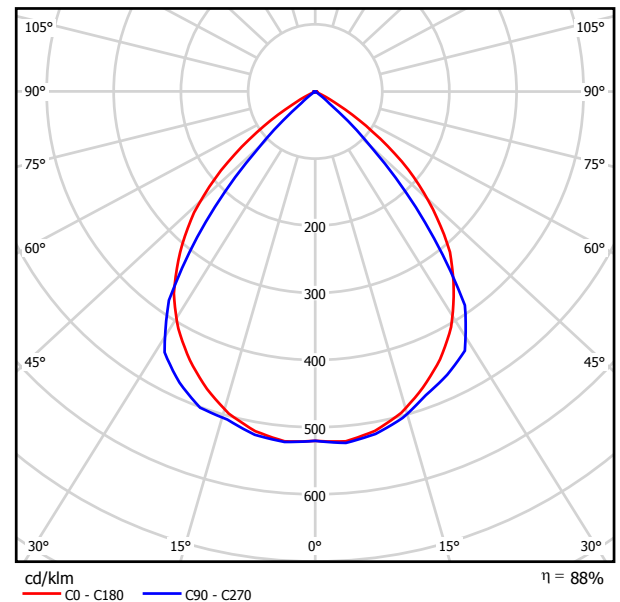
Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88



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



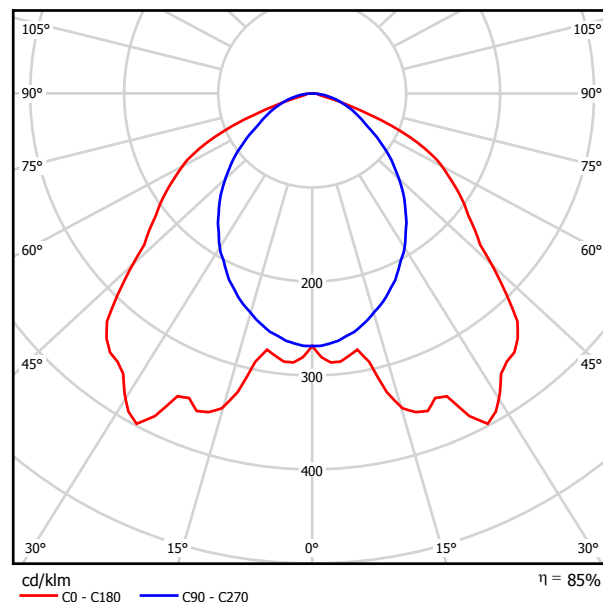


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS L1 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 51 84 97 100 85

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.0	22.2	21.3	22.5	22.7	17.3	18.6	17.6	18.8	19.1	
	3H	22.1	23.2	22.4	23.5	23.8	18.2	19.3	18.5	19.6	19.9	
	4H	22.2	23.3	22.5	23.6	23.8	18.6	19.7	18.9	19.9	20.2	
	6H	22.2	23.2	22.5	23.5	23.8	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5	
	8H	22.2	23.1	22.5	23.4	23.8	19.0	20.0	19.4	20.3	20.6	
12H	22.2	23.1	22.5	23.4	23.7	19.1	20.0	19.5	20.3	20.7		
4H	2H	21.2	22.3	21.6	22.6	22.9	18.4	19.4	18.7	19.7	20.0	
	3H	22.6	23.5	22.9	23.8	24.1	19.3	20.3	19.7	20.6	20.9	
	4H	22.8	23.6	23.2	23.9	24.3	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3	
	6H	22.9	23.6	23.3	23.9	24.3	20.2	20.9	20.6	21.3	21.7	
	8H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.4	21.0	20.8	21.4	21.8	
12H	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3	20.5	21.1	21.0	21.5	21.9		
8H	4H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.2	20.9	20.7	21.3	21.7	
	6H	23.1	23.6	23.5	24.0	24.5	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2	
	8H	23.2	23.6	23.7	24.1	24.6	21.0	21.5	21.5	21.9	22.4	
	12H	23.3	23.7	23.8	24.2	24.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	
	4H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.3	20.8	20.7	21.3	21.7	
12H	6H	23.1	23.6	23.6	24.0	24.5	20.9	21.3	21.3	21.8	22.2	
	8H	23.3	23.6	23.7	24.1	24.6	21.2	21.5	21.6	22.0	22.5	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.3 / -0.3					
S = 1.5H		+0.3 / -0.5					+0.7 / -0.8					
S = 2.0H		+0.7 / -1.1					+0.9 / -1.4					
Tabla estándar		BK03					BK05					
Sumando de corrección		4.9					3.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6600lm Flujo luminoso total												



Calderería Industrial S.L.

Polígono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

### Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS L1 / Tabla UGR

Luminaria: Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS L1

Lámparas: 2 x TL5-35W/840

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X                  Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.0	22.2	21.3	22.5	22.7	17.3	18.6	17.6	18.8	19.1
	3H	22.1	23.2	22.4	23.5	23.8	18.2	19.3	18.5	19.6	19.9
	4H	22.2	23.3	22.5	23.6	23.8	18.6	19.7	18.9	19.9	20.2
	6H	22.2	23.2	22.5	23.5	23.8	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5
	8H	22.2	23.1	22.5	23.4	23.8	19.0	20.0	19.4	20.3	20.6
	12H	22.2	23.1	22.5	23.4	23.7	19.1	20.0	19.5	20.3	20.7
4H	2H	21.2	22.3	21.6	22.6	22.9	18.4	19.4	18.7	19.7	20.0
	3H	22.6	23.5	22.9	23.8	24.1	19.3	20.3	19.7	20.6	20.9
	4H	22.8	23.6	23.2	23.9	24.3	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3
	6H	22.9	23.6	23.3	23.9	24.3	20.2	20.9	20.6	21.3	21.7
	8H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.4	21.0	20.8	21.4	21.8
	12H	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3	20.5	21.1	21.0	21.5	21.9
8H	4H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.2	20.9	20.7	21.3	21.7
	6H	23.1	23.6	23.5	24.0	24.5	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2
	8H	23.2	23.6	23.7	24.1	24.6	21.0	21.5	21.5	21.9	22.4
	12H	23.3	23.7	23.8	24.2	24.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
12H	4H	22.9	23.5	23.3	23.9	24.3	20.3	20.8	20.7	21.3	21.7
	6H	23.1	23.6	23.6	24.0	24.5	20.9	21.3	21.3	21.8	22.2
	8H	23.3	23.6	23.7	24.1	24.6	21.2	21.5	21.6	22.0	22.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.3 / -0.3				
S = 1.5H		+0.3 / -0.5					+0.7 / -0.8				
S = 2.0H		+0.7 / -1.1					+0.9 / -1.4				
Tabla estándar		BK03					BK05				
Sumando de corrección		4.9					3.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6600lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



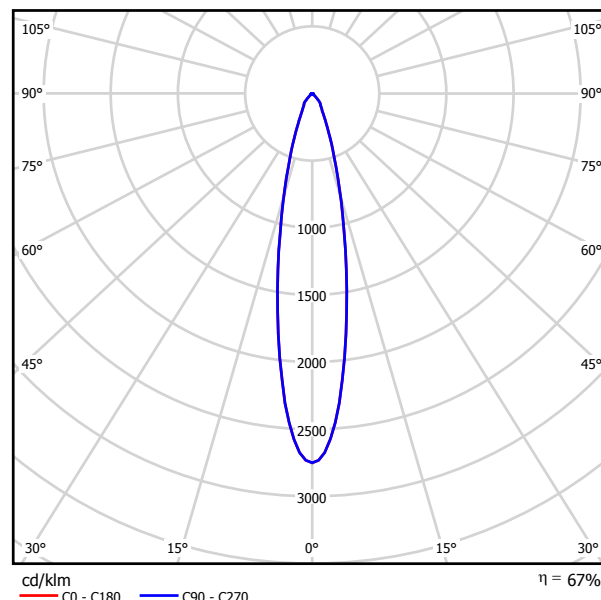
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24 / Hoja de datos de luminarias

## Emisión de luz 1:

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



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 94 99 100 100 69

## Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.2	18.9	18.4	19.1	19.3	18.2	18.9	18.4	19.1	19.3
	3H	18.2	18.9	18.5	19.1	19.3	18.2	18.9	18.5	19.1	19.3
	4H	18.3	18.9	18.6	19.1	19.4	18.3	18.9	18.6	19.1	19.4
	6H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.4	18.3	18.9	18.6	19.2	19.4
	8H	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5
12H	12H	18.4	18.9	18.7	19.2	19.5	18.4	18.9	18.7	19.2	19.5
	2H	18.1	18.7	18.4	18.9	19.2	18.1	18.7	18.4	18.9	19.2
	3H	18.2	18.7	18.5	19.0	19.3	18.2	18.7	18.5	19.0	19.3
	4H	18.3	18.7	18.7	19.1	19.4	18.3	18.7	18.7	19.1	19.4
	6H	18.4	18.8	18.8	19.1	19.5	18.4	18.8	18.8	19.1	19.5
8H	8H	18.5	18.8	18.9	19.2	19.6	18.5	18.8	18.9	19.2	19.6
	12H	18.5	18.8	19.0	19.2	19.6	18.5	18.8	19.0	19.2	19.6
	4H	18.3	18.6	18.7	19.0	19.4	18.3	18.6	18.7	19.0	19.4
	6H	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6
	8H	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7
12H	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8
	4H	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4
	6H	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6
	8H	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7
	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8
12H	4H	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4
	6H	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6
	8H	18.6	18.7	19.1	19.2	19.7	18.6	18.7	19.1	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.0 / -3.3					+2.0 / -3.3					
S = 1.5H	+4.0 / -3.9					+4.0 / -3.9					
S = 2.0H	+5.9 / -4.4					+5.9 / -4.4					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-0.9					-0.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											



Calderería Industrial S.L.

Polígono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24 / Tabla UGR

Luminaria: Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24

Lámparas: 1 x CDM-TC50W/930

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X                  Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.2	18.9	18.4	19.1	19.3	18.2	18.9	18.4	19.1	19.3
	3H	18.2	18.9	18.5	19.1	19.3	18.2	18.9	18.5	19.1	19.3
	4H	18.3	18.9	18.6	19.1	19.4	18.3	18.9	18.6	19.1	19.4
	6H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.4	18.3	18.9	18.6	19.2	19.4
	8H	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5
	12H	18.4	18.9	18.7	19.2	19.5	18.4	18.9	18.7	19.2	19.5
4H	2H	18.1	18.7	18.4	18.9	19.2	18.1	18.7	18.4	18.9	19.2
	3H	18.2	18.7	18.5	19.0	19.3	18.2	18.7	18.5	19.0	19.3
	4H	18.3	18.7	18.7	19.1	19.4	18.3	18.7	18.7	19.1	19.4
	6H	18.4	18.8	18.8	19.1	19.5	18.4	18.8	18.8	19.1	19.5
	8H	18.5	18.8	18.9	19.2	19.6	18.5	18.8	18.9	19.2	19.6
	12H	18.5	18.8	19.0	19.2	19.6	18.5	18.8	19.0	19.2	19.6
8H	4H	18.3	18.6	18.7	19.0	19.4	18.3	18.6	18.7	19.0	19.4
	6H	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6
	8H	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7	18.6	18.8	19.0	19.2	19.7
	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8
12H	4H	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4
	6H	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6	18.5	18.7	18.9	19.1	19.6
	8H	18.6	18.7	19.1	19.2	19.7	18.6	18.7	19.1	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+2.0 / -3.3					+2.0 / -3.3				
S = 1.5H		+4.0 / -3.9					+4.0 / -3.9				
S = 2.0H		+5.9 / -4.4					+5.9 / -4.4				
Tabla estándar		BK01					BK01				
Sumando de corrección		-0.9					-0.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Calderería Industrial S.L.

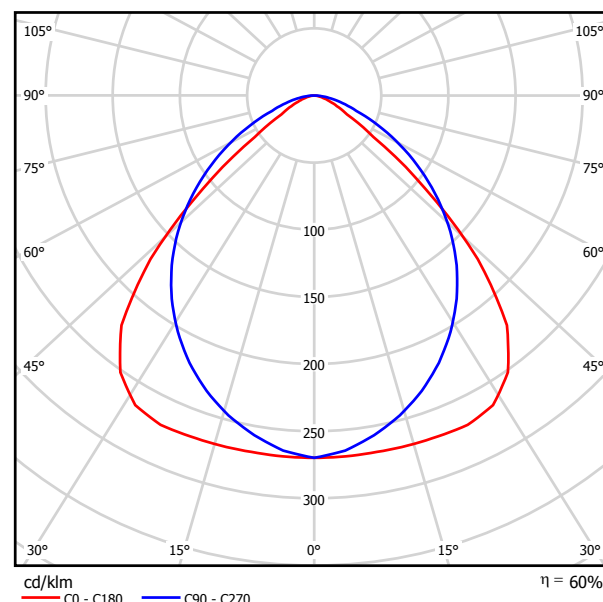
Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2 / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:

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



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60

### Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	14.8	15.9	15.0	16.1	16.3	16.3	17.4	16.6	17.6	17.8	
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.3	17.0	18.0	17.3	18.2	18.5	
	4H	14.8	15.8	15.2	16.0	16.3	17.2	18.2	17.5	18.4	18.7	
	6H	14.8	15.7	15.2	16.0	16.3	17.4	18.3	17.7	18.5	18.8	
	8H	14.8	15.6	15.1	15.9	16.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9	
4H	12H	14.8	15.5	15.1	15.9	16.2	17.5	18.3	17.8	18.6	18.9	
	2H	15.1	16.0	15.4	16.3	16.6	16.4	17.3	16.7	17.6	17.9	
	3H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.7	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6	
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.5	18.2	17.9	18.5	18.9	
	6H	15.3	15.9	15.7	16.3	16.7	17.8	18.4	18.2	18.7	19.1	
8H	8H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2	
	12H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.4	18.4	18.8	19.2	
	4H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	17.5	18.0	17.9	18.4	18.8	
	6H	15.4	15.8	15.9	16.3	16.7	17.8	18.2	18.2	18.6	19.1	
	8H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.9	18.3	18.4	18.7	19.2	
12H	12H	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3	
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.5	17.9	17.9	18.3	18.8	
	6H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.8	18.1	18.2	18.6	19.1	
	8H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.9	18.2	18.4	18.7	19.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.1 / -1.8					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H		+2.2 / -3.9					+0.8 / -1.2					
S = 2.0H		+3.7 / -4.8					+1.2 / -2.0					
Tabla estándar		BK01					BK03					
Sumando de corrección		-4.4					-1.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total												



Calderería Industrial S.L.

Polígono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2 / Tabla UGR

Luminaria: Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2

Lámparas: 2 x TL5-28W/840

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X            Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	14.8	15.9	15.0	16.1	16.3	16.3	17.4	16.6	17.6	17.8
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.3	17.0	18.0	17.3	18.2	18.5
	4H	14.8	15.8	15.2	16.0	16.3	17.2	18.2	17.5	18.4	18.7
	6H	14.8	15.7	15.2	16.0	16.3	17.4	18.3	17.7	18.5	18.8
	8H	14.8	15.6	15.1	15.9	16.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	12H	14.8	15.5	15.1	15.9	16.2	17.5	18.3	17.8	18.6	18.9
4H	2H	15.1	16.0	15.4	16.3	16.6	16.4	17.3	16.7	17.6	17.9
	3H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.7	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.5	18.2	17.9	18.5	18.9
	6H	15.3	15.9	15.7	16.3	16.7	17.8	18.4	18.2	18.7	19.1
	8H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2
	12H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.4	18.4	18.8	19.2
8H	4H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	17.5	18.0	17.9	18.4	18.8
	6H	15.4	15.8	15.9	16.3	16.7	17.8	18.2	18.2	18.6	19.1
	8H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.9	18.3	18.4	18.7	19.2
	12H	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3
12H	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.5	17.9	17.9	18.3	18.8
	6H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.8	18.1	18.2	18.6	19.1
	8H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	17.9	18.2	18.4	18.7	19.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.1 / -1.8					+0.3 / -0.4				
S = 1.5H		+2.2 / -3.9					+0.8 / -1.2				
S = 2.0H		+3.7 / -4.8					+1.2 / -2.0				
Tabla estándar		BK01					BK03				
Sumando de corrección		-4.4					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



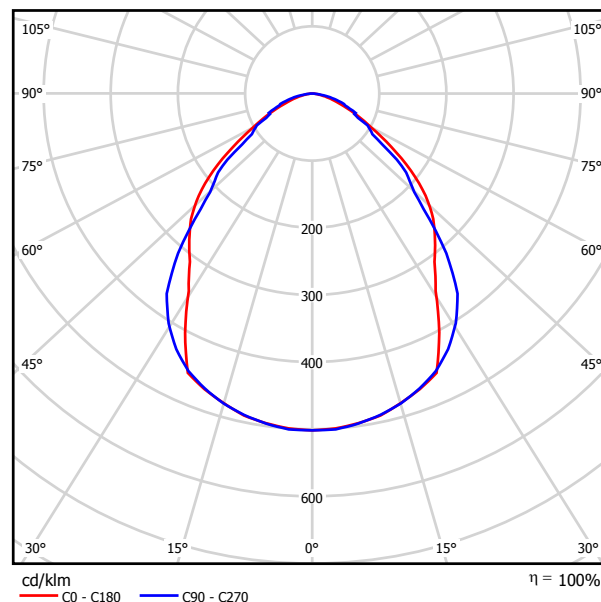
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmail.com

## Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC / Hoja de datos de luminarias

## Emisión de luz 1:

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



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 90 99 100 100

## Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.4	19.5	18.7	19.7	20.0	17.9	19.0	18.2	19.2	19.5	
	3H	19.0	20.0	19.3	20.2	20.5	18.8	19.8	19.1	20.1	20.3	
	4H	19.2	20.1	19.5	20.4	20.6	19.3	20.2	19.6	20.4	20.7	
	6H	19.3	20.1	19.6	20.4	20.7	19.5	20.4	19.9	20.7	21.0	
	8H	19.3	20.1	19.6	20.4	20.7	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0	
	12H	19.2	20.0	19.6	20.3	20.7	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0	
4H	2H	18.6	19.5	19.0	19.8	20.1	18.2	19.1	18.5	19.4	19.7	
	3H	19.3	20.1	19.7	20.4	20.7	19.2	20.0	19.6	20.3	20.6	
	4H	19.6	20.2	20.0	20.6	20.9	19.8	20.4	20.1	20.8	21.1	
	6H	19.7	20.3	20.1	20.6	21.0	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5	
	8H	19.7	20.2	20.1	20.6	21.0	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6	
	12H	19.7	20.2	20.2	20.6	21.0	20.3	20.7	20.7	21.1	21.6	
8H	4H	19.6	20.2	20.1	20.6	21.0	19.8	20.4	20.2	20.7	21.2	
	6H	19.8	20.2	20.3	20.7	21.1	20.3	20.7	20.7	21.1	21.6	
	8H	19.8	20.2	20.3	20.7	21.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7	
	12H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7	
	4H	19.6	20.1	20.1	20.5	20.9	19.8	20.3	20.2	20.7	21.1	
	6H	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1	20.3	20.6	20.7	21.1	21.5	
12H	8H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.7	
	12H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.6					
S = 1.5H		+0.9 / -1.4					+0.9 / -1.2					
S = 2.0H		+2.1 / -2.3					+1.8 / -1.4					
Tabla estándar		BK02					BK04					
Sumando de corrección		1.8					2.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2030lm Flujo luminoso total												



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC / Tabla UGR**

Luminaria: Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC

Lámparas: 1 x LED24/840/-

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X            Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.4	19.5	18.7	19.7	20.0	17.9	19.0	18.2	19.2	19.5
	3H	19.0	20.0	19.3	20.2	20.5	18.8	19.8	19.1	20.1	20.3
	4H	19.2	20.1	19.5	20.4	20.6	19.3	20.2	19.6	20.4	20.7
	6H	19.3	20.1	19.6	20.4	20.7	19.5	20.4	19.9	20.7	21.0
	8H	19.3	20.1	19.6	20.4	20.7	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0
	12H	19.2	20.0	19.6	20.3	20.7	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0
4H	2H	18.6	19.5	19.0	19.8	20.1	18.2	19.1	18.5	19.4	19.7
	3H	19.3	20.1	19.7	20.4	20.7	19.2	20.0	19.6	20.3	20.6
	4H	19.6	20.2	20.0	20.6	20.9	19.8	20.4	20.1	20.8	21.1
	6H	19.7	20.3	20.1	20.6	21.0	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5
	8H	19.7	20.2	20.1	20.6	21.0	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6
	12H	19.7	20.2	20.2	20.6	21.0	20.3	20.7	20.7	21.1	21.6
8H	4H	19.6	20.2	20.1	20.6	21.0	19.8	20.4	20.2	20.7	21.2
	6H	19.8	20.2	20.3	20.7	21.1	20.3	20.7	20.7	21.1	21.6
	8H	19.8	20.2	20.3	20.7	21.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7
	12H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7
12H	4H	19.6	20.1	20.1	20.5	20.9	19.8	20.3	20.2	20.7	21.1
	6H	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1	20.3	20.6	20.7	21.1	21.5
	8H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.6				
S = 1.5H		+0.9 / -1.4					+0.9 / -1.2				
S = 2.0H		+2.1 / -2.3					+1.8 / -1.4				
Tabla estándar		BK02					BK04				
Sumando de corrección		1.8					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2030lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

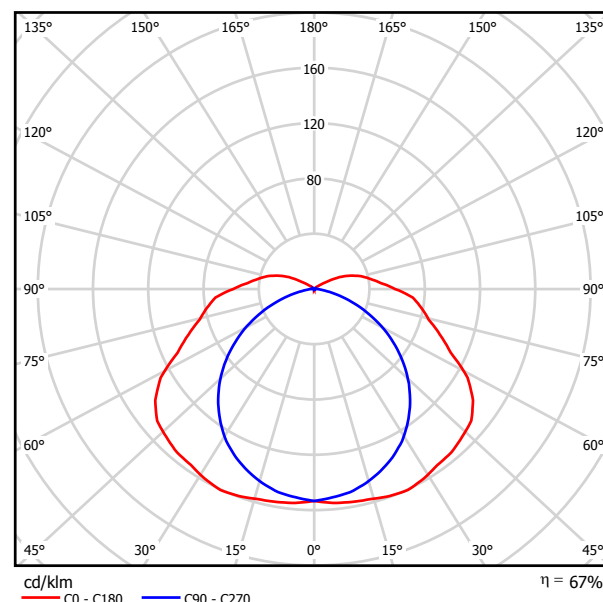


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Philips TCW216 2xTL-D58W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 37 68 88 91 67

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.9	21.2	20.3	21.6	22.0	17.7	19.0	18.1	19.4	19.8
	3H	21.8	23.1	22.3	23.5	24.0	18.9	20.2	19.4	20.6	21.0
	4H	22.8	24.0	23.3	24.4	24.9	19.3	20.5	19.8	21.0	21.4
	6H	23.9	24.9	24.3	25.4	25.9	19.5	20.6	20.0	21.1	21.6
	8H	24.4	25.4	24.9	25.9	26.4	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
12H	24.9	25.9	25.4	26.4	26.9	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6	
4H	2H	20.5	21.6	20.9	22.1	22.5	18.9	20.0	19.3	20.5	21.0
	3H	22.6	23.7	23.2	24.1	24.7	20.4	21.4	20.9	21.9	22.4
	4H	23.8	24.7	24.3	25.2	25.8	21.0	21.9	21.5	22.4	22.9
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.0	21.3	22.1	21.8	22.6	23.2
	8H	25.7	26.4	26.3	27.0	27.6	21.4	22.1	21.9	22.7	23.3
12H	26.4	27.0	26.9	27.6	28.2	21.4	22.1	22.0	22.7	23.3	
8H	2H	24.1	24.8	24.7	25.4	26.0	21.7	22.5	22.3	23.0	23.6
	3H	25.6	26.2	26.2	26.8	27.4	22.3	23.0	22.9	23.5	24.2
	6H	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	22.6	23.1	23.2	23.7	24.4
	12H	27.3	27.8	27.9	28.4	29.1	22.7	23.2	23.4	23.8	24.5
	2H	24.1	24.8	24.7	25.4	26.0	21.9	22.6	22.5	23.1	23.8
6H	25.7	26.2	26.3	26.8	27.5	22.7	23.3	23.3	23.8	24.5	
8H	26.6	27.1	27.2	27.7	28.4	23.1	23.5	23.7	24.2	24.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.3 / -0.2					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.6 / -0.9					
Tabla estándar	BK09					BK14					
Sumando de corrección	8.9					5.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10400lm Flujo luminoso total											



Calderería Industrial S.L.

Polígono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Philips TCW216 2xTL-D58W HFP / Tabla UGR**

Luminaria: Philips TCW216 2xTL-D58W HFP

Lámparas: 2 x TL-D58W/840

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X            Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.9	21.2	20.3	21.6	22.0	17.7	19.0	18.1	19.4	19.8
	3H	21.8	23.1	22.3	23.5	24.0	18.9	20.2	19.4	20.6	21.0
	4H	22.8	24.0	23.3	24.4	24.9	19.3	20.5	19.8	21.0	21.4
	6H	23.9	24.9	24.3	25.4	25.9	19.5	20.6	20.0	21.1	21.6
	8H	24.4	25.4	24.9	25.9	26.4	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
	12H	24.9	25.9	25.4	26.4	26.9	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
4H	2H	20.5	21.6	20.9	22.1	22.5	18.9	20.0	19.3	20.5	21.0
	3H	22.6	23.7	23.2	24.1	24.7	20.4	21.4	20.9	21.9	22.4
	4H	23.8	24.7	24.3	25.2	25.8	21.0	21.9	21.5	22.4	22.9
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.0	21.3	22.1	21.8	22.6	23.2
	8H	25.7	26.4	26.3	27.0	27.6	21.4	22.1	21.9	22.7	23.3
	12H	26.4	27.0	26.9	27.6	28.2	21.4	22.1	22.0	22.7	23.3
8H	4H	24.1	24.8	24.7	25.4	26.0	21.7	22.5	22.3	23.0	23.6
	6H	25.6	26.2	26.2	26.8	27.4	22.3	23.0	22.9	23.5	24.2
	8H	26.4	27.0	27.0	27.6	28.2	22.6	23.1	23.2	23.7	24.4
	12H	27.3	27.8	27.9	28.4	29.1	22.7	23.2	23.4	23.8	24.5
12H	4H	24.1	24.8	24.7	25.4	26.0	21.9	22.6	22.5	23.1	23.8
	6H	25.7	26.2	26.3	26.8	27.5	22.7	23.3	23.3	23.8	24.5
	8H	26.6	27.1	27.2	27.7	28.4	23.1	23.5	23.7	24.2	24.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.5					+0.6 / -0.9				
Tabla estándar		BK09					BK14				
Sumando de corrección		8.9					5.0				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Taller / Protocolo de entrada**

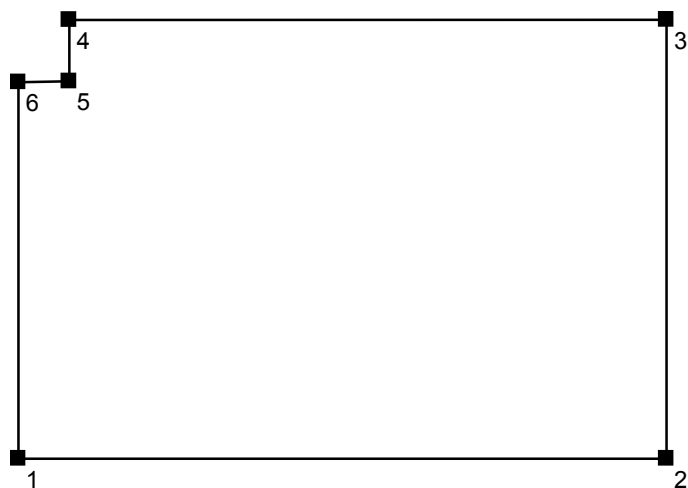
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m

Base: 556.31 m²



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 28.800   0.000 )	28.800
Pared 2	50	( 28.800   0.000 )	( 28.800   19.533 )	19.533
Pared 3	50	( 28.800   19.533 )	( 2.267   19.533 )	26.533
Pared 4	50	( 2.267   19.533 )	( 2.267   16.800 )	2.733
Pared 5	50	( 2.267   16.800 )	( 0.000   16.757 )	2.267
Pared 6	50	( 0.000   16.757 )	( 0.000   0.000 )	16.757



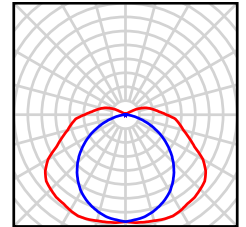
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Lista de luminarias

56 Pieza Philips TCW216 2xTL-D58W HFP  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm  
Potencia de las luminarias: 110.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 37 68 88 91 67  
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de  
corrección 1.000).



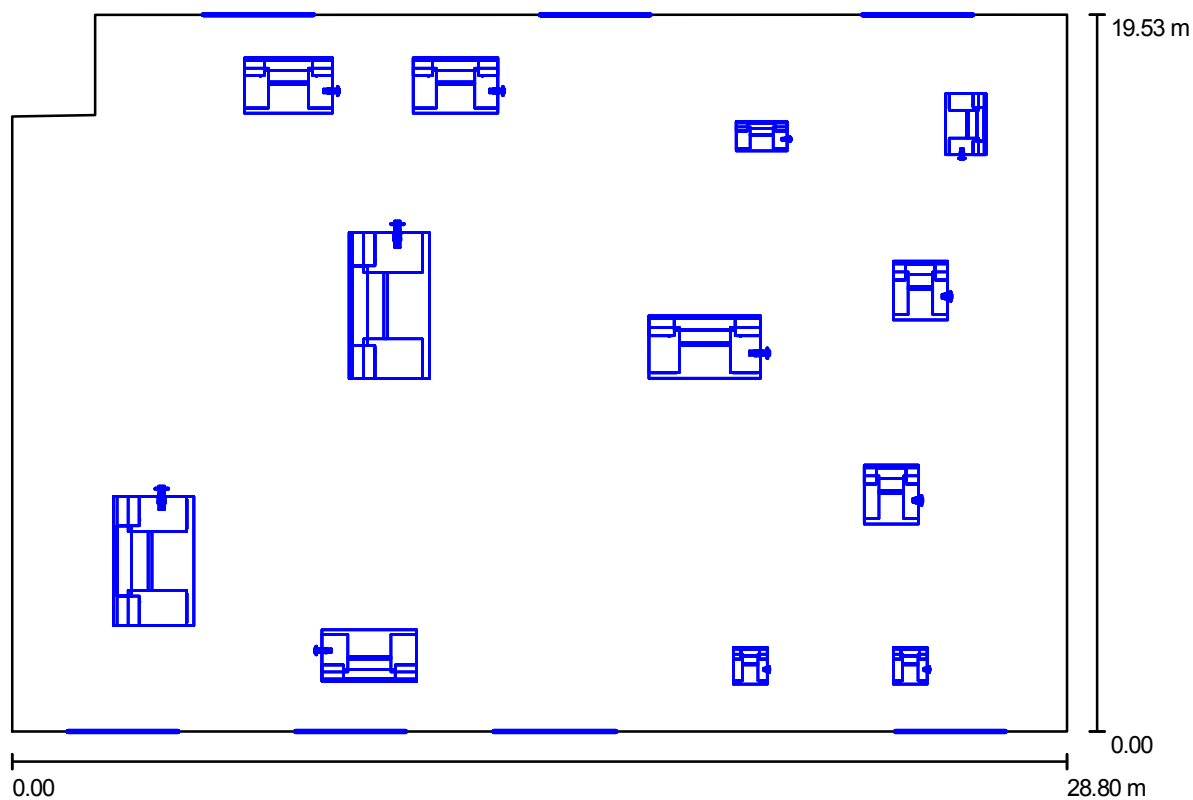


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Planta



Escala 1 : 206

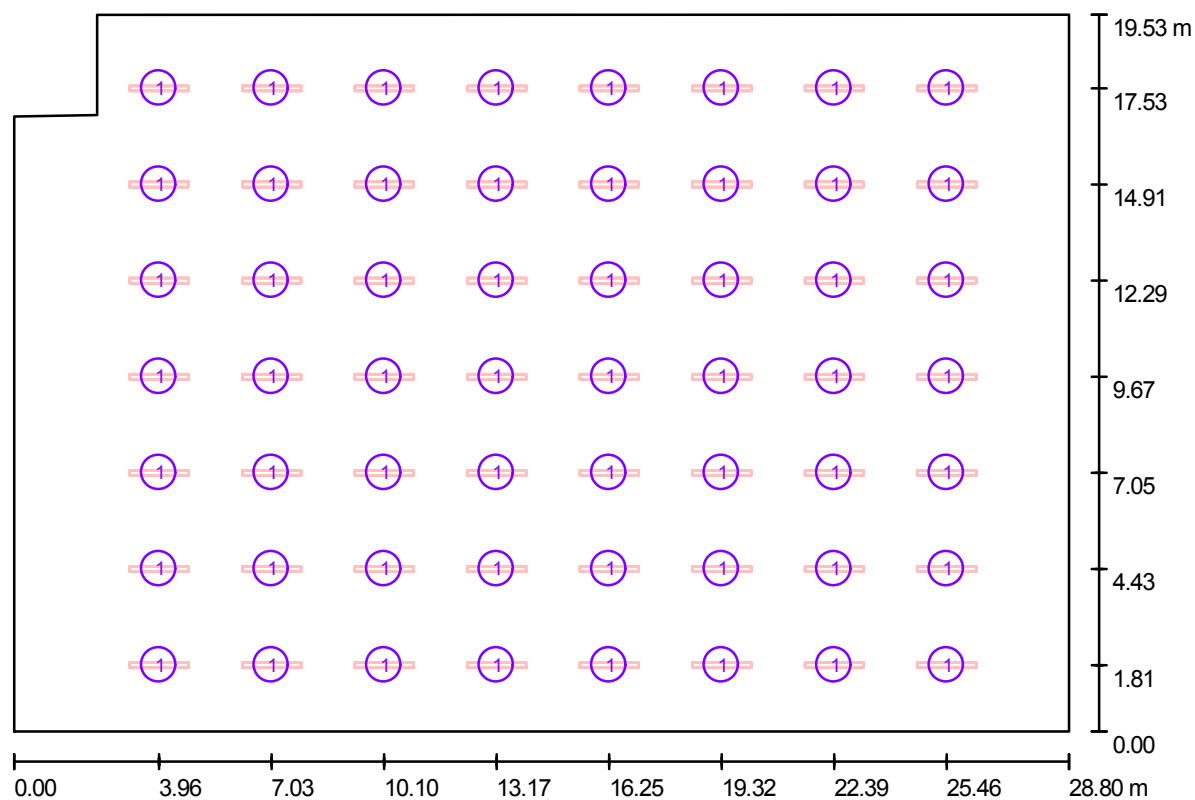


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 206

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	56	Philips TCW216 2xTL-D58W HFP



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Taller / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 582400 lm  
Potencia total: 6160.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	408	87	494	/	/
Suelo	338	83	421	20	27
Techo	26	97	123	70	27
Pared 1	210	78	288	50	46
Pared 2	86	77	163	50	26
Pared 3	200	79	279	50	44
Pared 4	131	98	229	50	36
Pared 5	82	74	155	50	25
Pared 6	69	70	139	50	22

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.132 (1:8)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.089 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $11.07 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $556.31 \text{ m}^2$ )

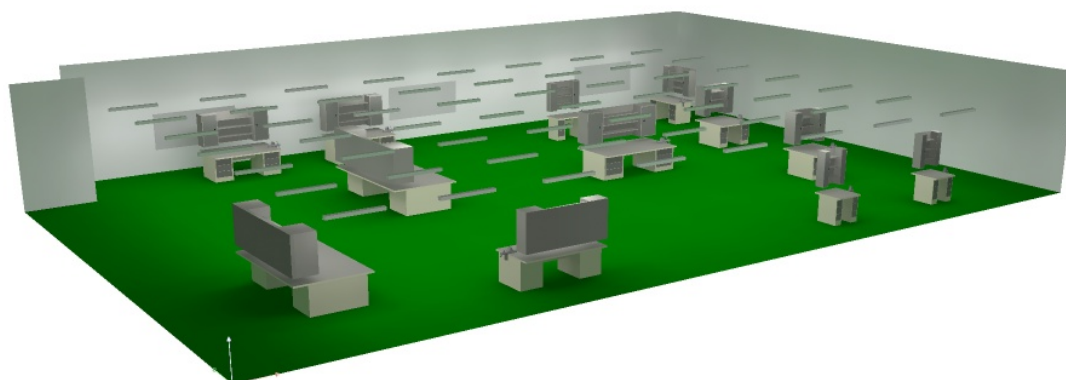


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Rendering (procesado) en 3D





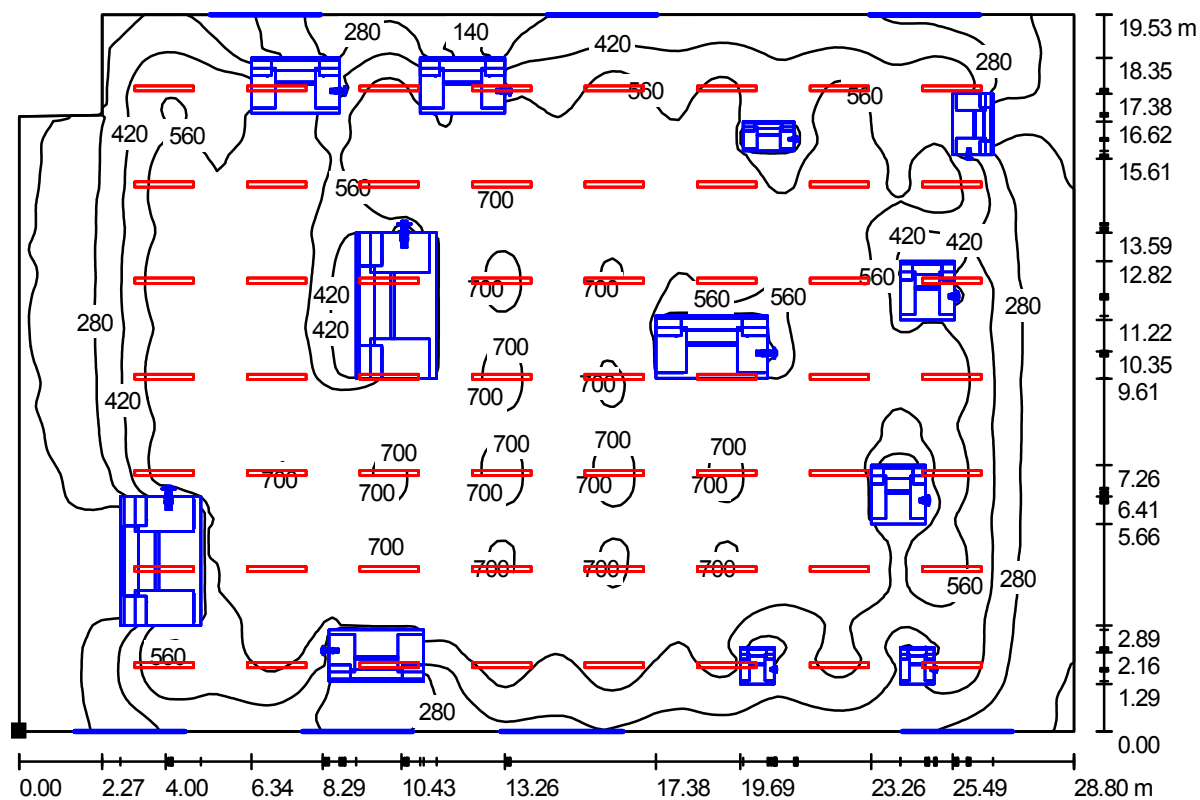


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
494

$E_{min}$  [lx]  
65

$E_{max}$  [lx]  
736

$E_{min} / E_m$   
0.132

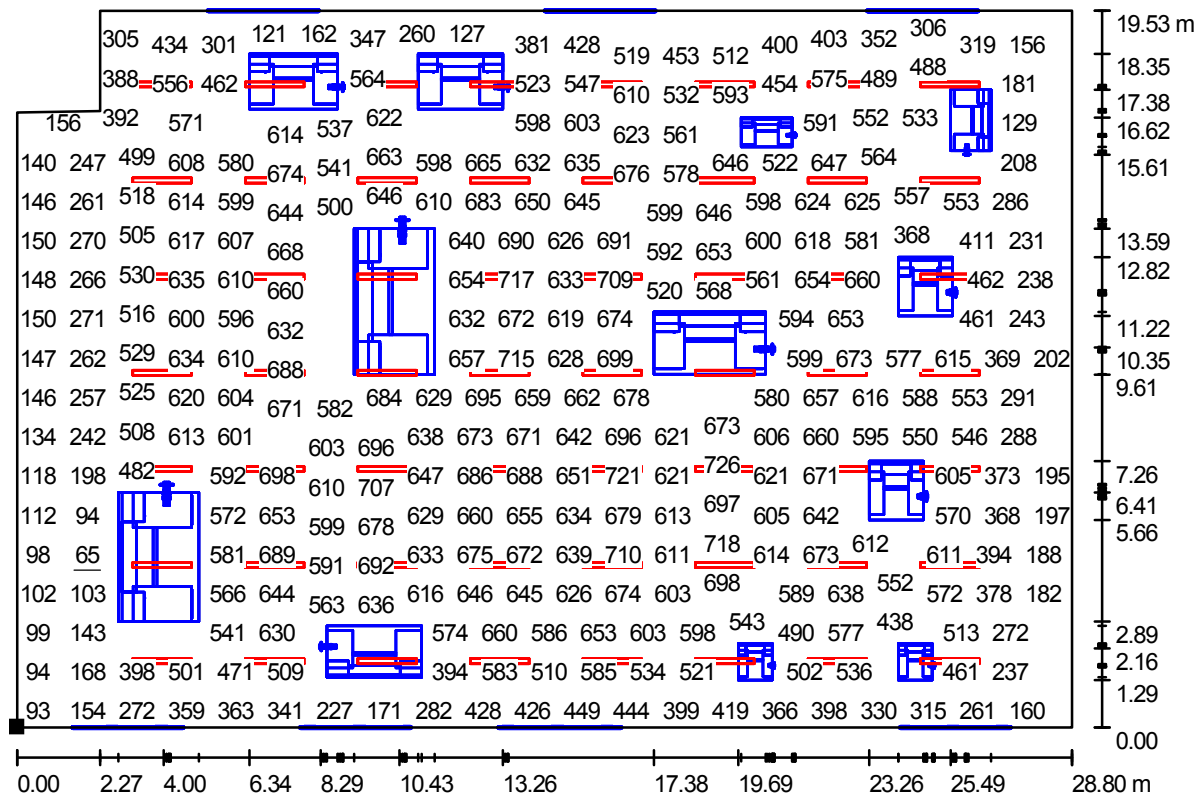
$E_{min} / E_{max}$   
0.089

Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Taller / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
494

$E_{min}$  [lx]  
65

$E_{max}$  [lx]  
736

$E_{min} / E_m$   
0.132

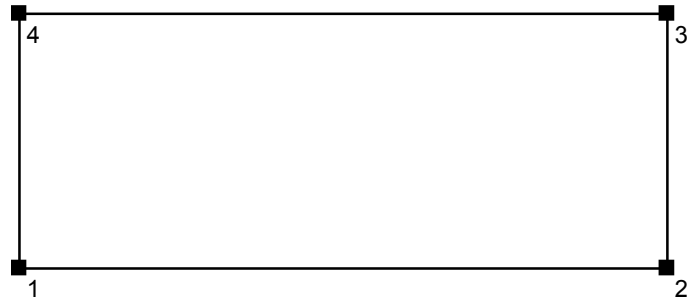
$E_{min} / E_{max}$   
0.089



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Vestuarios / Protocolo de entrada**Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.800 m  
Base: 45.80 m<sup>2</sup>

Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -14.000   15.533 )	( -3.200   15.533 )	10.800
Pared 2	50	( -3.200   15.533 )	( -3.200   19.774 )	4.240
Pared 3	50	( -3.200   19.774 )	( -14.000   19.774 )	10.800
Pared 4	50	( -14.000   19.774 )	( -14.000   15.533 )	4.240



Calderería Industrial S.L.

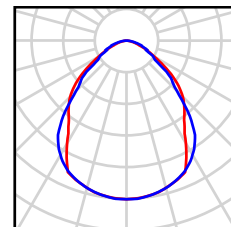
Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Lista de luminarias

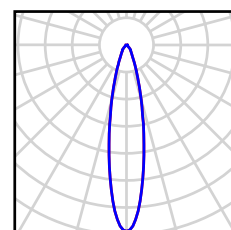
4 Pieza Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 2030 lm  
Potencia de las luminarias: 28.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 90 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/840/- (Factor de corrección 1.000).

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



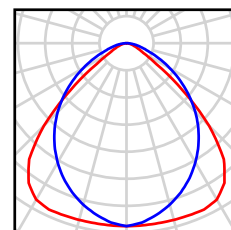
10 Pieza Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm  
Potencia de las luminarias: 56.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 94 99 100 100 69  
Lámpara: 1 x CDM-TC50W/930 (Factor de corrección 1.000).

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



1 Pieza Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 62.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60  
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).

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



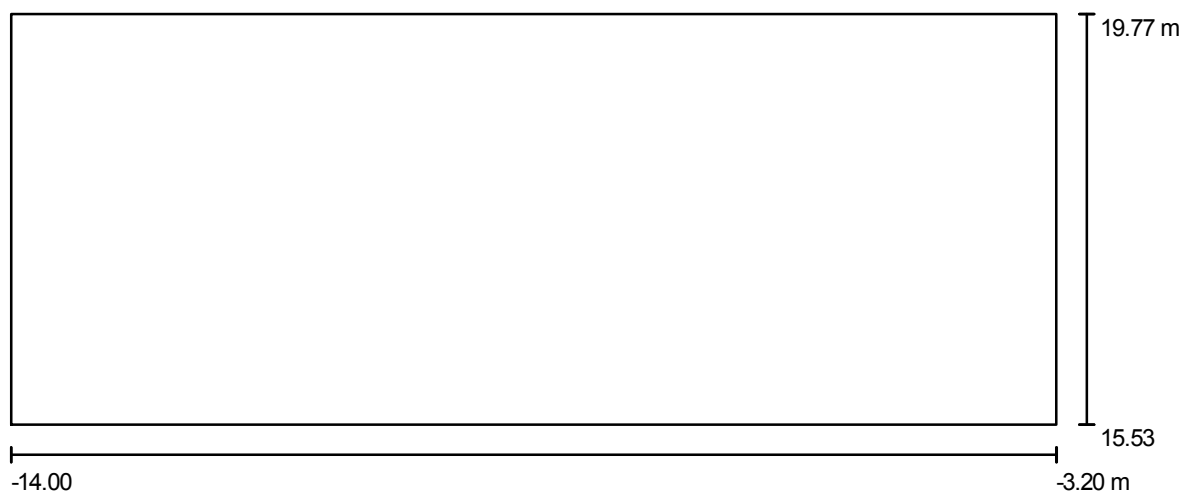


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Planta



Escala 1 : 78

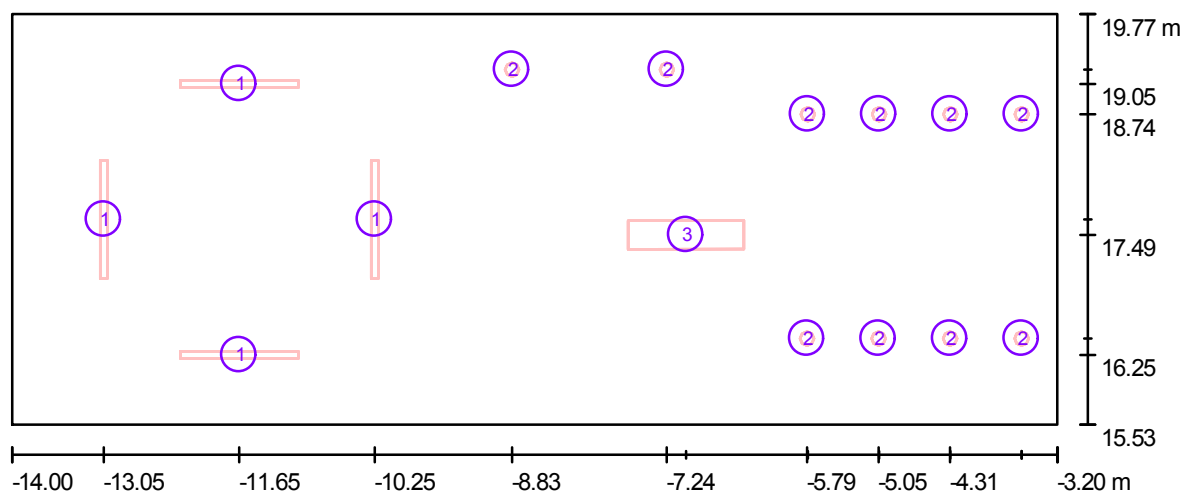


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 78

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	Philips BPS680 W7L120 1xLED24/840 LIN-PC
2	10	Philips MBS254 1xCDM-TC50W/930 EB 24
3	1	Philips TBS165 G 2xTL5-28W HFS M2



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 67320 lm  
Potencia total: 734.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	750	98	848	/	/
Suelo	534	91	624	20	40
Techo	0.00	138	138	70	31
Pared 1	70	111	181	50	29
Pared 2	196	188	384	50	61
Pared 3	96	127	223	50	36
Pared 4	16	48	64	50	10

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.048 (1:21)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.010 (1:102)

Valor de eficiencia energética:  $16.03 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $45.80 \text{ m}^2$ )

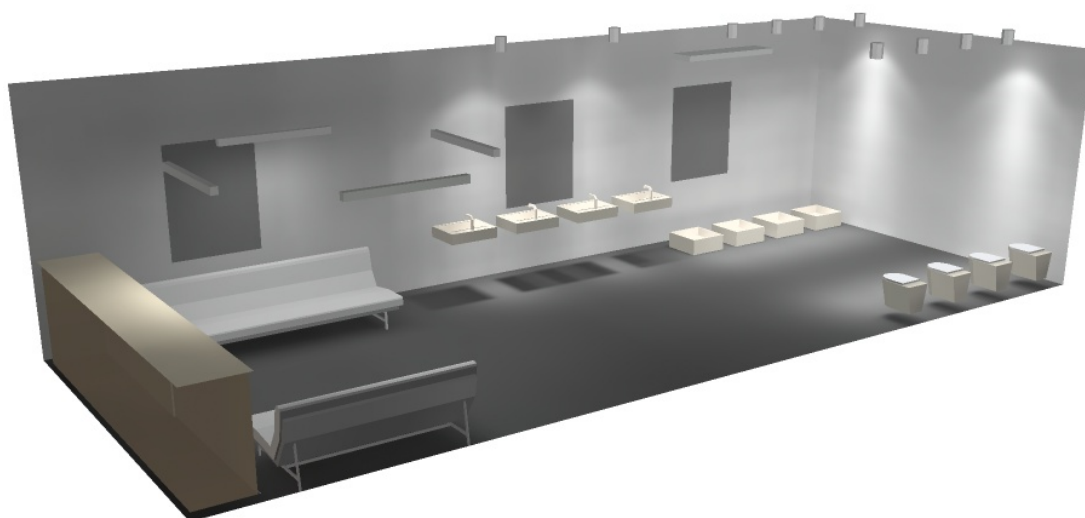


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Rendering (procesado) en 3D





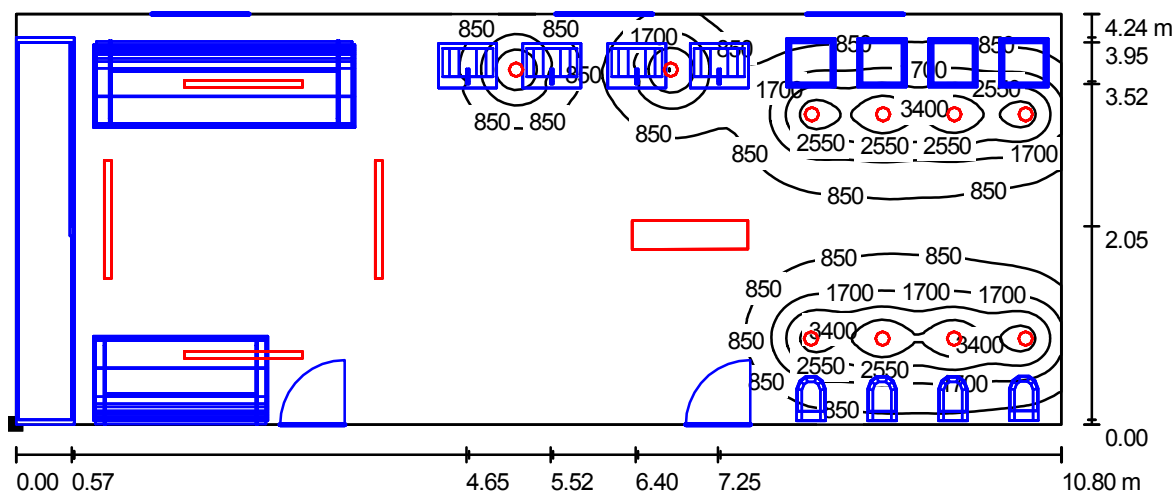


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Vestuarios / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 78

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-14.000 m, 15.533 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
848

$E_{min}$  [lx]  
41

$E_{max}$  [lx]  
4173

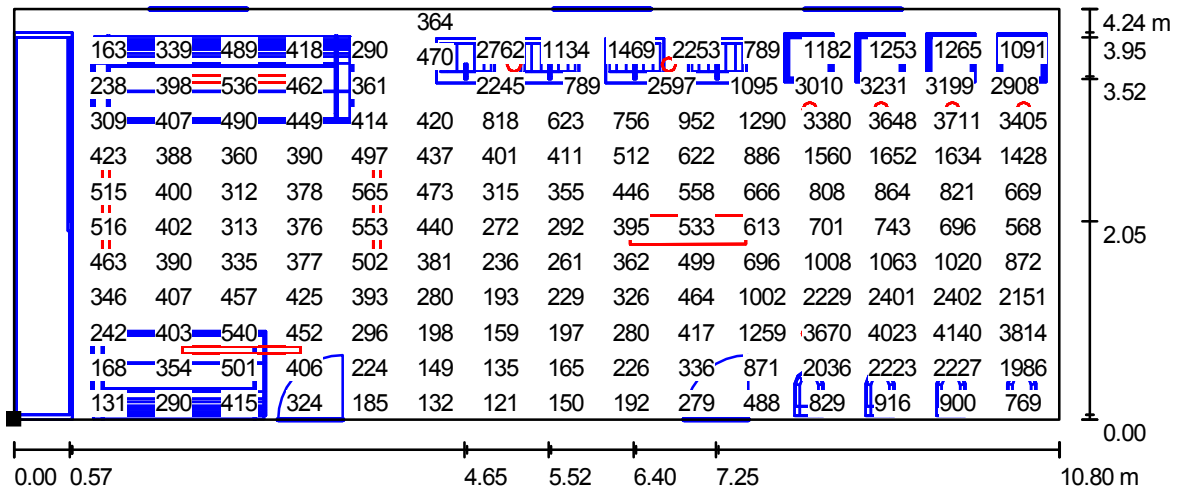
$E_{min} / E_m$   
0.048

$E_{min} / E_{max}$   
0.010

Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Vestuarios / Plano útil / Gráfico de valores (E)



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-14.000 m, 15.533 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

 $E_m$  [lx]  
848 $E_{min}$  [lx]  
41 $E_{max}$  [lx]  
4173 $E_{min} / E_m$   
0.048 $E_{min} / E_{max}$   
0.010



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Almacen / Protocolo de entrada**

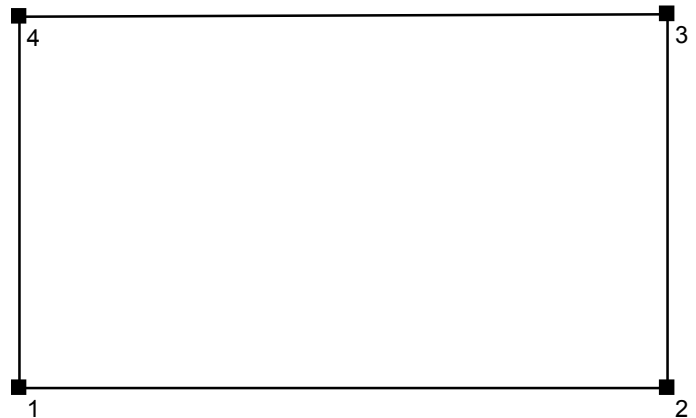
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m

Base: 174.59 m²



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -17.400   0.000 )	( 0.000   0.000 )	17.400
Pared 2	50	( 0.000   0.000 )	( 0.000   10.067 )	10.067
Pared 3	50	( 0.000   10.067 )	( -17.400   10.000 )	17.400
Pared 4	50	( -17.400   10.000 )	( -17.400   0.000 )	10.000



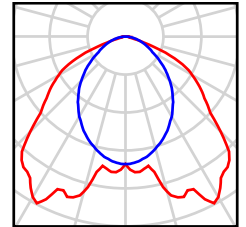
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Almacen / Lista de luminarias

12 Pieza Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS  
L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 51 84 97 100 85  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección  
1.000).



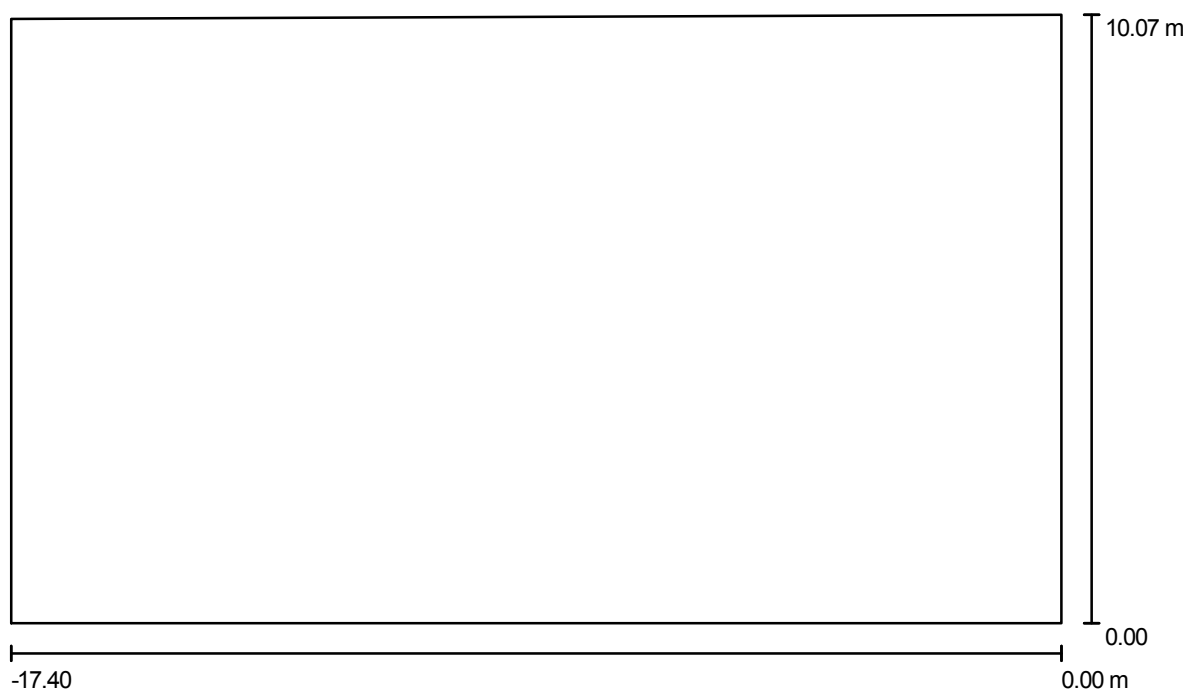


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Almacen / Planta



Escala 1 : 125

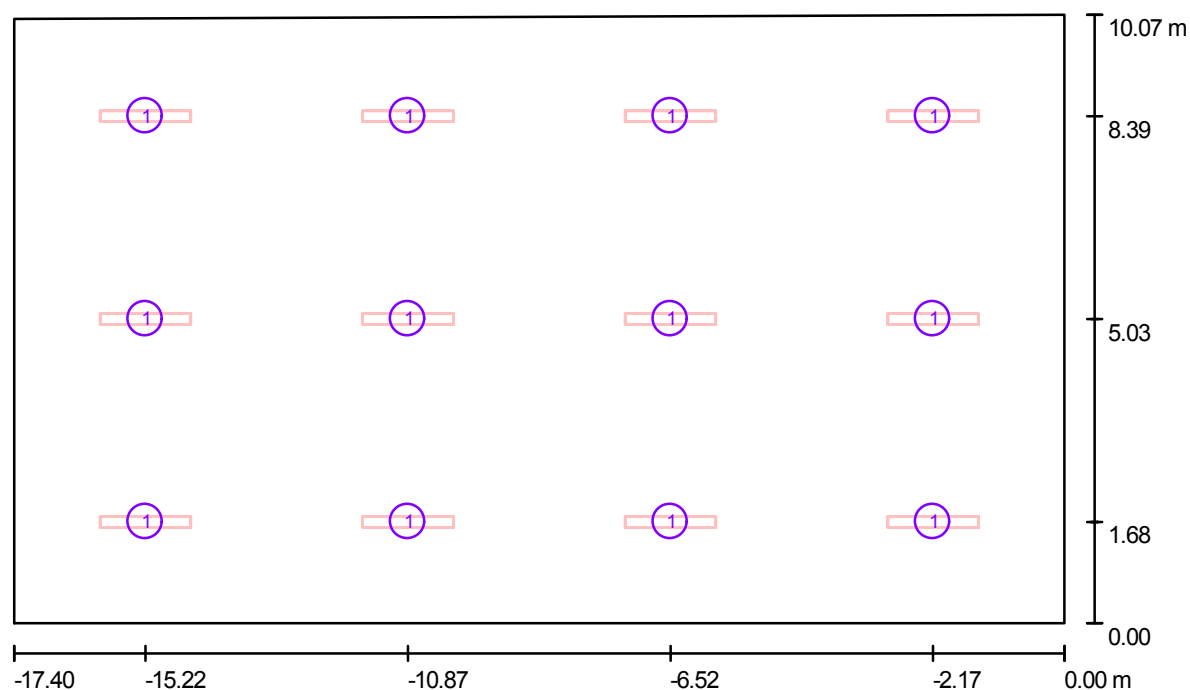


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Almacen / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 125

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	12	Idman 471TMS 2xTL5-35W HFP WB +460GMS L1



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Almacen / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 79200 lm  
Potencia total: 924.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	264	36	300	/	/
Suelo	233	42	276	20	18
Techo	0.00	49	49	70	11
Pared 1	64	43	107	50	17
Pared 2	44	45	89	50	14
Pared 3	69	45	114	50	18
Pared 4	44	45	89	50	14

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.332 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.190 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $5.29 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $174.59 \text{ m}^2$ )

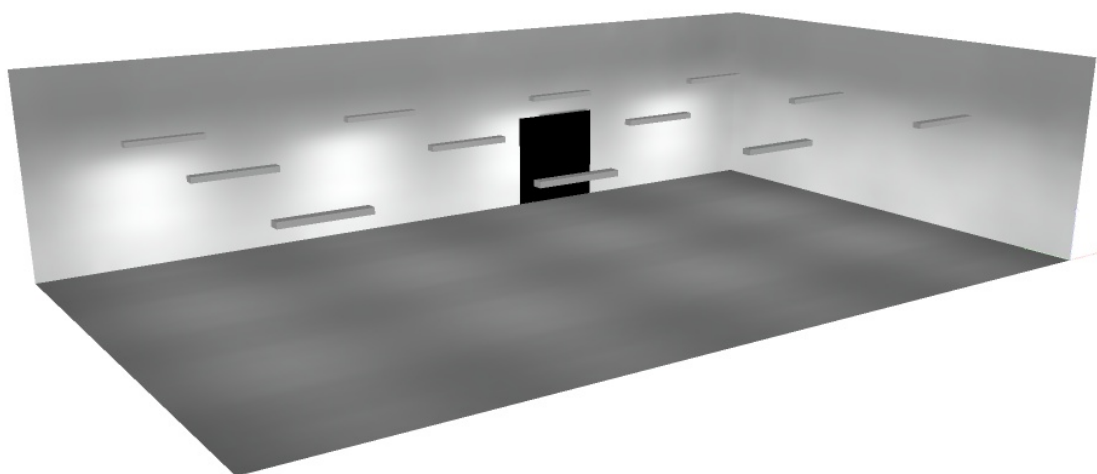


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Almacen / Rendering (procesado) en 3D





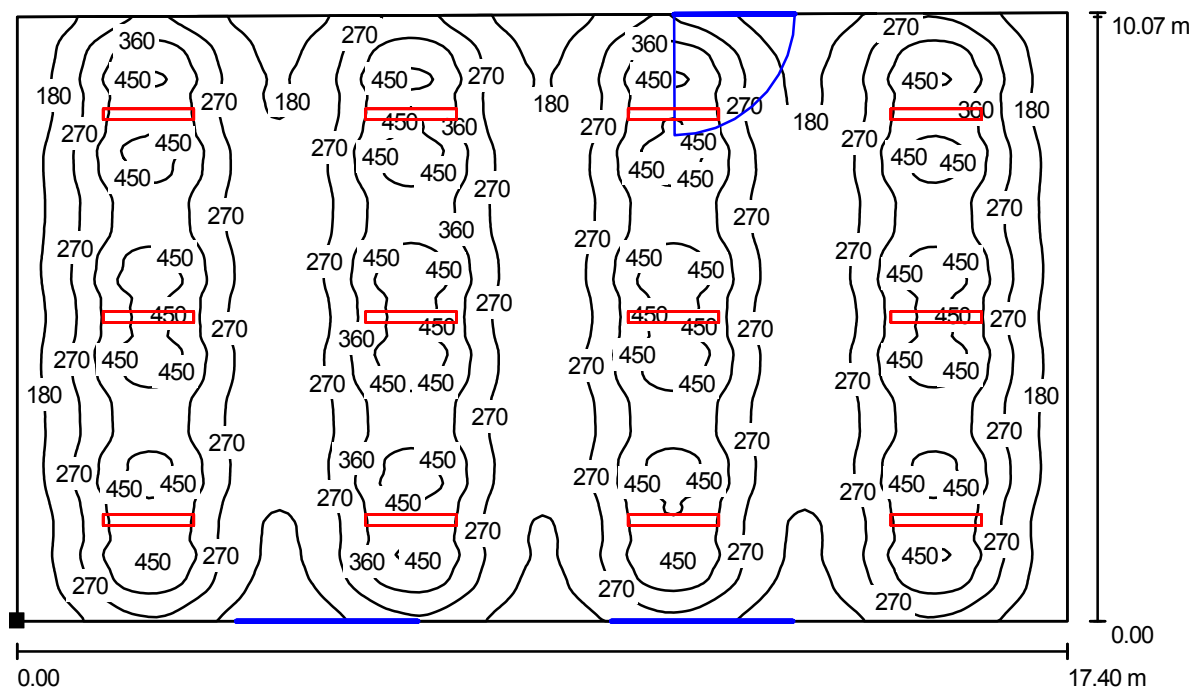


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Almacen / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 125

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-17.400 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
300

$E_{min}$  [lx]  
100

$E_{max}$  [lx]  
526

$E_{min} / E_m$   
0.332

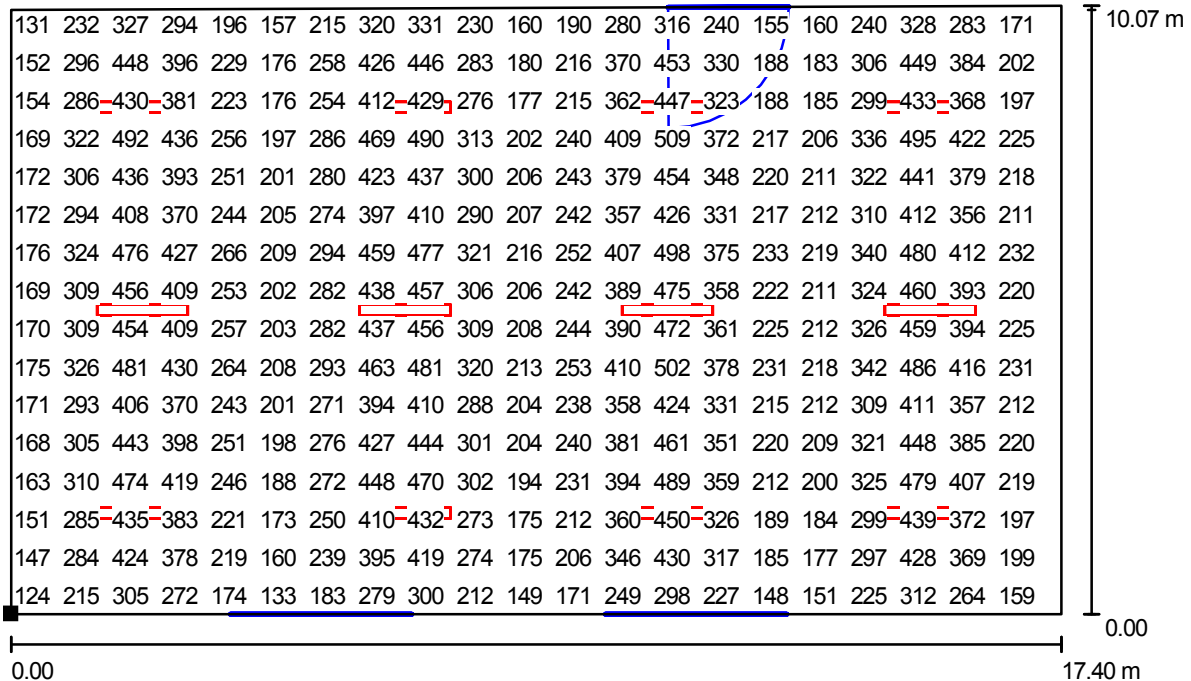
$E_{min} / E_{max}$   
0.190



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

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



Valores en Lux, Escala 1 : 125

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-17.400 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

 $E_m$  [lx]  
300 $E_{min}$  [lx]  
100 $E_{max}$  [lx]  
526 $E_{min} / E_m$   
0.332 $E_{min} / E_{max}$   
0.190



Calderería Industrial S.L.

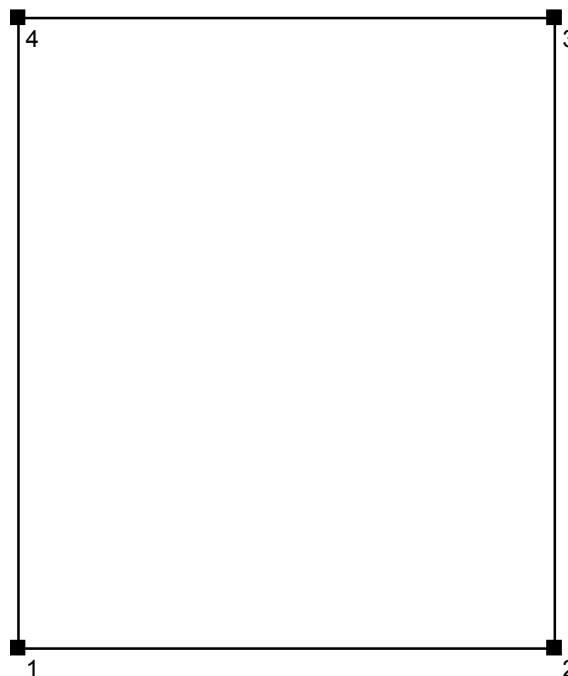
Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Oficina / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.800 m

Base: 13.60 m<sup>2</sup>

Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -17.400   15.533 )	( -14.000   15.533 )	3.400
Pared 2	50	( -14.000   15.533 )	( -14.000   19.533 )	4.000
Pared 3	50	( -14.000   19.533 )	( -17.400   19.533 )	3.400
Pared 4	50	( -17.400   19.533 )	( -17.400   15.533 )	4.000



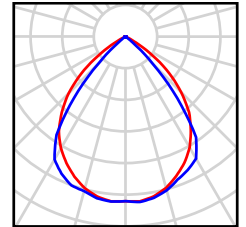
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Lista de luminarias

3 Pieza      Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección  
1.000).



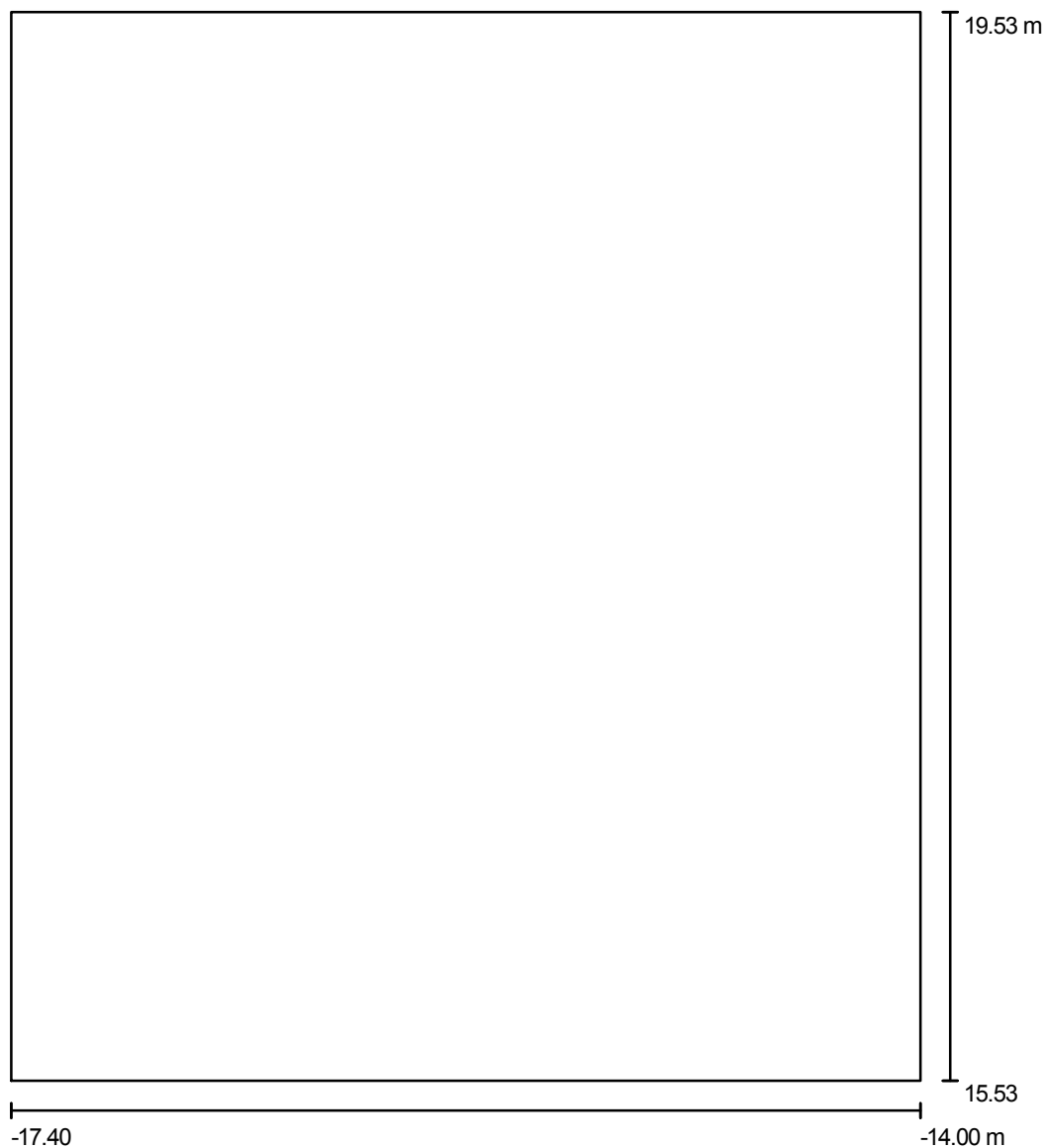


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Planta



Escala 1 : 28

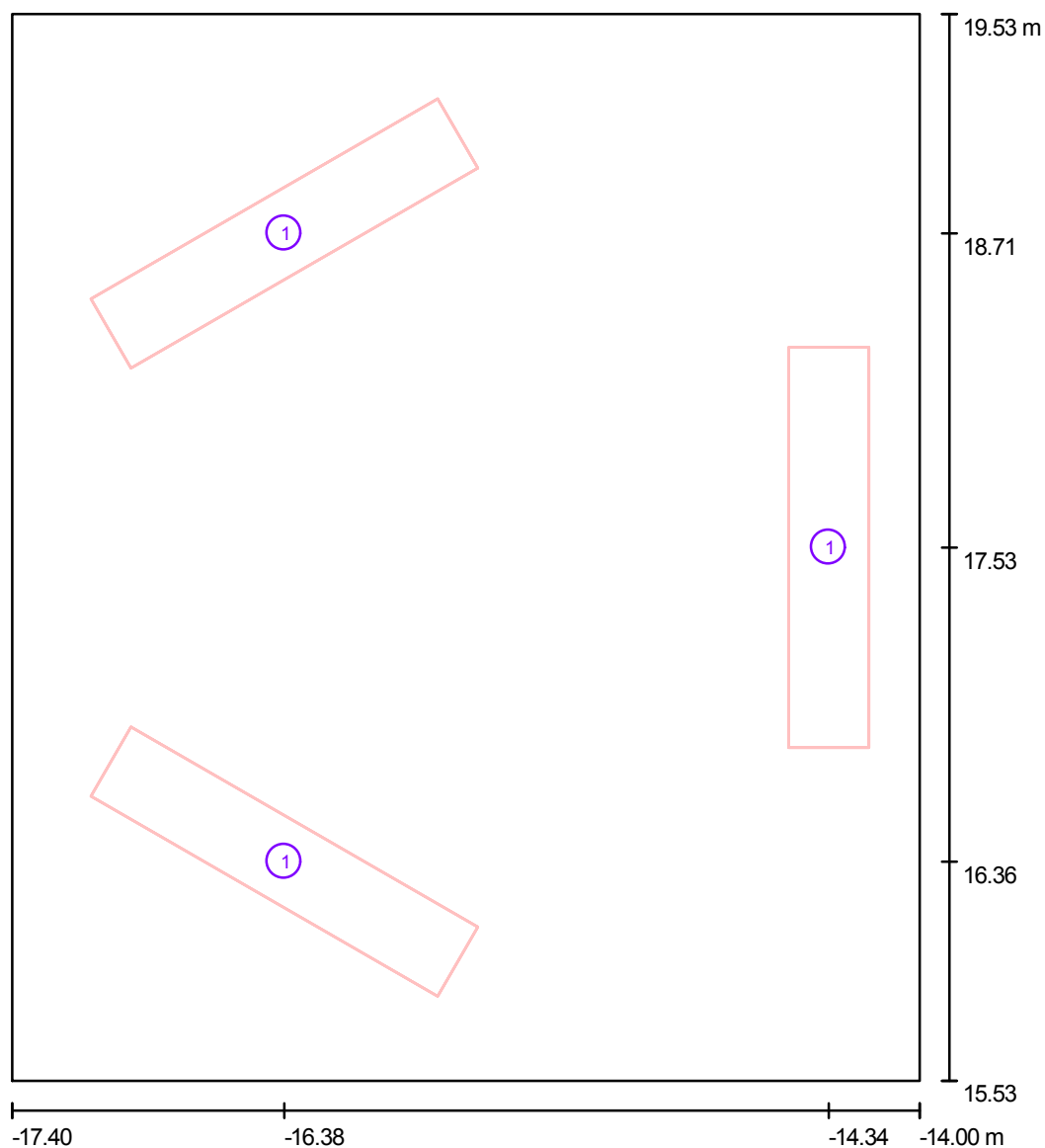


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 28

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	3	Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19800 lm  
Potencia total: 231.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	602	107	709	/	/
Suelo	288	81	370	20	24
Techo	0.00	132	132	70	29
Pared 1	63	102	165	50	26
Pared 2	185	96	281	50	45
Pared 3	146	109	255	50	41
Pared 4	137	109	246	50	39

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.077 (1:13)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.056 (1:18)

Valor de eficiencia energética:  $16.99 \text{ W/m}^2 = 2.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.60 \text{ m}^2$ )



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Rendering (procesado) en 3D





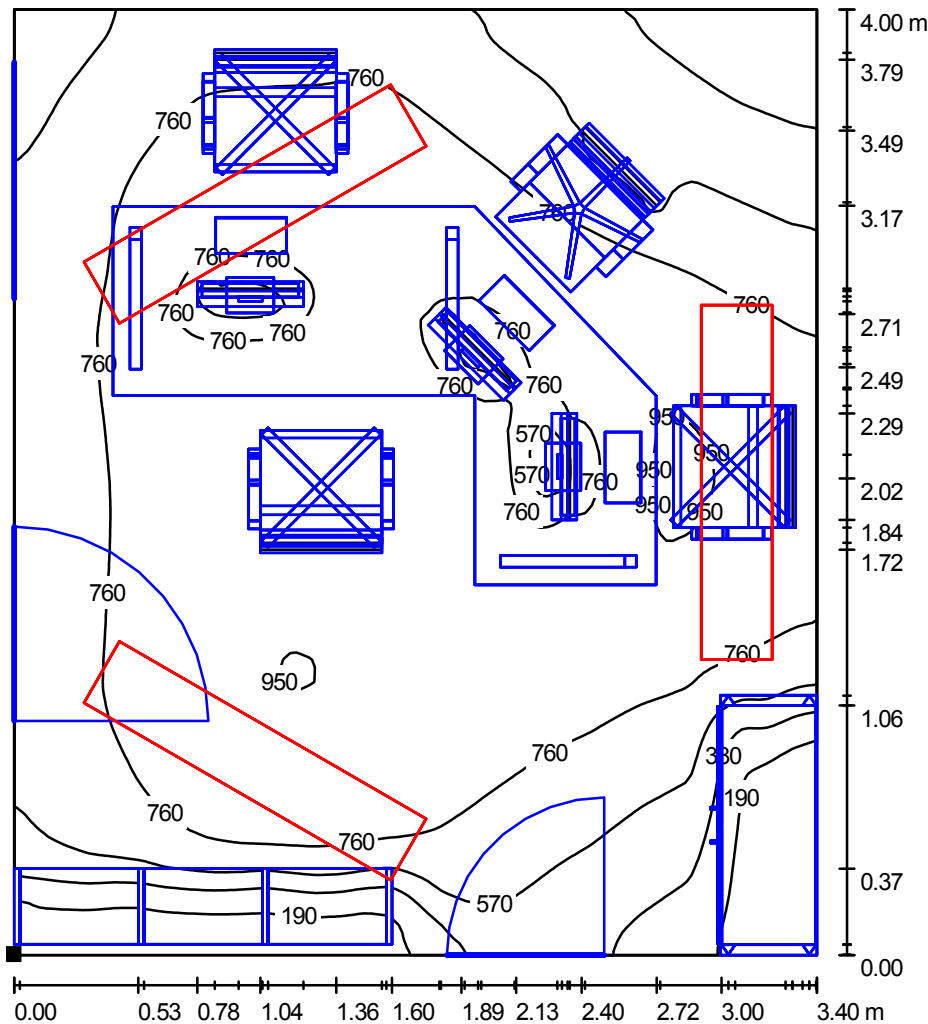


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

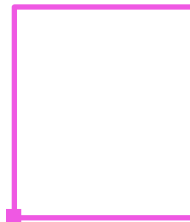
Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Oficina / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 32

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-17.400 m, 15.533 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
709

$E_{min}$  [lx]  
54

$E_{max}$  [lx]  
975

$E_{min} / E_m$   
0.077

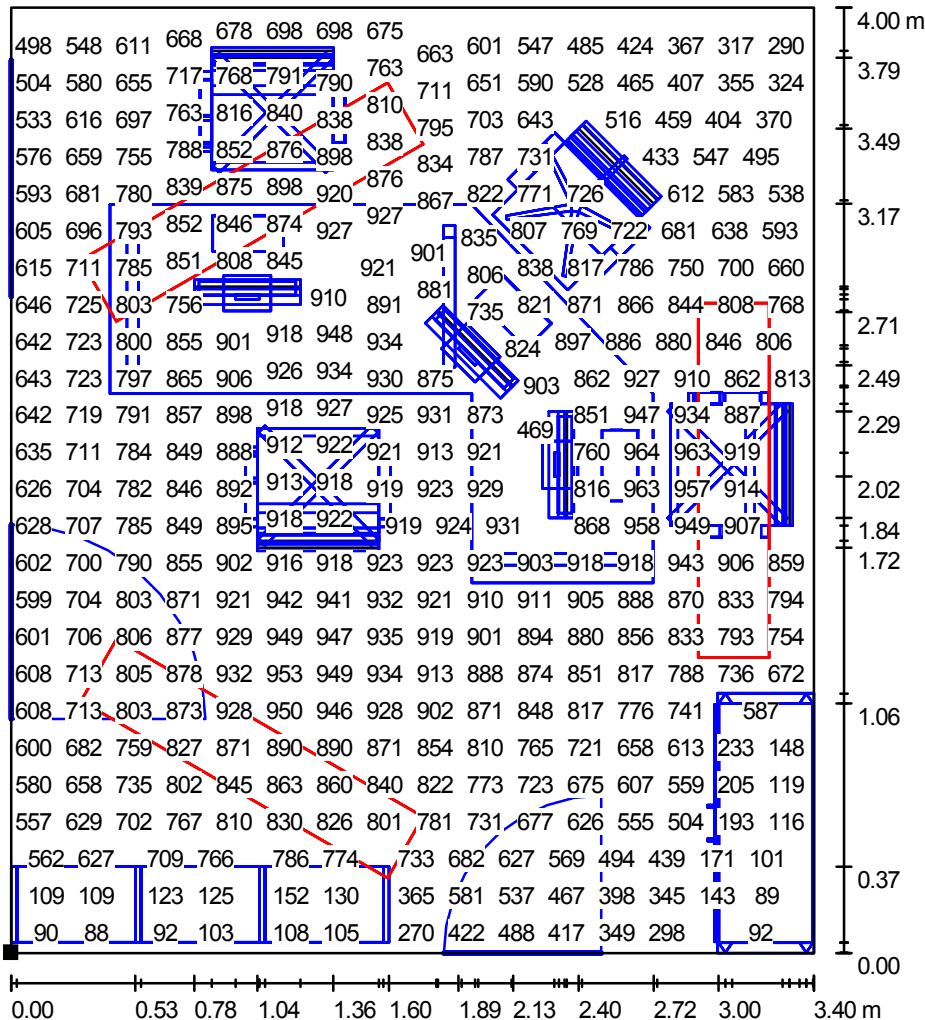
$E_{min} / E_{max}$   
0.056

Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

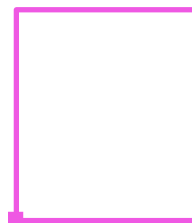
## Oficina / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 32

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-17.400 m, 15.533 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
709

$E_{min}$  [lx]  
54

$E_{max}$  [lx]  
975

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.056



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Protocolo de entrada

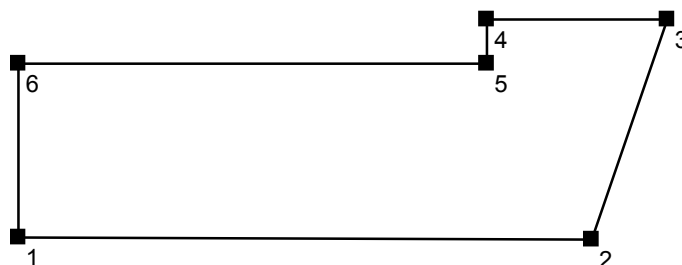
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m

Base: 104.14 m²



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -17.400   10.183 )	( -0.026   10.117 )	17.374
Pared 2	50	( -0.026   10.117 )	( 2.267   16.800 )	7.066
Pared 3	50	( 2.267   16.800 )	( -3.200   16.800 )	5.467
Pared 4	50	( -3.200   16.800 )	( -3.200   15.458 )	1.342
Pared 5	50	( -3.200   15.458 )	( -17.400   15.458 )	14.200
Pared 6	50	( -17.400   15.458 )	( -17.400   10.183 )	5.274



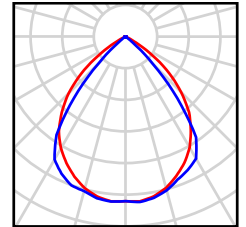
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Lista de luminarias

9 Pieza      Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección  
1.000).



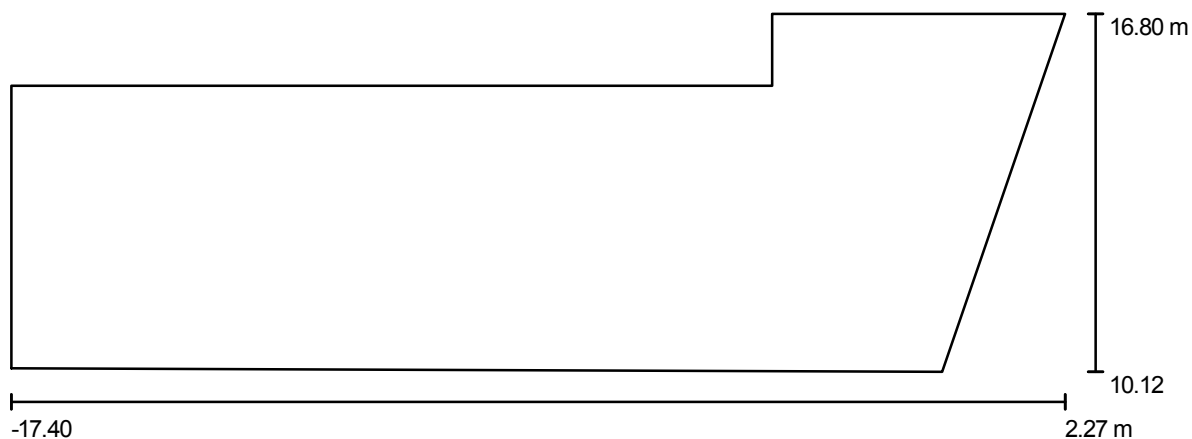


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Planta



Escala 1 : 141

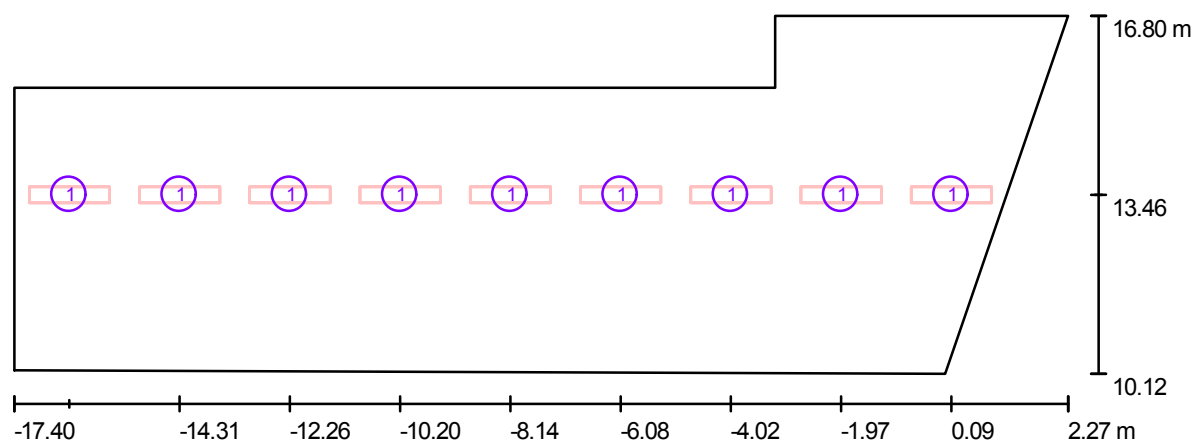


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 141

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	9	Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 59400 lm  
Potencia total: 693.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	373	37	409	/	/
Suelo	338	43	381	20	24
Techo	0.00	55	55	70	12
Pared 1	12	52	63	50	10
Pared 2	44	43	87	50	14
Pared 3	8.19	37	45	50	7.12
Pared 4	6.21	36	42	50	6.75
Pared 5	55	55	110	50	18
Pared 6	53	49	102	50	16

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.060 (1:17)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.027 (1:36)

Valor de eficiencia energética:  $6.65 \text{ W/m}^2 = 1.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $104.14 \text{ m}^2$ )

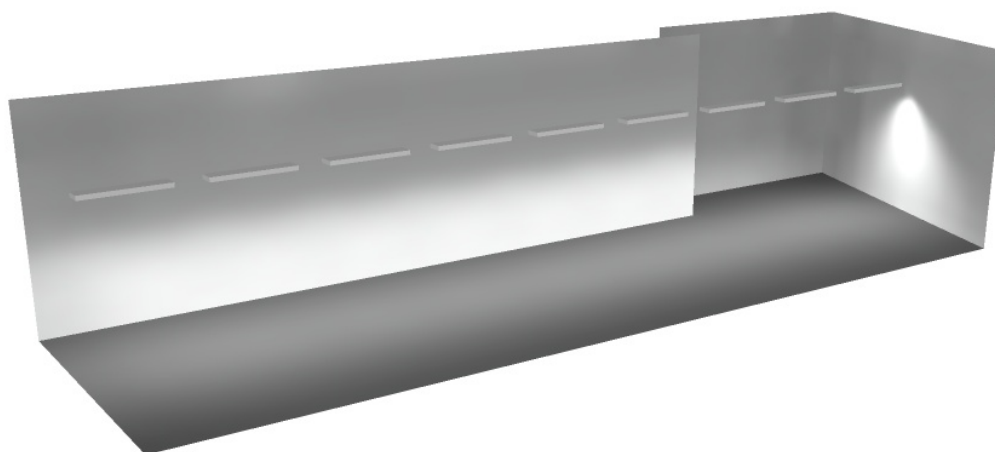


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Rendering (procesado) en 3D





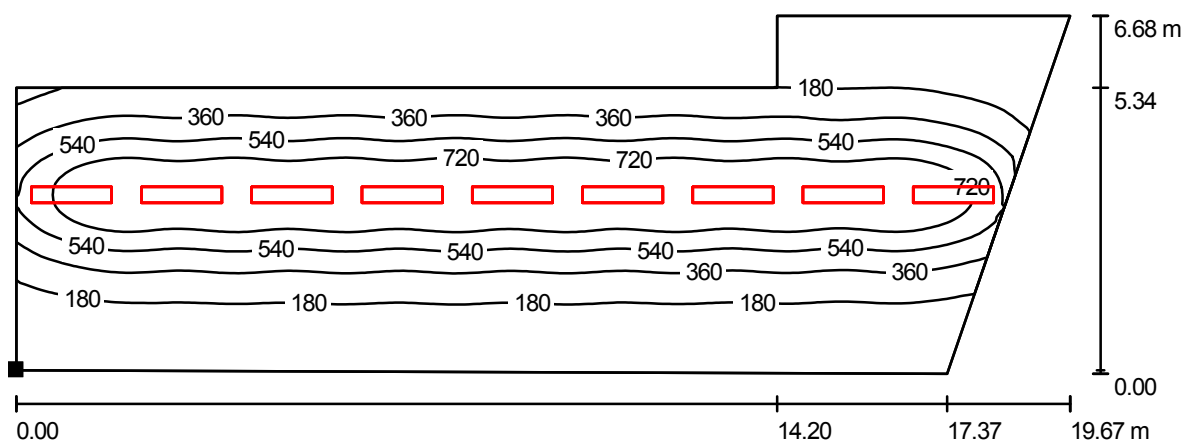


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-17.400 m, 10.183 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 141



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
409

$E_{min}$  [lx]  
25

$E_{max}$  [lx]  
901

$E_{min} / E_m$   
0.060

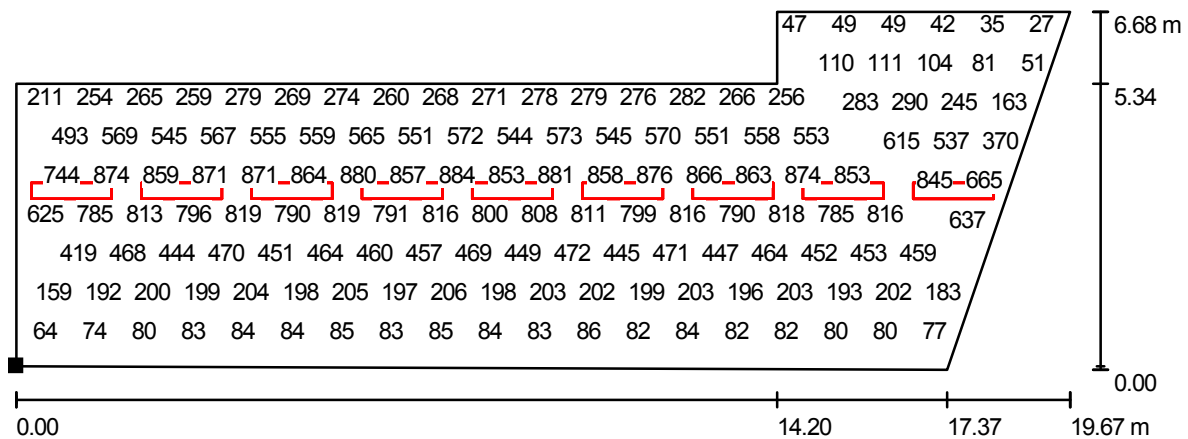
$E_{min} / E_{max}$   
0.027



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Pasillo / Plano útil / Gráfico de valores (E)



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-17.400 m, 10.183 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

 $E_m$  [lx]  
409 $E_{min}$  [lx]  
25 $E_{max}$  [lx]  
901 $E_{min} / E_m$   
0.060 $E_{min} / E_{max}$   
0.027



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

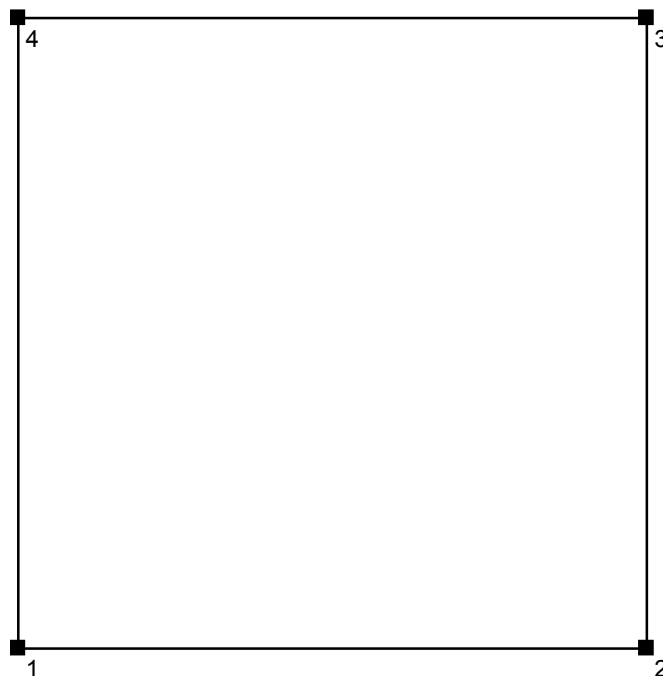
**Caldera / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m

Base: 7.11 m<sup>2</sup>

Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -3.200   16.867 )	( -0.533   16.867 )	2.667
Pared 2	50	( -0.533   16.867 )	( -0.533   19.534 )	2.667
Pared 3	50	( -0.533   19.534 )	( -3.200   19.534 )	2.667
Pared 4	50	( -3.200   19.534 )	( -3.200   16.867 )	2.667



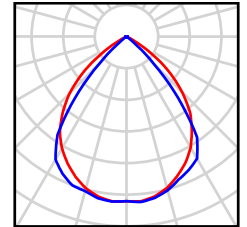
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Lista de luminarias

1 Pieza      Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección  
1.000).



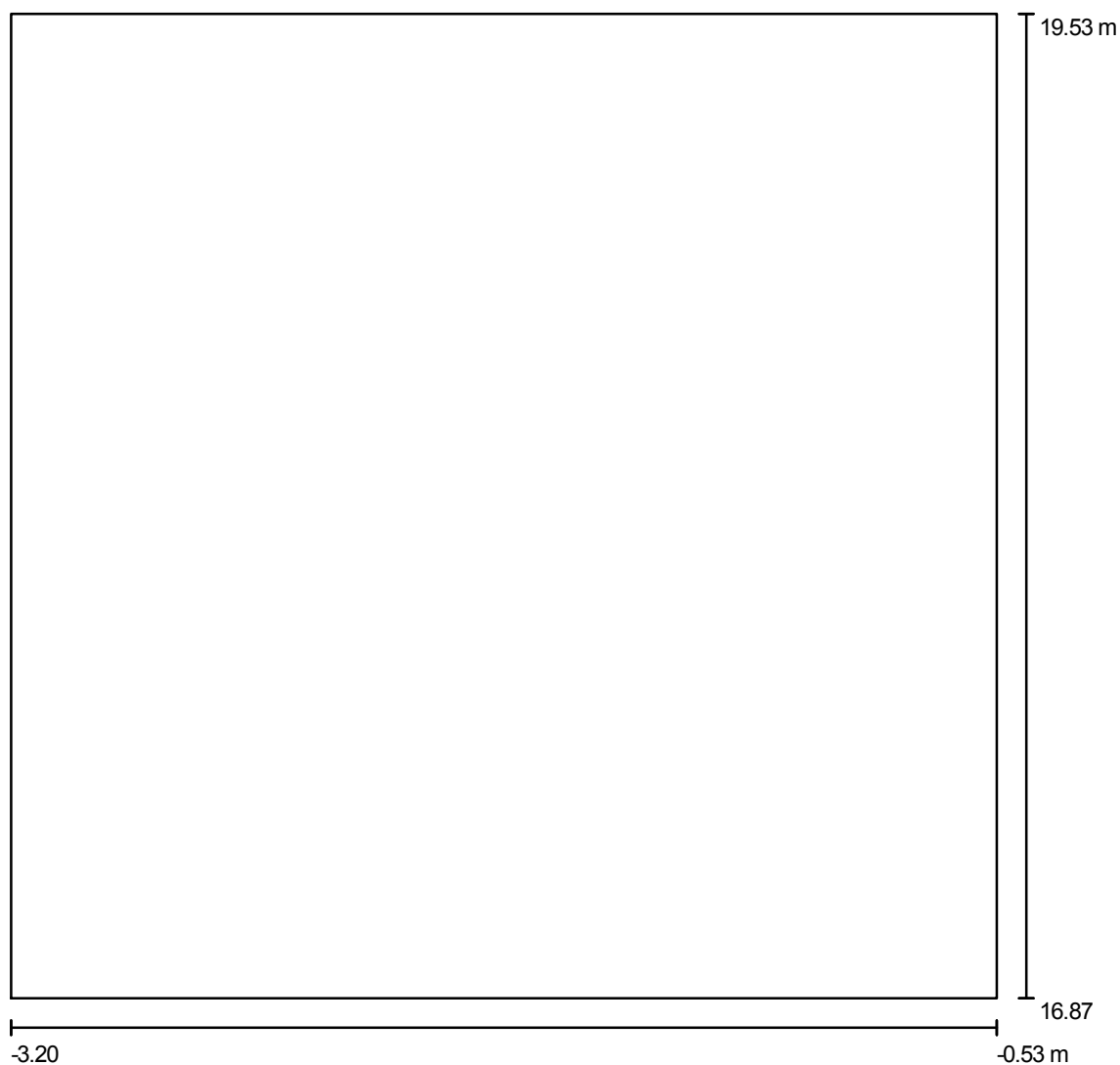


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Planta



Escala 1 : 20

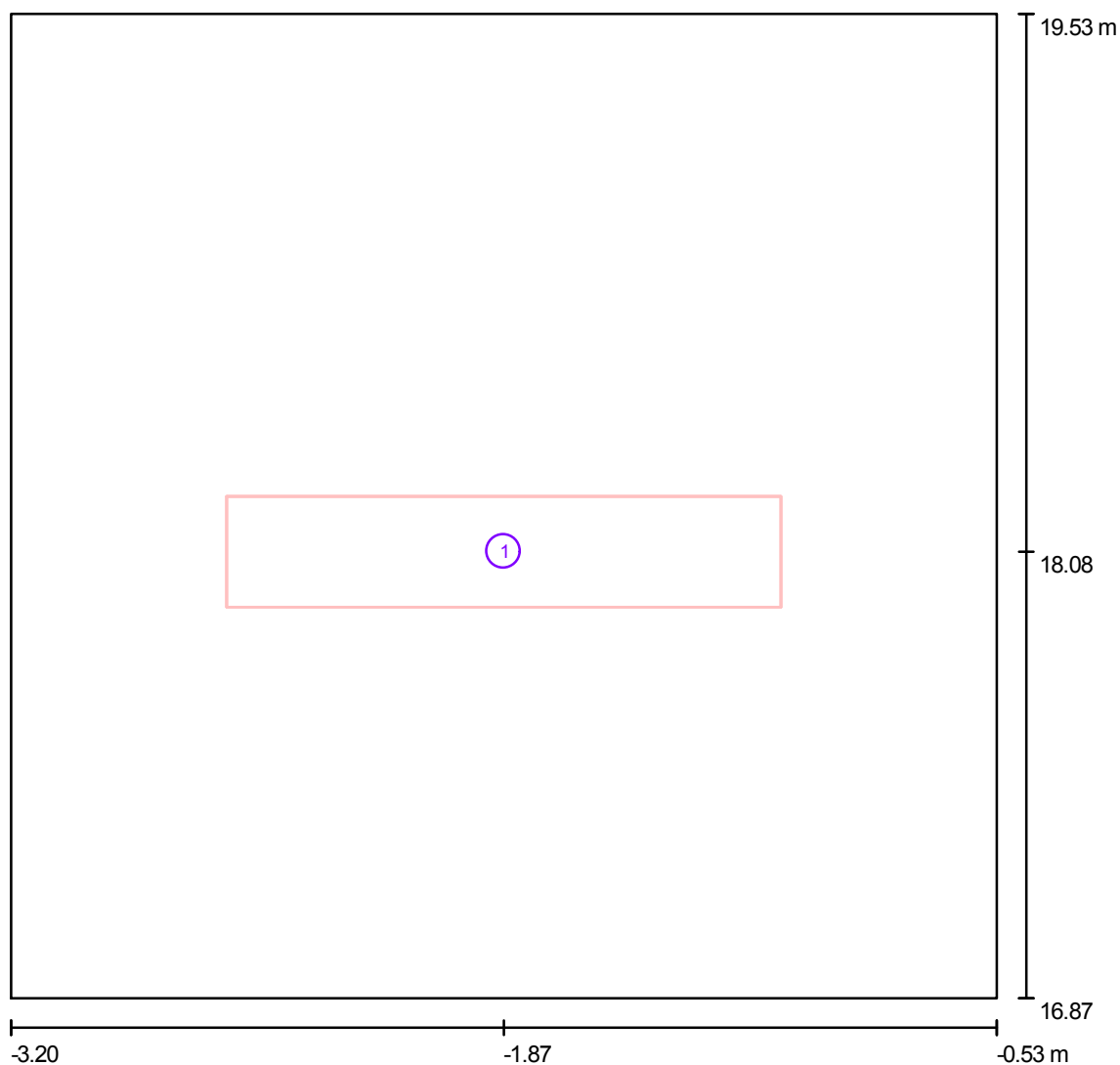


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 6600 lm  
Potencia total: 77.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	395	68	462	/	/
Suelo	170	52	222	20	14
Techo	0.00	44	44	70	9.77
Pared 1	71	54	125	50	20
Pared 2	59	55	114	50	18
Pared 3	41	49	90	50	14
Pared 4	58	56	113	50	18

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.108 (1:9)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.068 (1:15)

Valor de eficiencia energética:  $10.83 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.11 \text{ m}^2$ )

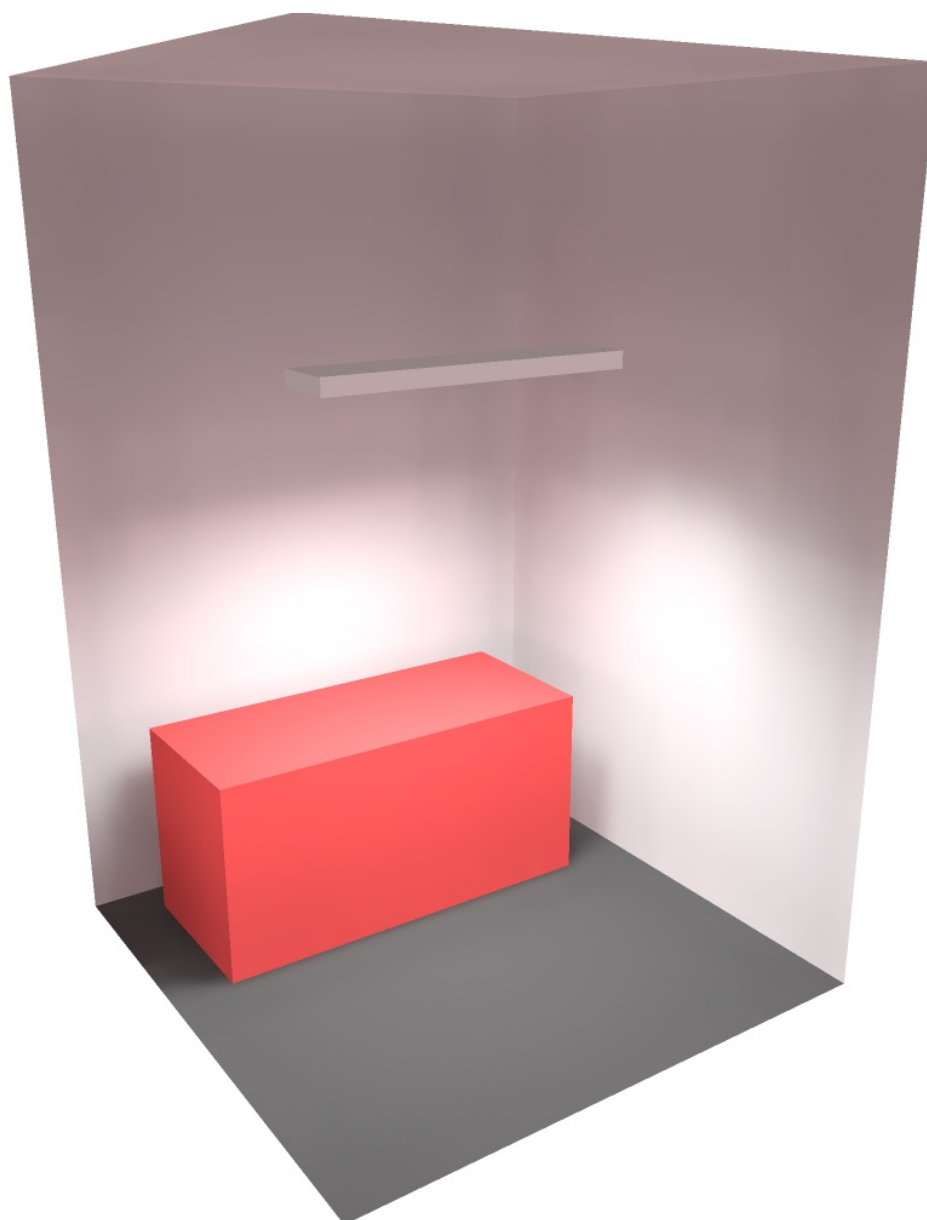


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Rendering (procesado) en 3D





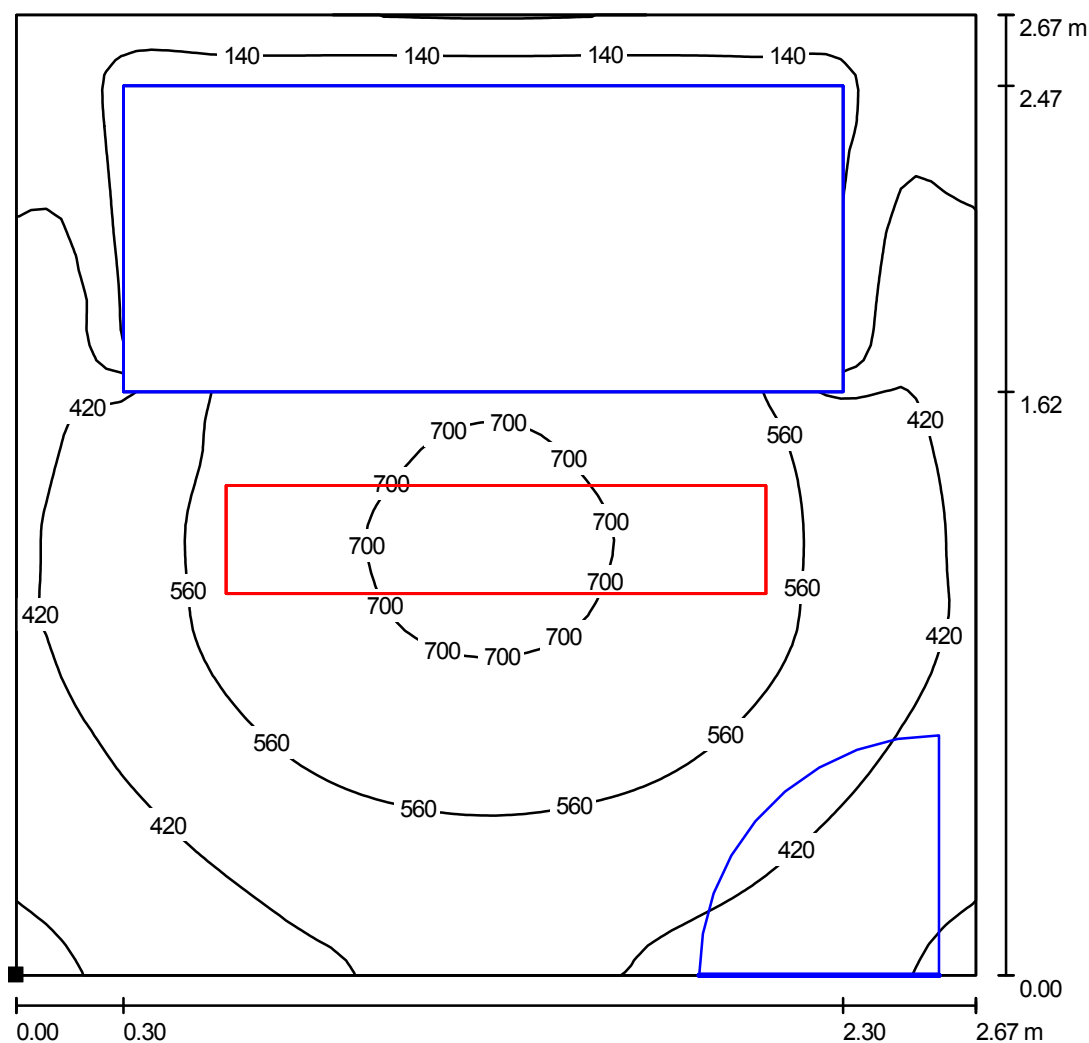


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

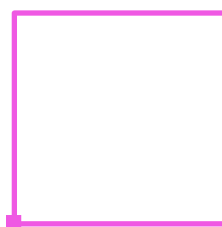
Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Caldera / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 21

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-3.200 m, 16.867 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
462

$E_{min}$  [lx]  
50

$E_{max}$  [lx]  
730

$E_{min} / E_m$   
0.108

$E_{min} / E_{max}$   
0.068

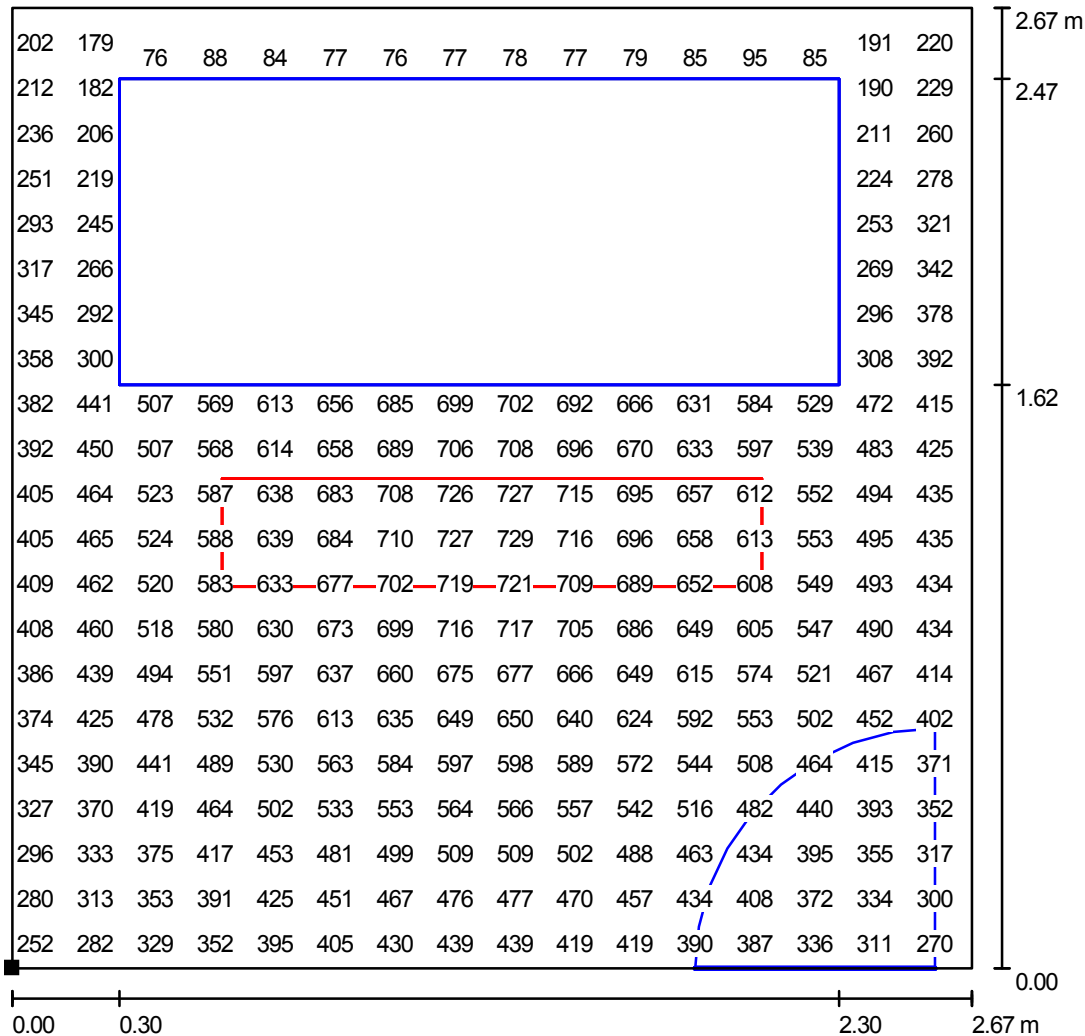


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

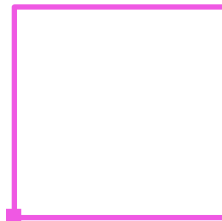
## Caldera / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 21

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-3.200 m, 16.867 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
462

$E_{min}$  [lx]  
50

$E_{max}$  [lx]  
730

$E_{min} / E_m$   
0.108

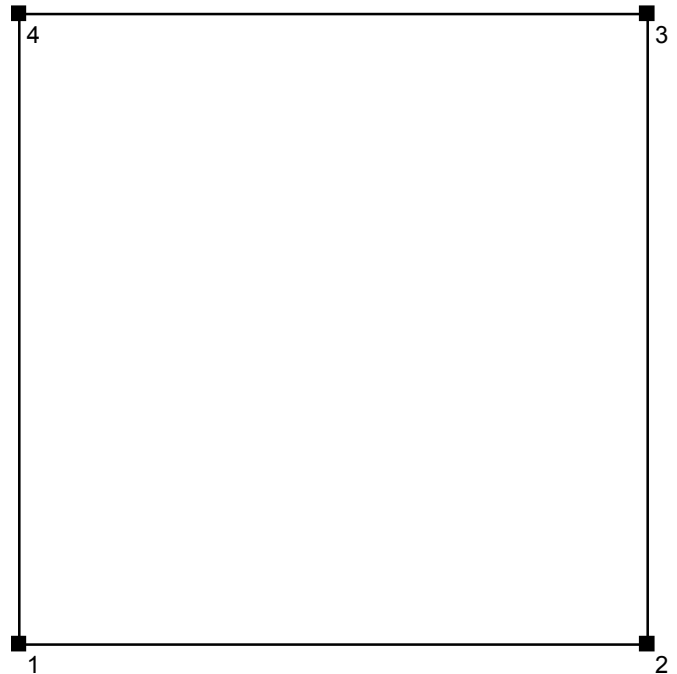
$E_{min} / E_{max}$   
0.068



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Compresor / Protocolo de entrada**Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 7.11 m<sup>2</sup>

Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( -0.467   16.867 )	( 2.200   16.867 )	2.667
Pared 2	50	( 2.200   16.867 )	( 2.200   19.534 )	2.667
Pared 3	50	( 2.200   19.534 )	( -0.467   19.534 )	2.667
Pared 4	50	( -0.467   19.534 )	( -0.467   16.867 )	2.667



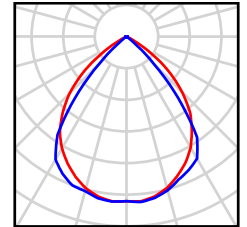
Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Compresor / Lista de luminarias

1 Pieza      Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 77 99 100 100 88  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección  
1.000).



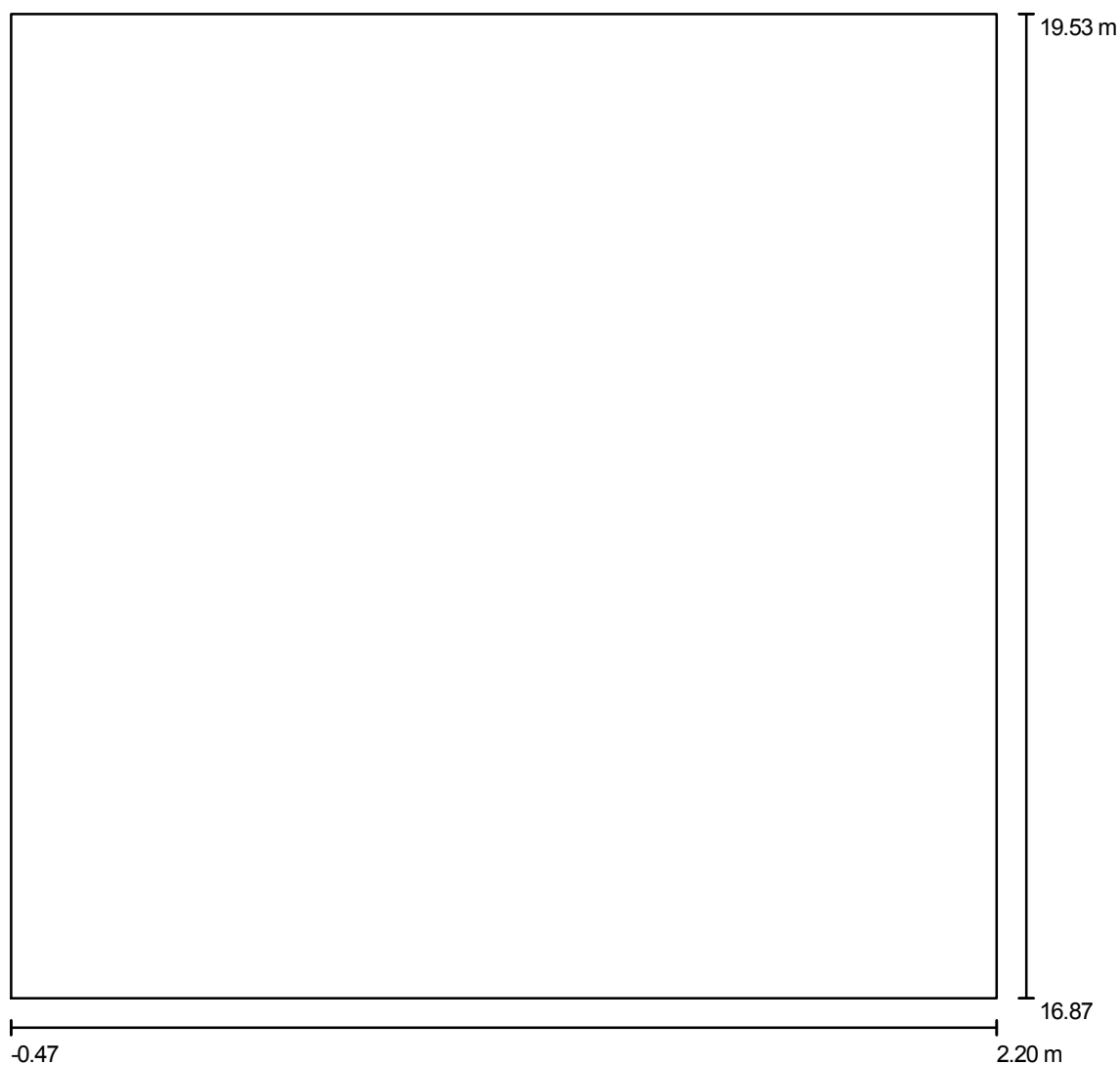


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Compresor / Planta



Escala 1 : 20

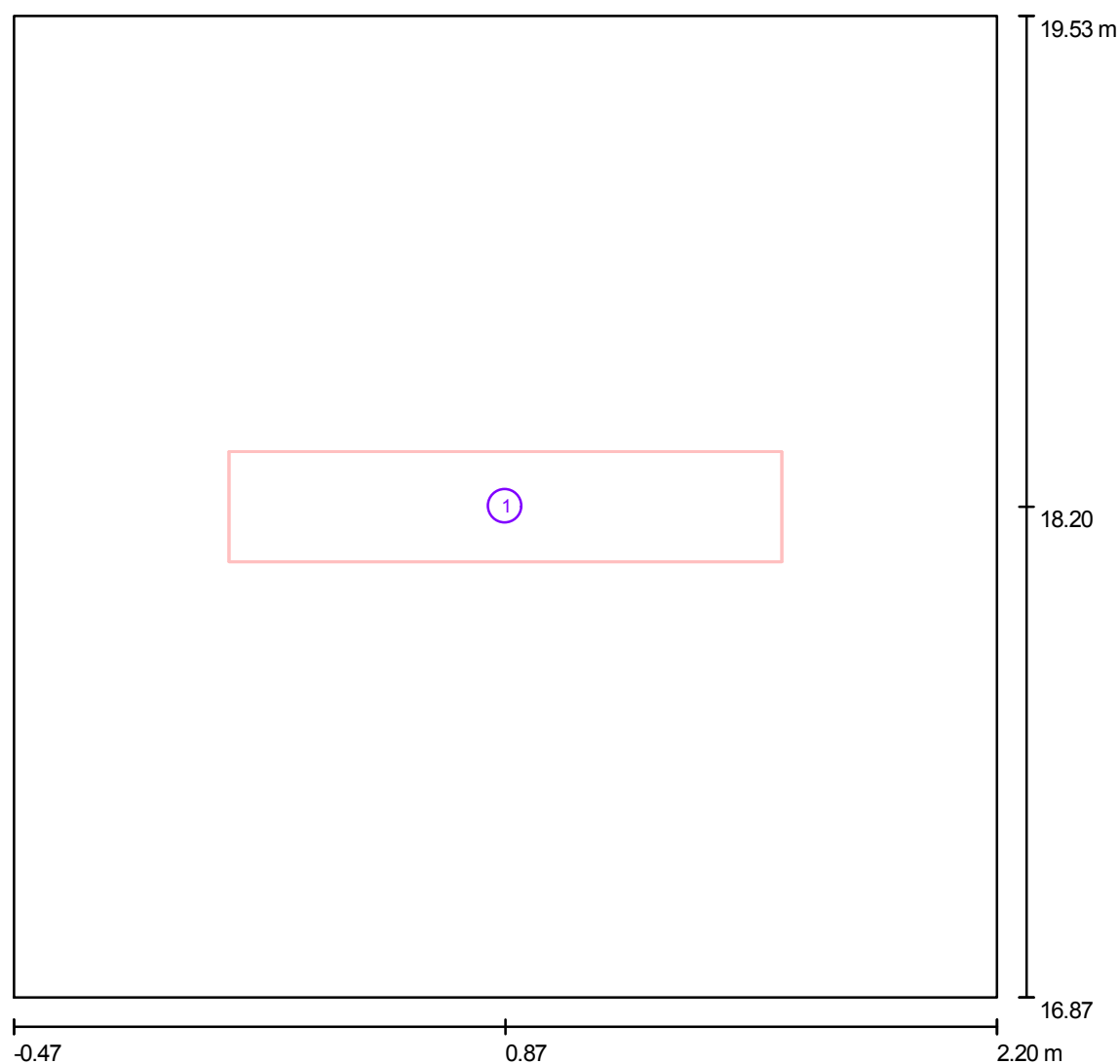


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Compresor / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	Philips TBS424 2xTL5-35W HFP C5-H GT



Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com**Compresor / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 6600 lm  
 Potencia total: 77.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	384	63	447	/	/
Suelo	163	48	211	20	13
Techo	0.00	41	41	70	9.20
Pared 1	62	51	113	50	18
Pared 2	58	52	109	50	17
Pared 3	50	45	95	50	15
Pared 4	59	52	110	50	18

Simetrías en el plano útil

 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.120 (1:8) $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.074 (1:13)Valor de eficiencia energética:  $10.83 \text{ W/m}^2 = 2.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.11 \text{ m}^2$ )

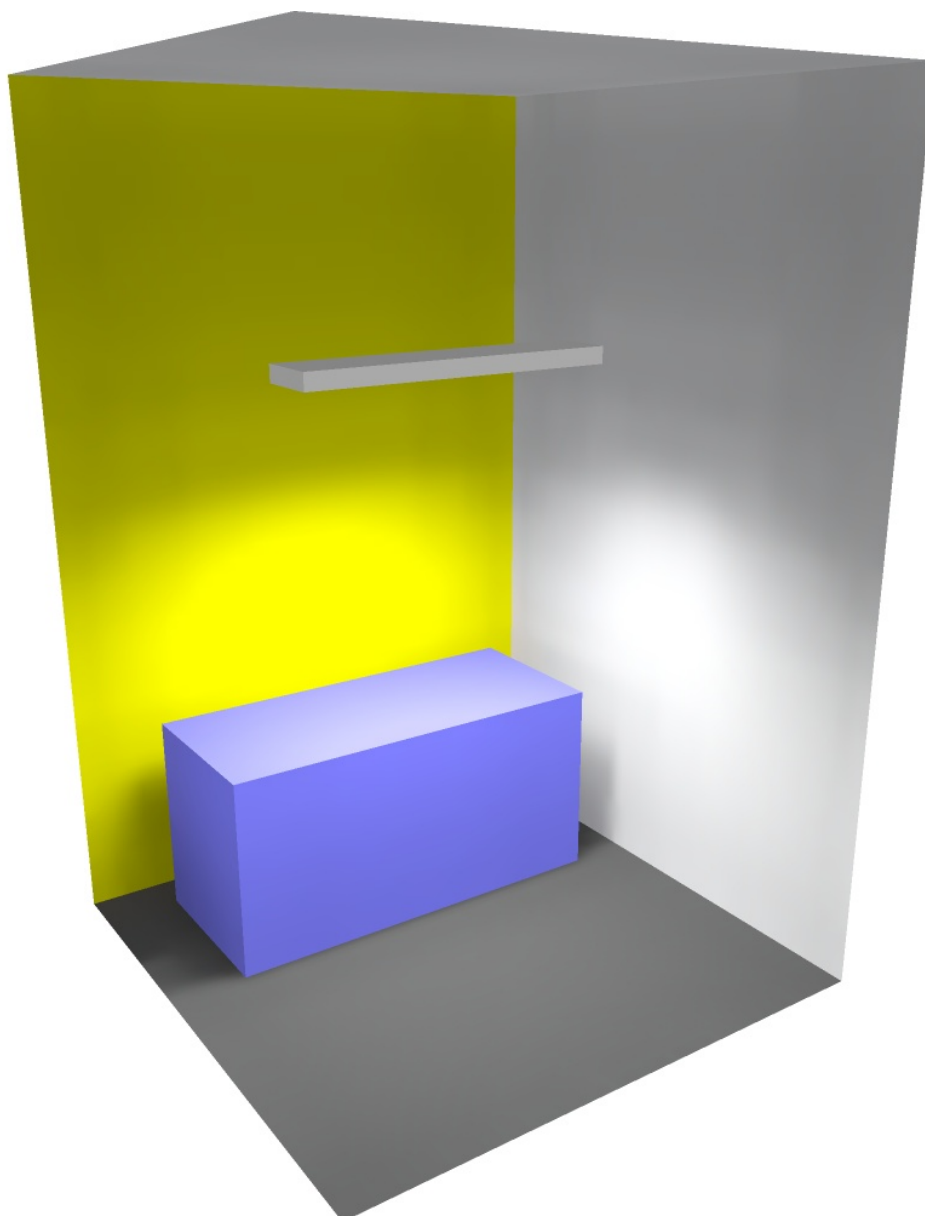


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Compresor / Rendering (procesado) en 3D





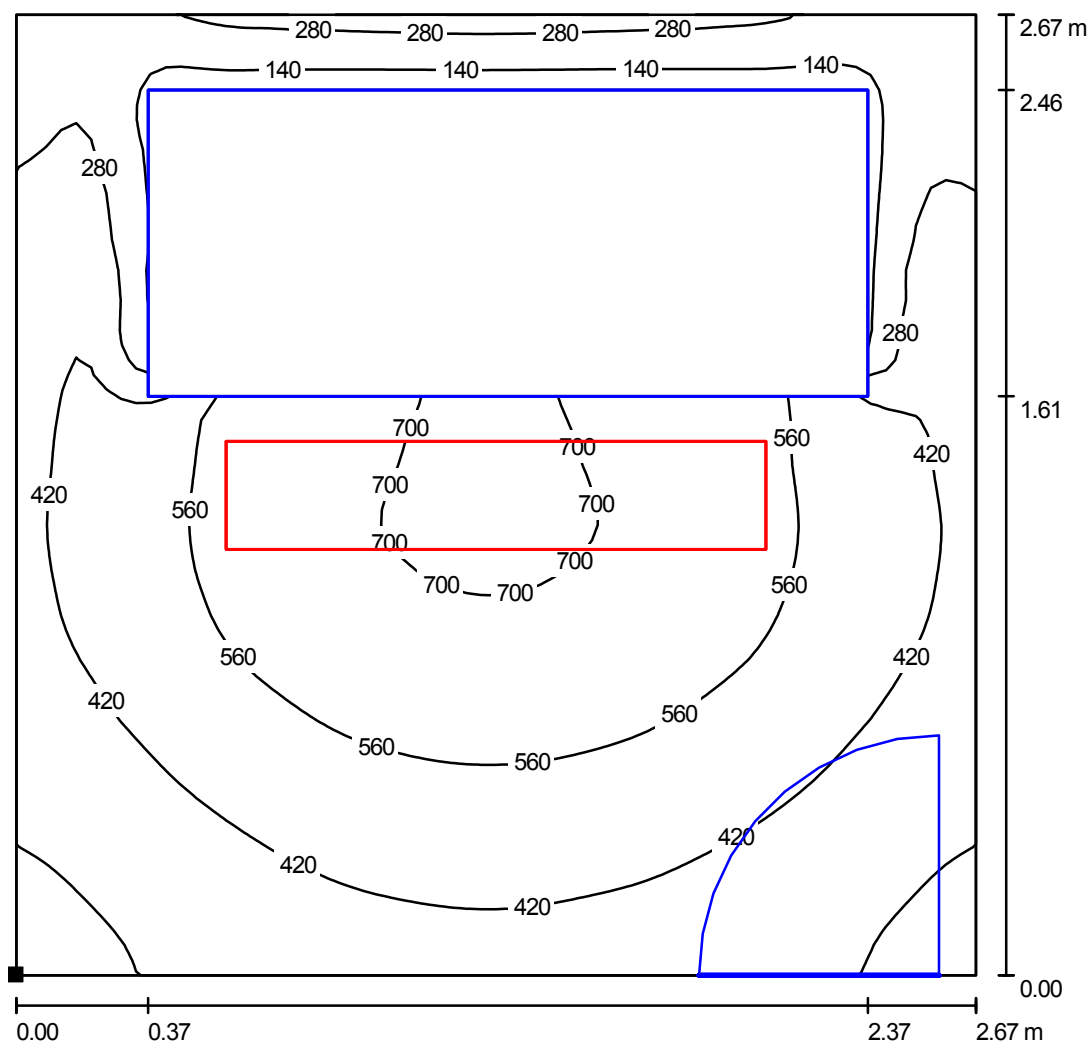


Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑA

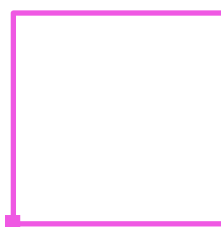
Proyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzgz@hotmail.com

## Compresor / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 21

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-0.467 m, 16.867 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
447

$E_{min}$  [lx]  
54

$E_{max}$  [lx]  
726

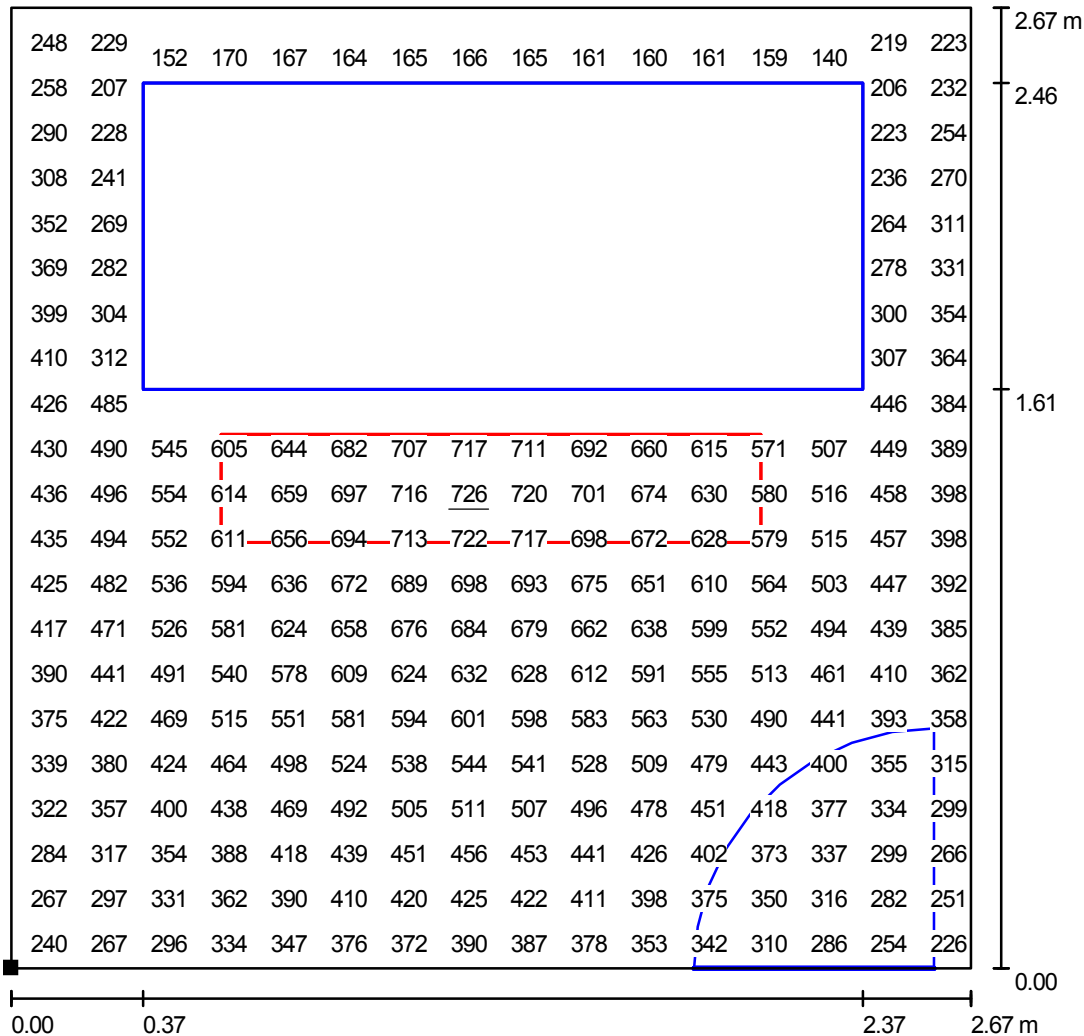
$E_{min} / E_m$   
0.120

$E_{min} / E_{max}$   
0.074

Calderería Industrial S.L.

Poligono El Campillo, calle Francia 57,  
Zuera ( Zaragoza ) ESPAÑAProyecto elaborado por Guillermo Bernal Pérez  
Teléfono 678792435  
Fax  
e-Mail willyzg@hotmai.com

## Compresor / Plano útil / Gráfico de valores (E)

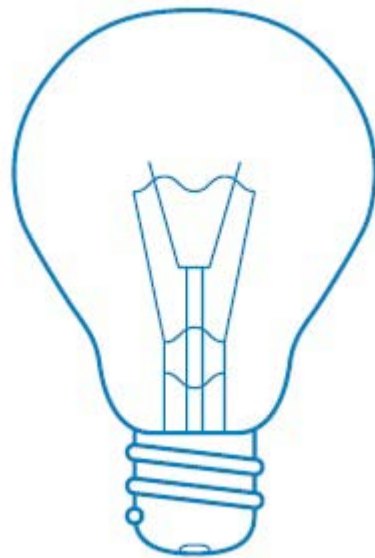




Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 8:**

**Seguridad, Higiene y Salud.**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

	<b><u>Hoja</u></b>
1. Prevención de Riesgos laborales .....	1 de 38
1.1. Introducción .....	1 de 38
1.2. Derechos y obligaciones .....	1 de 38
1.3. Servicios de prevención .....	7 de 38
1.4. Consulta y participación de los trabajadores .....	8 de 38
2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo .....	9 de 38
2.1. Introducción .....	9 de 38
2.2. Obligaciones del empresario .....	9 de 38
3. Disposiciones mínimas en materia de señalización y salud en el trabajo .....	14 de 38
3.1. Introducción .....	14 de 38
3.2. Obligaciones del empresario .....	15 de 38
4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la Utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo ...	16 de 38
4.1. Introducción .....	16 de 38
4.2. Obligación general del empresario .....	16 de 38

## 5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras

de construcción ..... 22 de 38

5.1. Introducción ..... 22 de 38

5.2. Estudio básico de seguridad y salud ..... 23 de 38

5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante  
la ejecución de las obras ..... 36 de 38

## 6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la

utilización por los trabajadores de equipos de protección

individual ..... 37 de 38

6.1. Introducción ..... 37 de 38

6.2. Obligaciones generales del empresario ..... 37 de 38

## **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de ***Prevención de Riesgos Laborales*** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las ***normas reglamentarias*** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

#### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

### 1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
  - Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
  - Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
  - Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.



Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos

aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas,

equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

#### **1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### **1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin

de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.**

##### **1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### **1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### **1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.

- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo***, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### **2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación,

servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

#### 2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.



Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las cotas de las vías deberán estar dimensionados para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).



### 2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### 2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

### 2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### **2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.**

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

#### 2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

#### **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

##### **4.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto ***1215/1997*** de 18 de Julio de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo***, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

##### **4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### **4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### **4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.



Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### **4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### **4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser



posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincado, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada

recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### **4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

### **5.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto ***1627/1997*** de 24 de Octubre de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción***, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha

legislación, con la clasificación *a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.*

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.

b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un *estudio básico de seguridad y salud*. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

## **5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **5.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directa e indirecta), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos

(Vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de

seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.



Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### 5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

#### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.



Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

**Montaje de vidrio.**

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

**Pintura y barnizados.**

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

**Instalación eléctrica provisional de obra.**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.



Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

### **5.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

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

## **6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

### **6.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

**6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

**6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

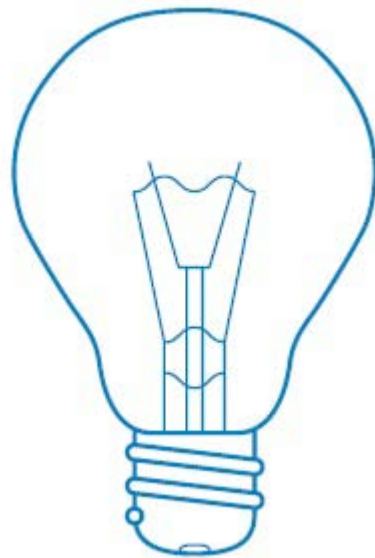
- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **ANEXO 9:**

**Memoria medioambiental.**



**Bernal Pérez, Guillermo**

## **ÍNDICE**

### **Hoja**

1. Contaminación atmosférica .....	1 de 4
1.1. Número de focos emisores de humo, vapores o polvos .....	1 de 4
1.2. Contaminantes emitidos .....	1 de 4
1.3. Combustibles utilizados .....	1 de 4
2. Vertidos líquidos .....	1 de 4
2.1. Tipos .....	1 de 4
2.2. Caudales .....	2 de 4
2.3. Destino de los vertidos .....	2 de 4
3. Residuos sólidos .....	2 de 4
3.1. Tipos .....	2 de 4
3.2. Destino de los residuos .....	2 de 4
4. Ruidos .....	3 de 4
5. Olores .....	3 de 4
6. Medidas correctoras .....	3 de 4
6.1. Contaminación atmosférica .....	3 de 4
6.2. Vertidos líquidos .....	4 de 4
6.3. Vertidos sólidos .....	4 de 4
6.4. Ruidos .....	4 de 4
6.5. Olores .....	4 de 4

## **1. Contaminación atmosférica**

### **1.1. Número de focos emisores de humo, vapores o polvos**

El único foco importante de emisión de humos es el localizado en la caldera como consecuencia de la combustión del gas natural. Los vapores y gases procedentes del proceso de soldadura son despreciables y no se tendrán en cuenta.

### **1.2. Contaminantes emitidos**

Como consecuencia de la combustión se producen humos, cenizas, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, responsables directos de la lluvia ácida y el efecto invernadero.

### **1.3. Combustibles utilizados**

El único combustible que se usara será gas natural que tiene un grado de contaminación mínimo.

## **2. Vertidos líquidos**

### **2.1. Tipos**

Aguas residuales derivadas de la utilización de los aseos.

Aceites procedentes de la lubricación de la maquinaria.

### **2.2. Caudales**

El consumo aproximado de agua estimado para este tipo de actividad será de 1 m<sup>3</sup> diario.

### **2.3. Destino de los vertidos**

Las aguas fecales procedentes del servicio serán evacuadas por el sistema de alcantarillado público.

Los aceites procedentes de la maquinaria serán recogidos por una empresa especializada, de manera periódica.

## **3. Residuos sólidos**

### **3.1. Tipos**

Restos de piezas, recortes de chapas, etc. procedentes de la actividad que se desarrolla en el taller, incluido embalajes.

Trapos sucios procedentes de la limpieza de la maquinaria.

Residuos inorgánicos tales como papel, bolsas, etc.

Virutas de las piezas elaboradas, que se recogerán de forma regular.

### **3.2. Destino de los residuos**

Se recogerán en bolsas o cubos destinados a este uso que posteriormente se depositarán en los contenedores de recogida municipal de basuras o serán llevados a una chatarrería.

#### **4. Ruidos**

El ruido creado en el Taller procede de la maquinaria y de las conversaciones entre los operarios. En ningún caso se supera una transmisión total al exterior de 45 dB, por lo tanto y de acuerdo a NBE-CA-88 y a las Ordenanzas Municipales correspondientes, no será necesario adoptar ninguna medida correctora.

En los puestos de trabajo el nivel diario equivalente o el nivel de Pico serán inferiores a 80 dB y 140 dB, según indica el Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

#### **5. Olores**

Como consecuencia de la actividad que se realiza el Taller se puede concluir que los únicos elementos que pueden generar olores son el aceite y demás líquidos, por lo cual se deberá proceder a una ventilación correcta del Taller y a una limpieza regular del mismo.

El Taller posee unas rejillas de aireación situadas en los laterales y a una altura de 3 m aproximadamente.

#### **6. Medidas correctoras**

##### **6.1. Contaminación atmosférica**

Se realizara una limpieza regular de la chimenea de la caldera para eliminar los residuos de la combustión.



### **6.2. Vertidos líquidos**

Se deberá comprobar el nivel de llenado del deposito de recogida de residuos y vaciado periódico por una entidad autorizada.

### **6.3. Vertidos sólidos**

Se establecerá a priori que residuos son reciclables y cuales no. Se procederá a una recogida periódica de los no reciclables por la compañía de recogida de basuras.

Los materiales reciclables serán enviados a una empresa destinada a tal fin.

### **6.4. Ruidos**

Se revisara periódicamente el funcionamiento de la maquinaria para comprobar que el nivel de ruidos sigue en los limites establecidos.

### **6.5. Olores**

Se mantendrán limpios el ambiente y el suelo del Taller.

Los aceites y demás líquidos deberán ser guardados en zonas aisladas del Taller y cerrados herméticamente.

### **13. Conclusión**

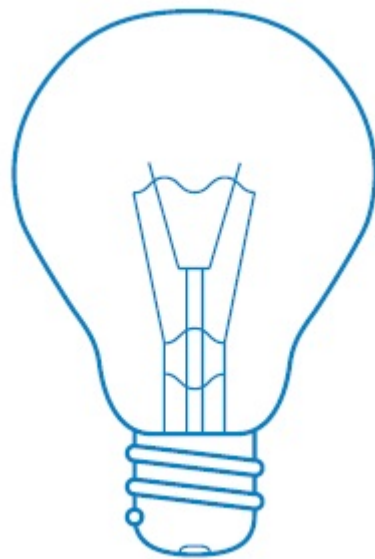
Estimando que para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y de acuerdo con ellas se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por la Escuela de Ingeniería Técnica industrial de Zaragoza, se esperan obtener del organismo competente las necesarias autorizaciones para la puesta en marcha de las obras que componen la instalación a realizar.

## Proyecto de: Instalación de Taller Industrial



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA

# PLANOS



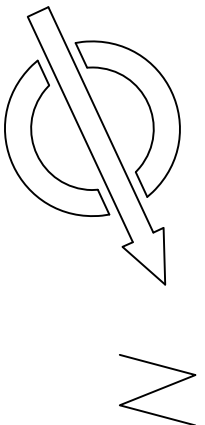
Bernal Pérez, Guillermo

## **ÍNDICE**

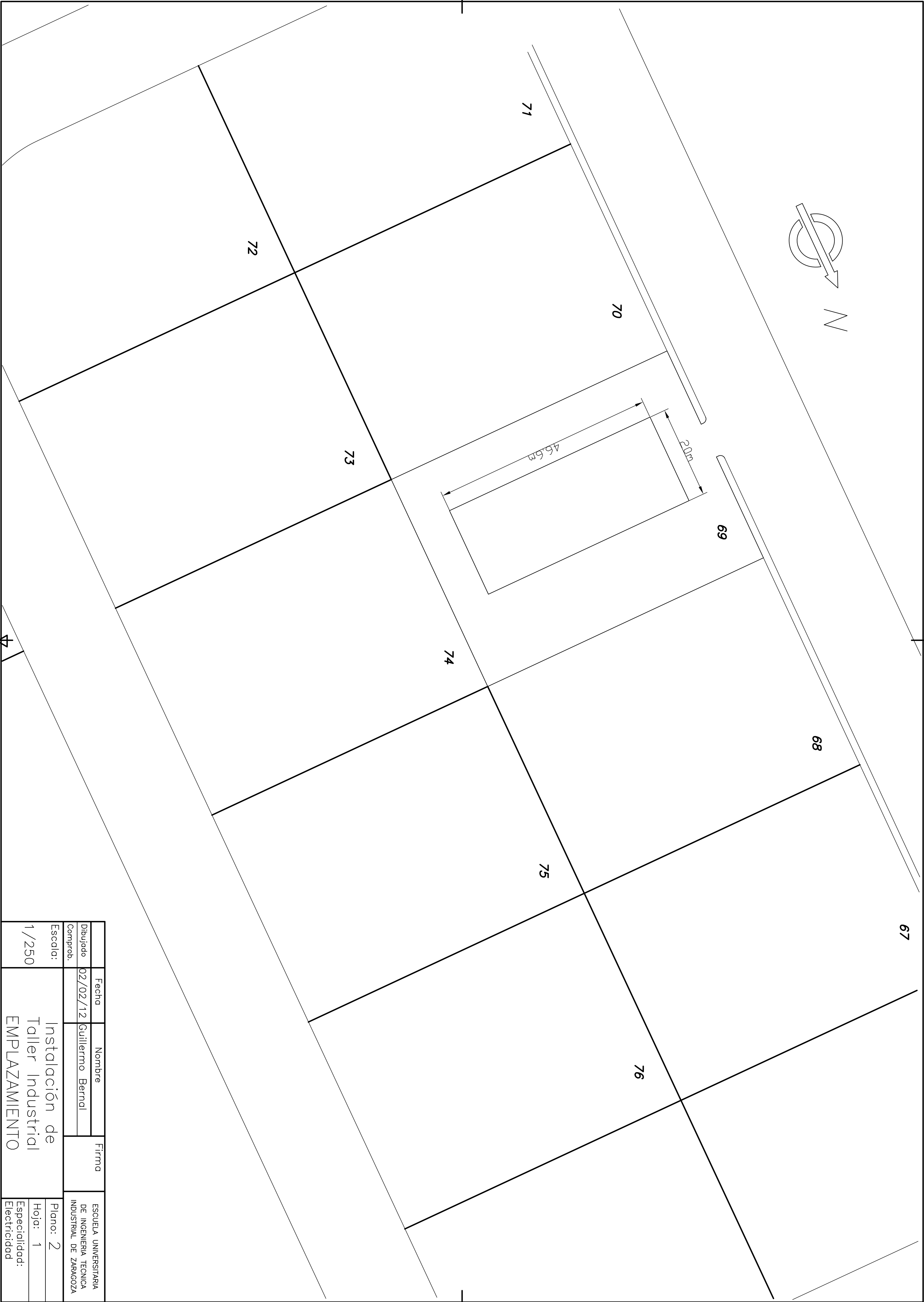
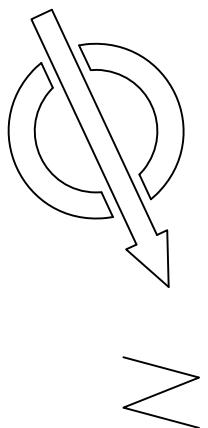
### **Plano**

▪ Plano de Situación.....	1 de 9
▪ Plano de Emplazamiento.....	1 de 9
▪ Vista en Planta .....	3 de 9
▪ Suministro de agua.....	4 de 9
▪ Instalación Neumática .....	5 de 9
▪ Instalación de Climatización.....	6 de 9
▪ Esquema Unifilar .....	7 de 9
▪ Instalación Eléctrica.....	8 de 9
▪ Instalación Contra incendios.....	9 de 9

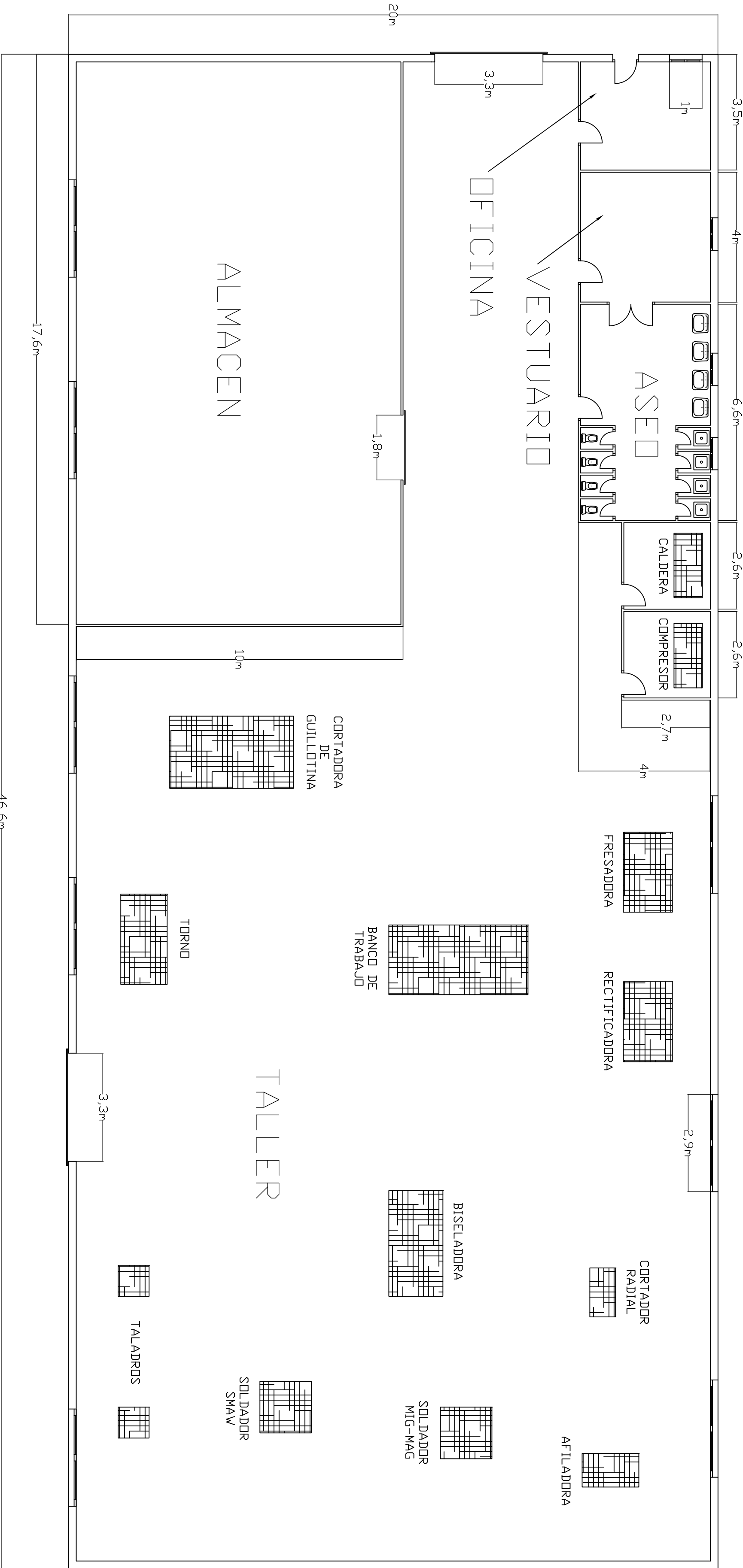
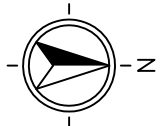
A-124  
Dirección Zueria



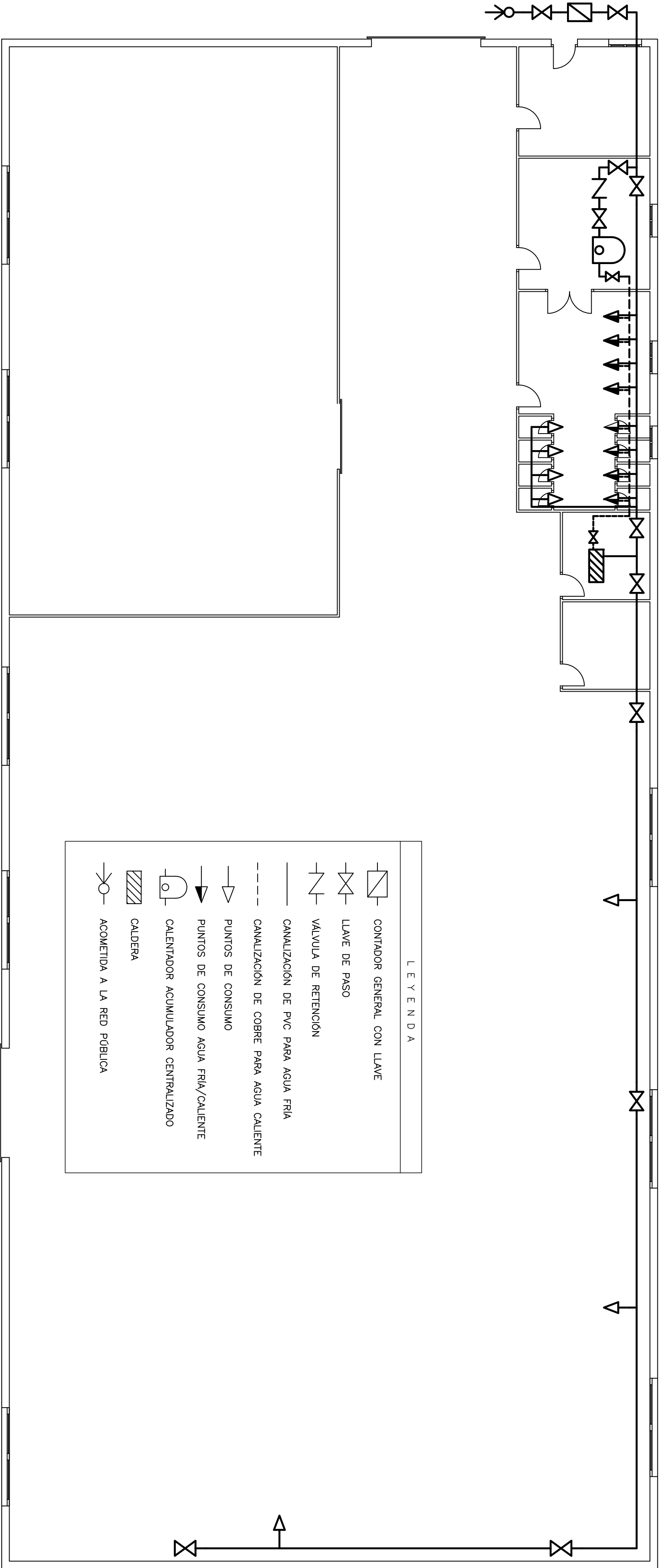
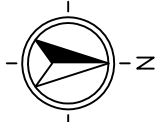
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	02/02/12	Guillermo Bernal		
Comprob.				
Escala:	Instalación de Taller Industrial SITUACIÓN			
1/1375				
	Plano: 1			
	Hoja: 1			
	Especialidad: Electricidad			



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	02/02/12	Guillermo Bernal			
Comprob.					
Escala:	Instalación de Taller Industrial EMPLAZAMIENTO			Plano: 2	
1/250				Hoja: 1	
				Especialidad:	
				Electricidad	



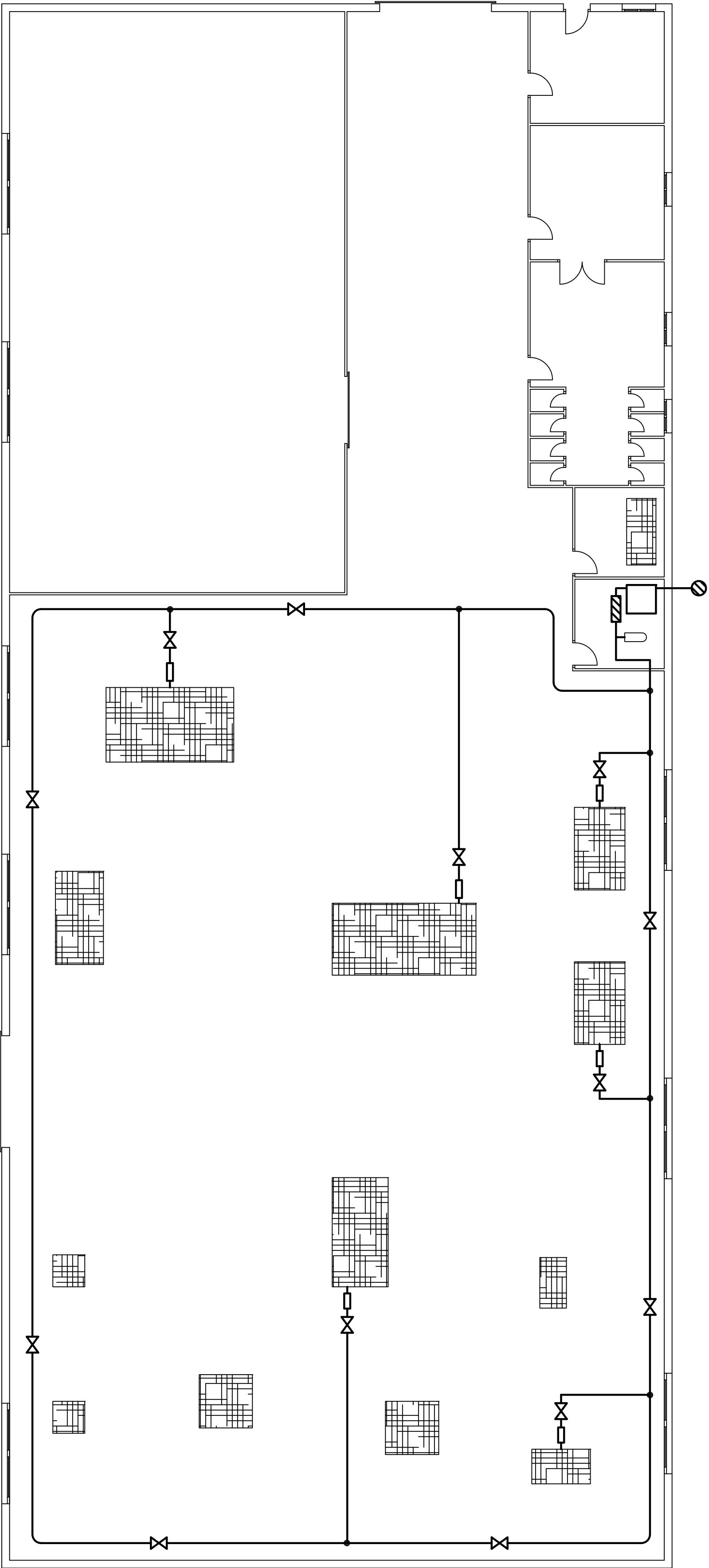
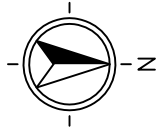
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	01/01/12	Guillermo Bernal		
Comprab.				
Escala:	1/100			
Instalación de Taller Industrial PLANTA				Plano: 3
				Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad



L E Y E N D A	
	CONTADOR GENERAL CON LLAVE
	LLAVE DE PASO
	VALVULA DE RETENCIÓN
	CANALIZACIÓN DE PVC PARA AGUA FRÍA
	CANALIZACIÓN DE COBRE PARA AGUA CALIENTE
	PUNTOS DE CONSUMO
	PUNTOS DE CONSUMO AGUA FRÍA/CALIENTE
	CALENTADOR ACUMULADOR CENTRALIZADO
	CALDERA
	ACOMETIDA A LA RED PÚBLICA

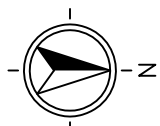
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	01/01/12	Guillermo Bernal		
Comprb.				
Escala:	Instalación de Taller Industrial			
1/100	SUMINISTRO DE AGUA			Plano: 4
				Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad



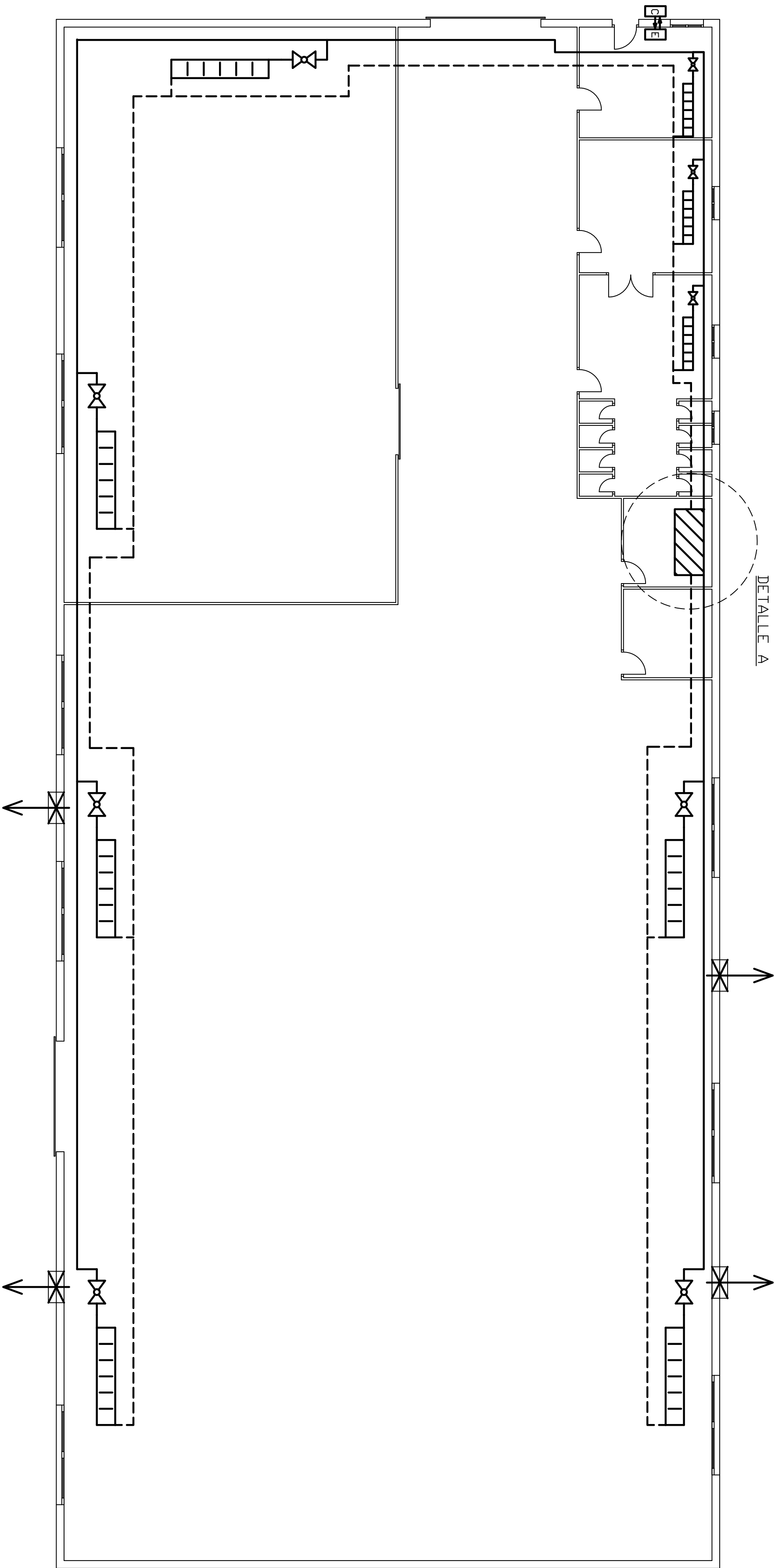


LEYENDA	
	UNIDAD COMPRESORA
	RED DE DISTRIBUCIÓN
	SECADOR
	VALVULA DE DIAFRAGMA
	FILTRO
	U.M.A.
	CONECTOR 3 VIAS
	BOTELLA ACUMULADORA

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA		
Dibujado	01/01/12	Guillermo Bernal				
Comprob.						
Escala:	Instalación de					Piano: 5
1/100	Taller Industrial					Hoja: 1
	INSTALACIÓN NEUMÁTICA			Especialidad:	Electricidad	

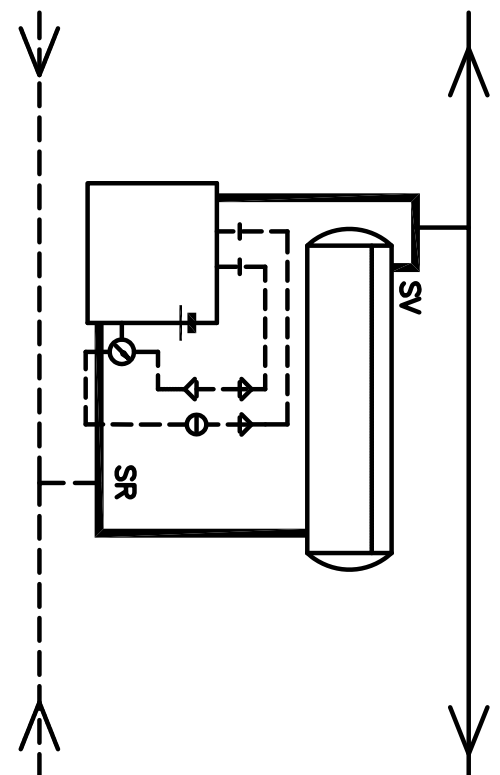


DETALLE A



LEYENDA

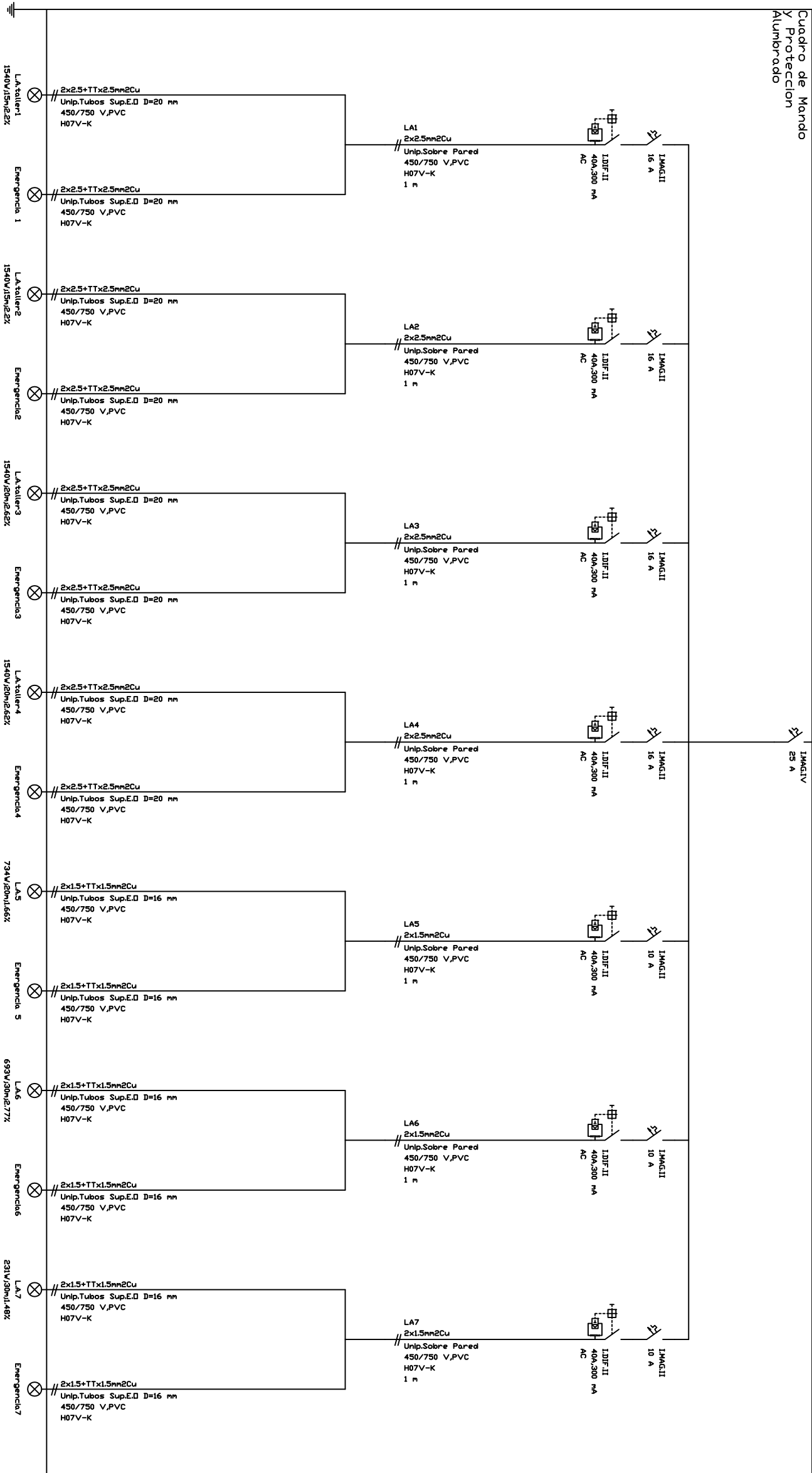
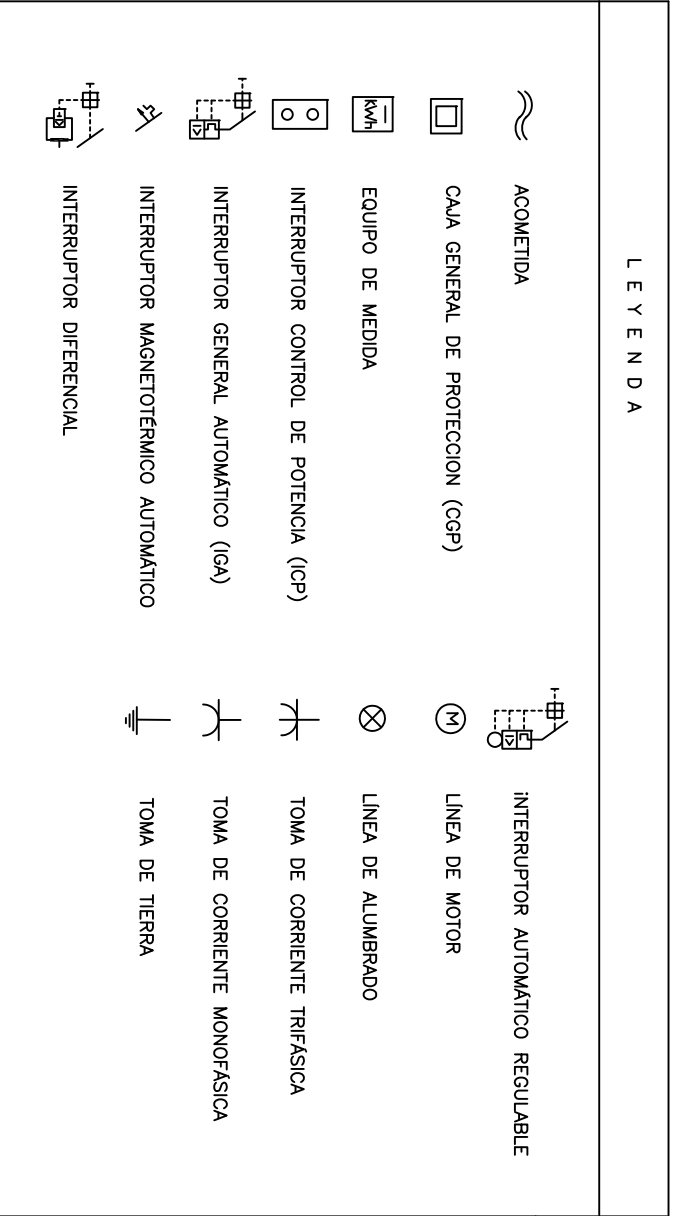
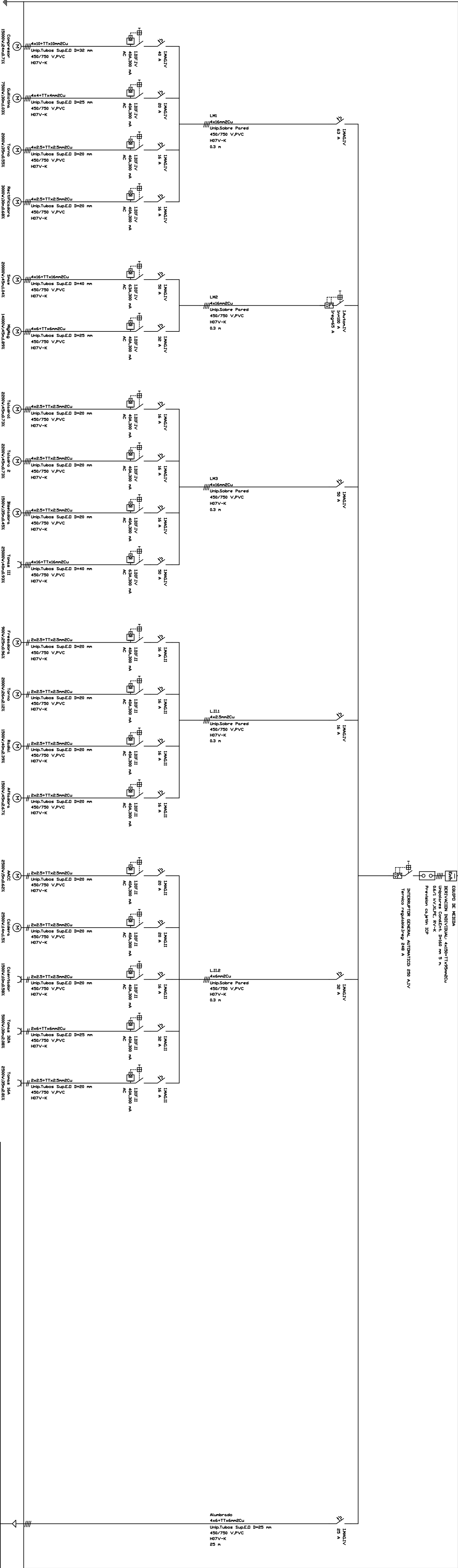
- |  |                                  |  |   |
|--|----------------------------------|--|---|
|  | RADIADOR                         |  | VENTILADOR HELICOIDAL DE EXTRACCION DE AIRE |
|  | CALDERA DE COMBUSTIBLE GASEOSO   |  | COMPRESOR                                   |
|  | MANOMETRO                        |  | EVAPORADOR                                  |
|  | DEPÓSITO DE EXPANSIÓN            |  | TUBERÍA DE VUELTA                           |
|  | VÁLVULA DE MARIPOSA              |  | TUBERÍA DE SEGURIDAD                        |
|  | SEÑAL DE CALDEO A DISTANCIA      |  | TUBERÍA DE SEGURIDAD - VUELTA               |
|  | VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE APERTURA |  |   |
|  | VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE CIERRE   |  |   |
|  | REGULADOR DE TEMPERATURA BAJA    |  |   |



DETALLE A  
<CALDERA>

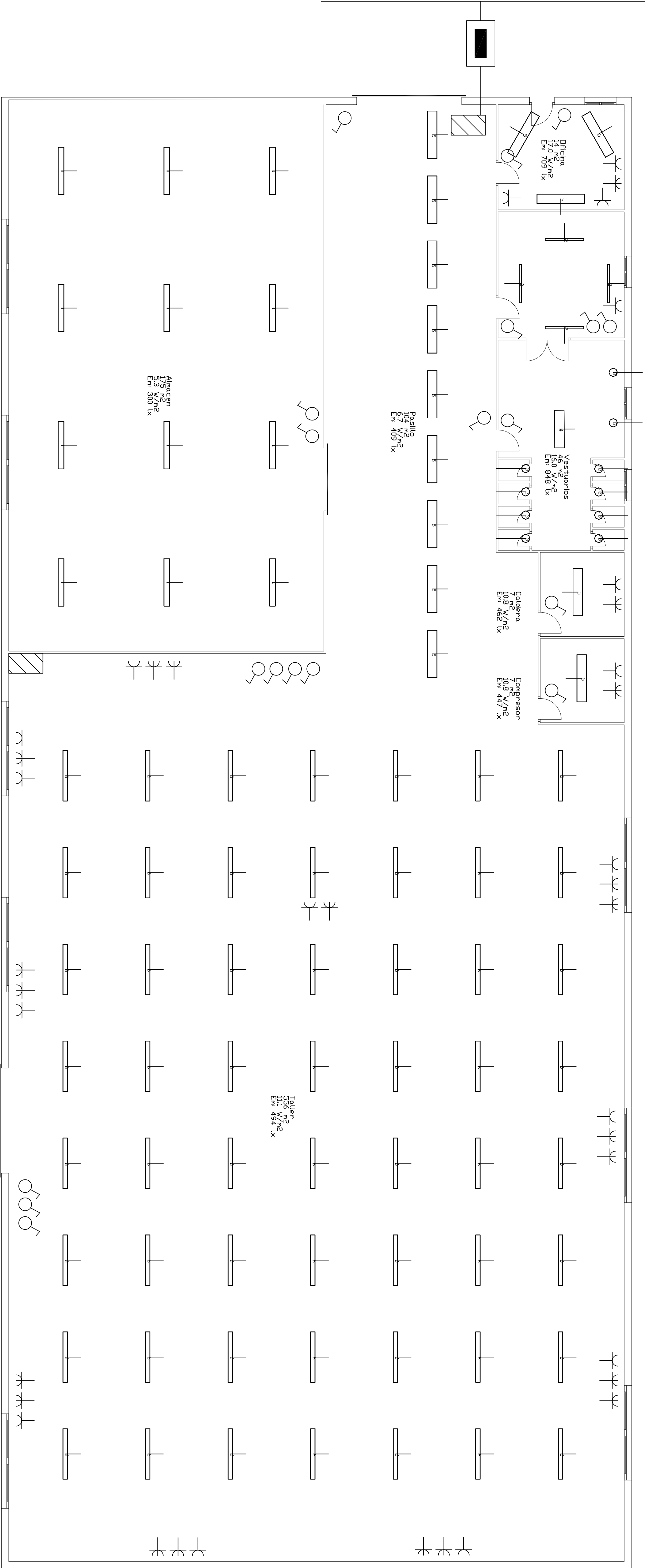
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	01/01/12	Guillermo Bernal		
Comprob.				
Escala:	Instalación de			
1/100	Taller Industrial CLIMATIZACIÓN			
	Plano: 6			
	Hoja: 1			
	Especialidad:			
	Electricidad			

Cuadro General de Mando y Protección



Fecha		Nombre		Firma		ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado		01/01/12 Guillermo Bernal					
Comprob.							
Escala:		Instalación de Taller Industrial		Plano: 7		Hoja: 1	
		ESQUEMA UNIFILAR				Especialidad: Electricidad	

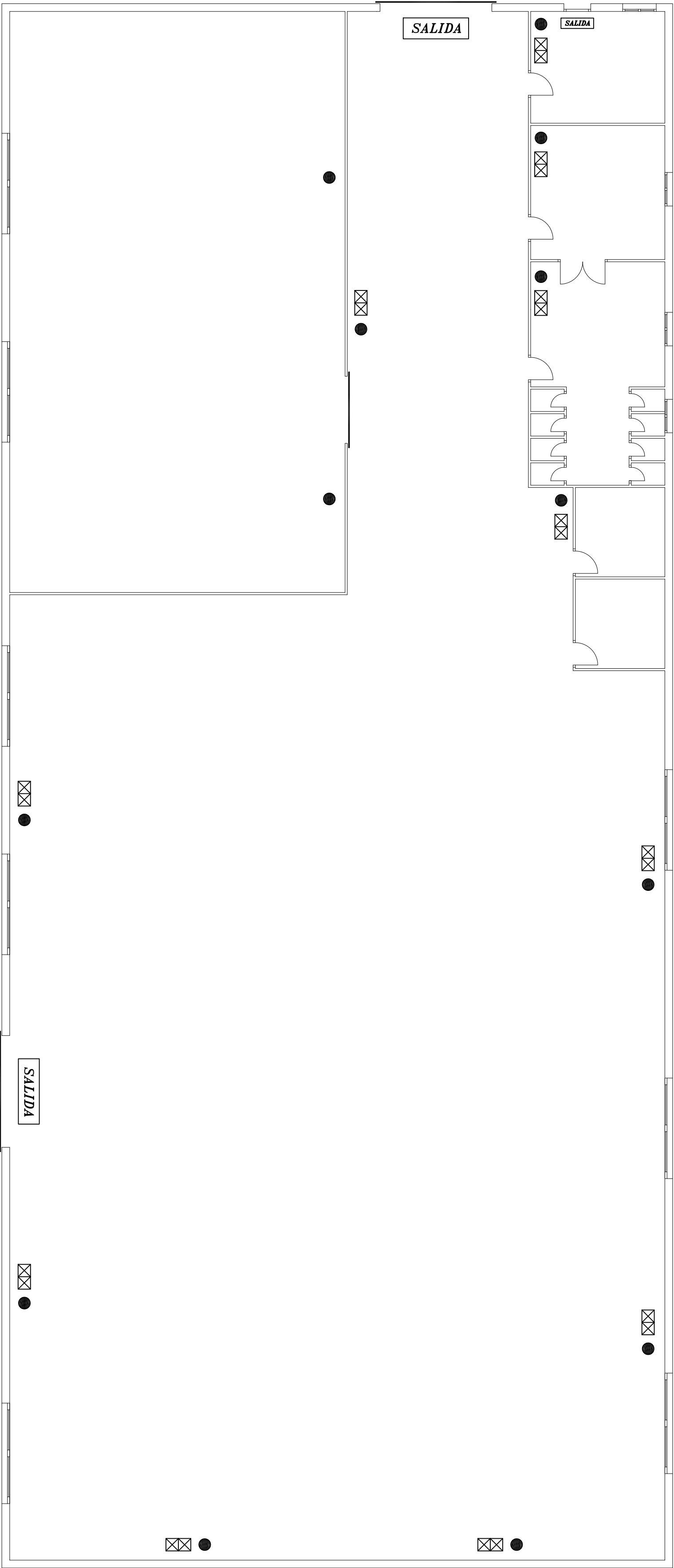
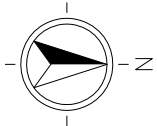
Red Endesa 400v-50Hz



LEYENDA

- |  |                        |  |                |
|--|------------------------|--|----------------|
|  | CAJA DE CONTADORES     |  | Idron 47 TTMS  |
|  | CUADRO DE PROTECCIONES |  | Philips BPS680 |
|  | ENCHUFE TRIFÁSICO      |  | Philips MBS254 |
|  | ENCHUFE MONOFÁSICO     |  | Philips TBS165 |
|  | INTERRUPTOR            |  | Philips TBS424 |
|  |                        |  | Philips TOW216 |

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	01/01/12	Guillermo Bernal		
Comprob.				
Escala:	Instalación de Taller Industrial			Plano: 8
1/75	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA			Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad



L E Y E N D A	
<b>SALIDA</b>	LUZ DE SALIDA DE EMERGENCIA
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	EXTINTOR

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	01/02/12	Guillermo Bernal		
Comprab.				
Escala:	Instalación de Taller Industrial CONTRA INCENDIOS			
1/100				Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad