



Concello de Lugo



## **FONDO ESTATAL DE INVERSIÓN LOCAL (FEIL)**

“Fondo de inversión local para el empleo - Gobierno de España”

**RENOVACIÓN DE CUBIERTA CON  
APROVECHAMIENTO PARA USO  
ADMINISTRATIVO, REHABILITACIÓN  
DE FACHADA E INCORPORACIÓN DE  
GALERÍA EN EL CENTRO DE  
SERVICIOS MUNICIPALES DEL  
EXCMO. CONCELLO DE LUGO**

**- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN -**

<b>DIRECCIÓN:</b>	Ronda de la Muralla 197, LUGO.
<b>PROMOTOR:</b>	EXCMO. CONCELLO DE LUGO
<b>FECHA:</b>	Enero de 2009
<b>CÓDIGO PROYECTO:</b>	<b>09FEIL43</b>
<b>TÉCNICOS REDACTORES:</b>	Benigno Jáuregui Fernández <b>ARQUITECTO</b> Francisco García del Río <b>ARQUITECTO</b>

**I N D I C E**

1.- DESCRIPCION DE LA OBRA.- .....	2
2.- DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO.- .....	2
3.- CERRAMIENTOS.....	2
3.1.- Coeficientes de transmisión térmicos.-.....	2
4.- CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO.....	2
5.- CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO.-.....	3
6.- CALCULO DE CARGAS TÉRMICAS .....	3
6.1.- Instalación de calefacción.-.....	3
7.- DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE INSTALACIONES.-.....	5
8.- CALCULO CIRCUITO HIDRAULICO.....	6
8.1.- Instalación de calefacción.-.....	6
9.- CALCULO CALDERA.-.....	8
10.- NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA.- .....	8
11.- DESCRIPCION MEDIOS AUXILIARES E INDICACIONES DE SEGURIDAD. ....	8
12.- JUSTIFICACION CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES .....	9
13.- LEGISLACION APLICABLE.- .....	9
ANEXOS DE CÁLCULO .....	10
Cálculo necesidades caloríficas.....	10
Radiadores por local.....	10
Necesidades térmicas totales .....	10

## 1.- DESCRIPCION DE LA OBRA.-

Se trata de un edificio compuesto de sótano, planta baja, entreplanta, tres plantas altas y bajo cubierta, con un total de 10 viviendas.

## 2.- DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO.-

Tal y como se viene haciendo a indicaciones de la propiedad, se tendrá en cuenta que el sistema de funcionamiento de la instalación de calefacción será tipo discontinuo, alternando por jornada periodos de servicio y de paro.

## 3.- CERRAMIENTOS

Los distintos materiales y composición de los cerramientos son los indicados en los apartados correspondientes del proyecto.

### 3.1.- Coeficientes de transmisión térmicos.-

Los coeficientes de transmisión térmicos de los distintos cerramientos son los indicados en la siguiente tabla:

Huecos verticales exteriores	3,00	Kc/hm <sup>2</sup> °C
Cerramientos verticales exteriores.	0,37	Kc/hm <sup>2</sup> °C
Cerramientos verticales interiores	1.13	Kc/hm <sup>2</sup> °C
Cerramientos medianera	0,50	Kc/hm <sup>2</sup> °C
Cubierta	0,19	Kc/hm <sup>2</sup> °C

## 4.- CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

De acuerdo con la IT.03.3 los datos de cálculo a tener en cuenta sobre las condiciones exteriores, se tomarán preferentemente de la norma UNE 100-001-85, dado que en esta no se especifica las condiciones particulares de la localidad que nos ocupa, partiremos para su cálculo de los datos referidos de las dos localidades que se indican en la tabla por estar situadas en la misma zona climática y altitudes próximas por exceso y por defecto, determinado la del caso que nos ocupa, como media de las otras dos:

MEMORIA	PROYECTO <b>AMPLIACION INSTALACION DE CALEFACCION EN BAJO CUBIERTA</b> <i>Ronda da Muralla, 197 - LUGO</i>	
Fecha: ene-09		
Pag. nº 3 de 10		

Condiciones de invierno				
Localidad	Altitud	Temperatura seca (°C)		Grados-día (anuales) (base 15 °C)
		99 % <sup>1</sup>	97,5 % <sup>2</sup>	
Logroño	345	-1,8	-0,6	1.506
Madrid	595	-4,2	-3,4	1.555
Lugo <sup>3</sup>	470	-3,0	-2,0	1.531
<sup>1</sup> Para hospitales, clínicas, residencias de ancianos, centros de cálculo u otros lugares similares.				
<sup>2</sup> Para todos los restantes edificios y espacios no mencionados anteriormente.				
<sup>3</sup> Obtenida por calculo como media entre los datos correspondientes a Logroño y Madrid				

## 5.- CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO.-

De acuerdo con los criterios establecidos por la IT 1.1.4.1.2 y en base a la norma UNE-EN ISO 7730:2006, considerando las propuestas recomendadas de bienestar térmico para el caso del edificio que nos ocupa, y en base a un coeficiente de aceptación entorno al 90 % de los usuarios, utilizaremos como datos de cálculo los citados en la siguiente tabla:

Temperatura interior en oficinas y despachos	22 °C
Temperatura interior en pasillos y aseos	20 °C
Temperatura interior en locales sin calefactar	10 °C
Temperatura exterior	-2 °C

## 6.- CALCULO DE CARGAS TÉRMICAS

### 6.1.- Instalación de calefacción.-

De acuerdo con la ITE.03.5, el cálculo de las cargas térmicas se efectuará de forma independiente por local, en atención las características de los cerramientos indicadas en el apartado nº 3, la orientación de las fachadas, los horarios de funcionamientos previstos, las ganancias internas de calor, etc.

Las pérdidas de calor se obtendrán de sumar las resultantes de aplicar las siguientes expresiones para cada uno de los conceptos a tener en cuenta:

Pérdidas por cerramientos:

$$Q = K \times S \times \Delta T$$

Siendo:

- $Q$  = pérdida de calor en Kc/h.
- $K$  = coeficiente transmisión térmico en Kc/hm<sup>2</sup>°C
- $S$  = superficie del cerramiento en m<sup>2</sup>
- $\Delta T$  = diferencia de temperaturas en °C

Pérdidas por renovación:

$$Q = 0,24 \times 1,24 \times n \times S \times \Delta T$$

Siendo:

- 0,24 = el calor específico del aire en Kc/Kg°C
- 1,24 = el peso específico del aire en Kg/m<sup>3</sup>
- $n$  = el número de renovaciones por hora.
- $V$  = el volumen del local en m<sup>3</sup>.
- $\Delta T$  = el salto térmico en °C.

Teniendo en cuenta la dedicación de cada uno de los locales, el número de renovaciones por hora a estimar serán las siguientes:

- 2,0 en aseos.
- 1.5 en pasillos, despachos y oficinas

Una vez obtenida el total de las pérdidas caloríficas como resultado de la suma debido a los dos conceptos reseñados: pérdidas por transmisión a través de cerramientos y por renovaciones del aire, habrá que añadirles un porcentaje igual al 15 %, por preverse un funcionamiento alternativo de la instalación a lo largo de cada jornada, con el fin de que la instalación consiga vencer el efecto de inercia térmica en un tiempo razonable durante la puesta en marcha, además de los porcentajes a mayores, que a continuación se indican, para tener en cuenta los factores de orientación, y las circunstancias desfavorables de tener mas de un cerramiento al exterior:

- 5 % por tener dos o más paredes exteriores.
- 5 % por estar orientadas hacia el norte.
- 5 % por tratarse de aprovechamiento bajo cubierta.

Los resultados obtenidos después de realizar los cálculos correspondientes, son los indicados en el anexo adjunto a la presente memoria y en los planos correspondientes.

## **7.- DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE INSTALACIONES.-**

Se proyecta una ampliación de la instalación de calefacción existente para dar servicio a la planta 4ª que es objeto de acondicionamiento.

La instalación partirá de una toma añadida en los colectores de ida y retorno, después del equipo de regulación, incluyendo circuito hidráulico independiente con su circulador, montante general desde sala de calderas hasta planta cuarta, distribución bitubular por planta y radiadores.

La instalación existente con la ampliación proyectada quedará constituida por los siguientes bloques funcionales:

- **Generador de calor:** se mantiene la caldera existente de chapa de acero, sobrepresionada y con quemador de gasóleo, por considerar que puede ser suficiente para cubrir a mayores las nuevas necesidades térmicas, estar en buen estado y cumplir con las exigencias reglamentarias actuales, principalmente de rendimiento.
- **Equipos hidráulicos:** dos circuitos independientes, uno el existente, que no sufre modificación alguna, y que da servicio de las plantas: baja, primera, segunda y tercera, y otro, el nuevo, para dar servicio a la planta cuarta. Ambos circuitos dispondrán de dos circuladores en paralelo, uno en situación de reserva, con capacidad de vencer la pérdida de carga del circuito, moviendo el caudal suficiente para transportar la carga térmica necesaria.
- **Sistema de expansión,** no se modifica, compuesto de un vaso de expansión cerrado, de la capacidad suficiente para absorber los cambios de volumen del agua de la instalación, dentro del margen de presiones preestablecidos, y en cualquier caso, de forma que no se llegue a alcanzar la presión máxima de trabajo de los distintos equipos, durante las condiciones nominales de funcionamiento.
- **Válvula de seguridad,** no se modifica, tarada a un valor ligeramente superior a la prevista de funcionamiento, y en cualquier caso, siempre inferior a la presión máxima de trabajo de la instalación, con la capacidad de descarga suficiente para evitar las sobrepresiones perjudiciales que se puedan ocasionar.
- **Control automático de la temperatura,** en función de la temperatura exterior, no se modifica, compuesto por una centralita electrónica que le permita establecer al usuario,

la pendiente de la instalación que desee: Temperatura de agua de ida a radiadores en función de la temperatura exterior para cada uno de los periodos horarios que estime conveniente.

- **Emisores de calor**, tanto los existentes, como los incluidos en la ampliación, se trata de paneles de chapa de acero, equipados con llave de doble reglaje en la ida y enlace detentor en el retorno, además de un purgador, para poder eliminar las bolsas de aire que se puedan formar.
- **Circuito bitubular** desde caldera a radiadores, con varios montantes verticales y distribución horizontal por planta. El circuito objeto de la ampliación, compondrá un único montante vertical y distribución por planta. Tanto la instalación existente, como la de la ampliación, se compone de tubería de acero negro soldado DIN 2440 y discurre en su totalidad, salvo en sala de calderas y unos cortos tramos de generales en planta sótano, por zonas calefactas, no siendo obligatorio su aislamiento. No obstante, en el caso del total de la general y montante de la ampliación, dado que discurre por zonas no calefactadas por ella misma, se aislarán con coquilla SH/ARMAFLEX de 27 mm., equivalente al exigido de 30 mm. por el RITE en su IT1.2.4.2.1 para tuberías de diámetros comprendidos entre 35 y 60 mm. para temperaturas de fluidos de 60 a 100 °C

## 8.- CALCULO CIRCUITO HIDRAULICO.

### 8.1.- Instalación de calefacción.-

De acuerdo con la IT 1.3.4.2, el cálculo de del diámetro de las tuberías, se hará en función del caudal, de la pérdida de carga y de la velocidad del agua, parámetros que se relacionan entre sí, a través del diagrama caudal - presión facilitado por los fabricantes, para una temperatura aproximada de 80 °C.

El caudal quedará establecido por la carga térmica según la siguiente expresión:

$$C = \frac{P}{\Delta T}$$

Donde:

- " $\Delta T$ " es el salto térmico.
- "P" es la potencia instalada en Kcal/h.

**AMPLIACION INSTALACION DE  
CALEFACCION EN BAJO CUBIERTA**

Ronda da Muralla, 197 - LUGO

Tomando como condiciones de cálculo más desfavorables, una pérdida de carga por metro lineal máxima de 12 mm.c.a. y una velocidad del agua máxima de 2 m/seg., según los datos facilitados por los fabricantes en el diagrama citado caudal-presión, se confeccionó la siguiente tabla, que permite conocer la carga térmica máxima, que se puede abarcar con cada diámetro, partiendo de un salto térmico de 20 °C.

Diámetro nominal	Tubería de acero negro								
	Diámetro comercial	DIN 2440 - UNE 19.040			Pérdida de carga 12 mm.c.a./m	Velocidad (m/seg.) para p.c. 12 mm.c.a	Caudal en l/h	Gasto calorífico (Kcal/h) $\cong$ T=20 °C	Gasto calorífico (Kcal/h) $\cong$ T=10 °C
		Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior					
	3/8"	17,20	2,35	12,50	12	0,31	137	2.740	1.370
12	1/2"	21,30	2,65	16,00	12	0,37	268	5.360	2.680
20	3/4"	26,90	2,65	21,60	12	0,45	594	11.880	5.940
25	1"	33,70	3,25	27,20	12	0,52	1.088	21.760	10.880
32	1 1/4"	42,40	3,25	35,90	12	0,63	2.296	45.920	22.960
40	1 1/2"	48,30	3,25	41,80	12	0,70	3.458	69.160	34.580
50	2"	60,30	3,65	53,00	12	0,82	6.513	130.260	65.130
65	2 1/2"	76,10	3,65	68,80	12	0,97	12.982	259.640	129.820
80	3"	88,90	4,05	80,80	12	1,08	19.936	398.720	199.360

Se procurará, dentro de lo posible, al realizar el dimensionado, que las presiones diferenciales entre los distintos ramales sean similares, y en cualquier caso, inferiores al 15 %. No obstante, las diferencias que puedan resultar, se podrán compensar efectuando un reglaje adecuado de la instalación durante su puesta en marcha.

Los resultados son los indicados en planos.

De acuerdo con las condiciones establecidas para el dimensionado de la red, y con el fin de simplificar el cálculo del circulador, tomaremos las condiciones más desfavorables, una pérdida de carga por metro lineal de 12 mm.c.a., y un salto térmico de 10 °C

La pérdida de carga a vencer por el circulador, se obtendrá de multiplicar los 12 mm.c.a./m., por la longitud total del circuito hidráulico entre la caldera y el radiador más alejado, a su vez,



<p>MEMORIA</p> <p>Fecha: ene-09</p> <p>Pag. nº 8 de 10</p>	<p>PROYECTO</p> <p><b>AMPLIACION INSTALACION DE CALEFACCION EN BAJO CUBIERTA</b></p> <p><i>Ronda da Muralla, 197 - LUGO</i></p>	
--	---	--

multiplicado por 2, con el fin de tener en cuenta las pérdidas en accesorios, y el caudal, de dividir la carga térmica total del entre los 10 °C:

	Caudal (m <sup>3</sup> /h.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Modelo circulador
Impulsión Planta 4ª	2,81	3,26	PC-1045

## 9.- CALCULO CALDERA.-

De acuerdo con la IT 1.2.4.1.2, la potencia de las calderas se ajustará a las cargas térmicas de la instalación. Desconocemos, por falta de información, cual es la potencia de los radiadores instalados actualmente, pero como la potencia de los nuevos radiadores es de 28.124 Kcal/h. y la potencia útil de la caldera existente es de 250.000 Kcal/h., consideramos que es suficiente. Normalmente, la potencia útil de la caldera suele ser como mínimo igual a la potencia instalada de radiadores incrementada en al menos un 10 %, con el fin de compensar las distintas pérdidas y acelerar el proceso de puesta en marcha. En este caso, al ser la potencia de la caldera de 250.000 Kcal/h., se presupone que la potencia de los radiadores no debería superar las 225.000 Kcal/h. aproximadamente; si a esta potencia le sumamos las 28.124 Kcal/h de los nuevos radiadores a instalar, harían un total de 253.000 Kcal/h., lo cual, aunque sea de forma muy ajustada, nos presupone a considerar que podría ser suficiente. Para compensar, la más que probable pequeña o nula diferencia entre la potencia del generador y la nueva potencia necesaria, se podría adelantar la hora de puesta en marcha en relación a la hora en que se desea alcanzar las condiciones de régimen de funcionamiento, lo cual, es posible hacerlo de forma automática actuando sobre las posibilidades de programación que confiere la centralita de la regulación electrónica existente.

## 10.- NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA.-

La energía eléctrica se emplea como fuente de energía auxiliar para alimentar los distintos equipos eléctricos que integran la instalación. A mayores de los equipos existentes se instalaran dos circuladores más, ROCA modelo PC-1045, con una potencia máxima absorbida de 205 W. cada uno.

## 11.- DESCRIPCION MEDIOS AUXILIARES E INDICACIONES DE SEGURIDAD.

En las nuevas canalizaciones de ida y retorno, dentro de la sala de calderas, se instalará un termómetro escala 0-120 °C, para poder conocer la temperatura del fluido y el salto térmico de la nueva instalación.

En la aspiración del circulador se colocará un filtro de malla.

En cada una de las generales se colocará además manguitos antivibratorios.

Esta dotación que se incluye para el nuevo circuito hidráulico, no se incluye para los circuitos existentes, por entender que no han indicadores que presupongan su necesaria colocación.

## **12.- JUSTIFICACION CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES**

De acuerdo con la ITE 02.2.3, se asegurará que los ruidos y vibraciones que se puedan generar y transmitir en la instalación, no resulten molestos en las zonas habitables del edificio y se enclaven dentro de los márgenes establecidos. En este caso, estos parámetros se consideran que prácticamente no se verán alterados con respecto los que había, por cuanto que, el único equipo que los puede alterar es la instalación de un nuevo circulador de pequeña potencia. A pesar de ello, para minorizar las alteraciones y a buen seguro, asegurar las mismas en las condiciones de aceptabilidad que había, se instalarán manguitos antivibratorios en las canalizaciones de ida y retorno al partir de la sala de caldera, para evitar la propagación de vibraciones y ruidos provenientes del funcionamiento del nuevo circulador.

## **13.- LEGISLACION APLICABLE.-**

En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes legales:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (R. D. 1027/2007 de 20 de Julio)
- Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006 de 17 de marzo)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus I.T.C. (R. D. 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Decreto 204/1994 de 16 Julio sobre seguridad Industrial de la "Consellería de Industria e Comercio" de la "Xunta de Galicia".
- Ordenanzas Municipales

MEMORIA

Fecha: ene-09

Pag. nº 10 de 10

PROYECTO

**AMPLIACION INSTALACION DE  
CALEFACCION EN BAJO CUBIERTA**

*Ronda da Muralla, 197 - LUGO*

# **ANEXOS DE CÁLCULO**

**Cálculo necesidades caloríficas**

**Radiadores por local**

**Necesidades térmicas totales**





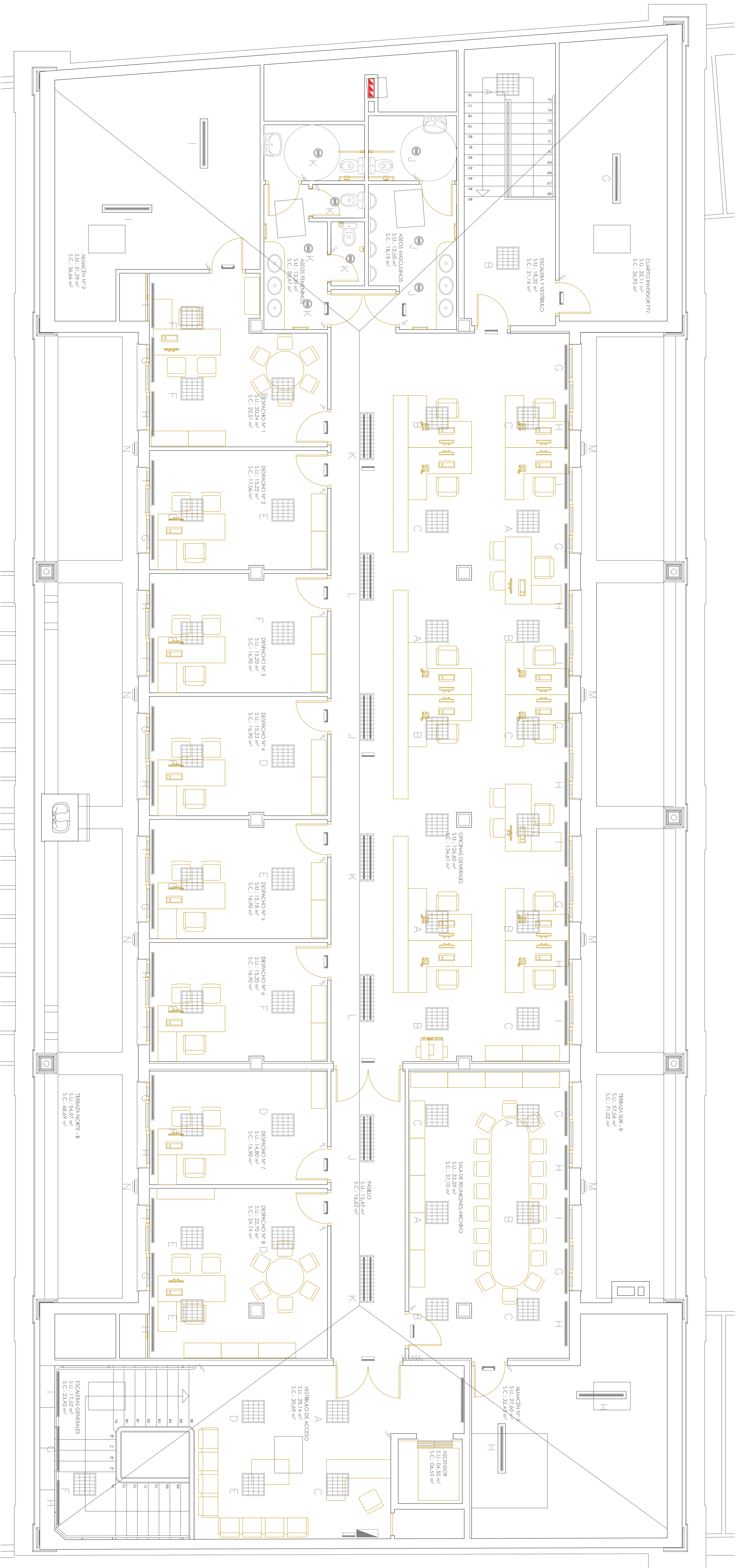
**PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO BAJO CUBIERTA - RONDA DA MURALLA 197 LUGO**

<b>Nº local</b>	<b>Pérdidas caloríficas</b>	<b>Emisión calorífica</b>	<b>Panel</b>	<b>Locales iguales</b>	<b>Letra / ref.</b>	<b>Portal / circuito</b>	<b>Piso / zona</b>
401	1.898	1.874	1 Pc-600-2400	1	A	1	4º A
402	1.481	1.607	1 PccP-600-1050	1	A	1	4º A
403	1.136	1.171	1 Pc-600-1500	6	A	1	4º A
404	1.529	1.607	1 PccP-600-1050	1	A	1	4º A
405	13.732	13.944	6 Pc-600-1800 6 PccP-600-600	1	A	1	4º A
406	1.023	1.148	1 PccP-600-750	1	A	1	4º A
407	983	918	1 PccP-600-600	1	A	1	4º A

<b>PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO BAJO CUBIERTA - RONDA DA MURALLA 197 LUGO</b>		
<b>Resumen global de paneles</b>		
<b>Modelo</b>	<b>Udes.</b>	<b>Potencia</b>
Pc-600-1500	6	7.026
Pc-600-1800	6	8.436
Pc-600-2400	1	1.874
PccP-600-600	7	6.426
PccP-600-750	1	1.148
PccP-600-1050	2	3.214
<b>Totales</b>	<b>23</b>	<b>28.124</b>



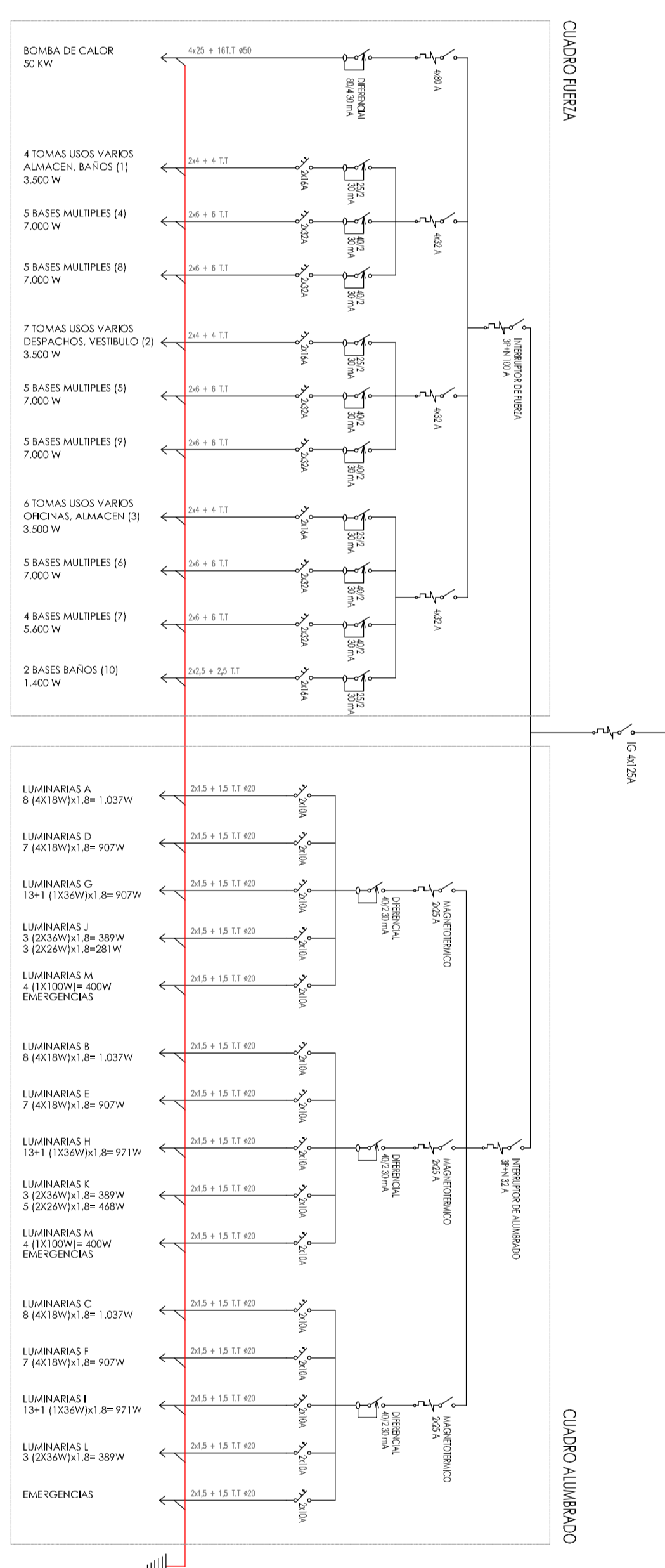




PLANTA BAJO CUBIERTA

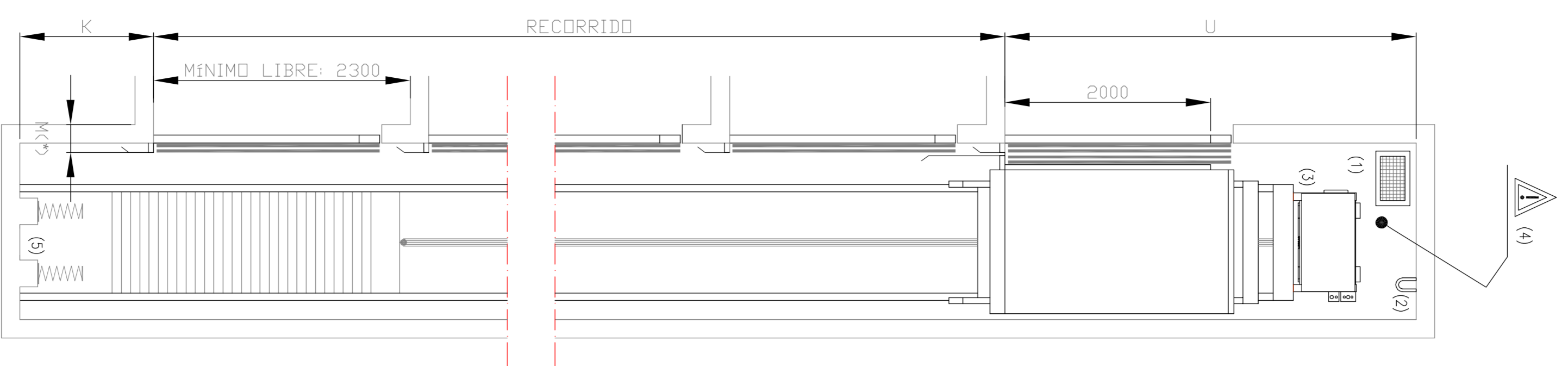
LEYENDA FUERZA Y ALUMBRADO

- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION
- INTERRUPTOR SENCILLO
- INTERRUPTOR CONMUTADO
- LUMINARIA FLUORESCENTE EMPOTRABLE 4x18w.
- LUMINARIA FLUORESCENTE EMPOTRABLE 2x36w.
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA 1x36w.
- DOWNLIGHT EMPOTRABLE 2x26w.
- APLIQUE DE PARED EXTERIOR 100w.
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA 90 Lúmenes
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA 300 Lúmenes

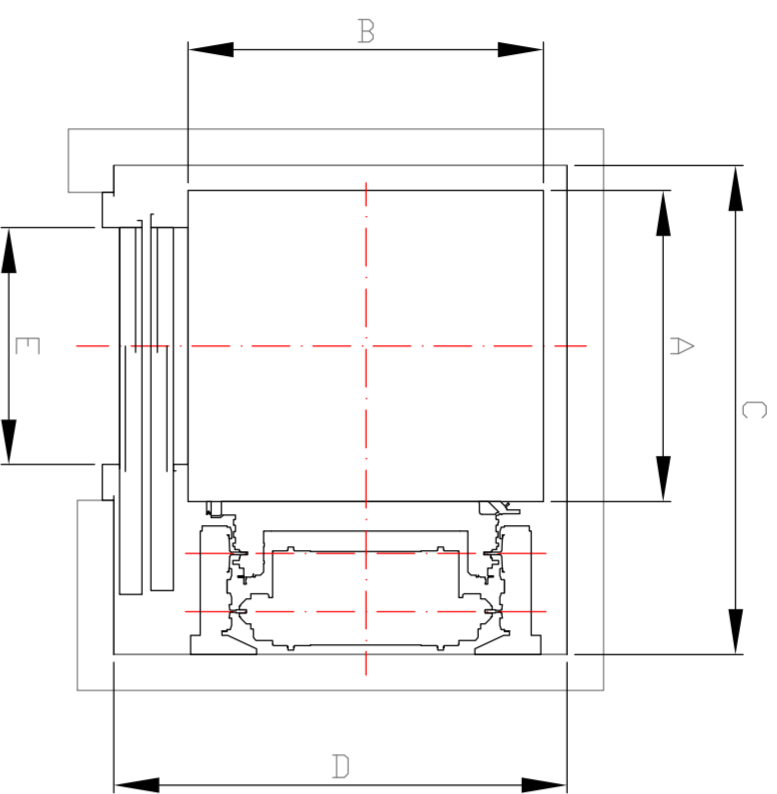


(1)-VENTILACIÓN DEL HUECO. 2% DE LA SECCIÓN DEL HUECO.  
(2)-GANCHOS DE 2000 Kg. EN PARTE SUPERIOR DEL HUECO.  
(3)-SITUACIÓN MÁQUINA TRACTORA.

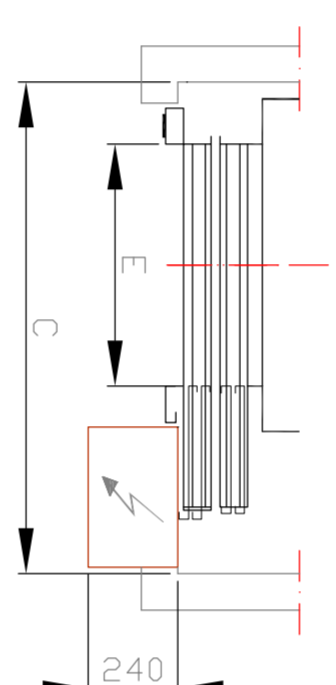
(4)-AISLAMIENTO DEL HUECO PARA UN NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA GENERADO EN EL INTERIOR DE 65DBA.  
(5)-FOSO SOBRE TERRENO FIRME. (CONSULTAR EN OTROS CASOS).



SECCIÓN VERTICAL



PLANTA GENERAL  
(TODA LA DISTRIBUCIÓN SE PUEDE INVERTIR)



CUADRO DE MANIOBRA  
-ÚLTIMA PARADA-  
(DETALLE DE DISPOSICIÓN Y MEDIDAS)

320 kg. (4 Personas) – EC3G 410 AA  
450 kg. (6 Personas) – EC3G 610 AA  
630 kg. (8 Personas) – EC3G 810 AA  
Velocidad: | 1 m/seg. WWF  
Motores Gearless  
Máquina en la parte superior del hueco  
Puertas Automáticas  
Recorrido máx: 40m  
Nº de paradas máx: 14

**DIMENSIONES:**

- FOSO (COTA K) :  
- (1200-1500)mm TIPO EC-3G 410  
- (1100-1500)mm. TIPO EC-3G 610/810
- RECORRIDO DE SEGURIDAD SUPERIOR (COTA U) : 3000 mm.
- TOLERANCIA MÁXIMA DE DESPLAZE EN EL HUECO -0 +50
- MEDIDA DE TABLA CON LAS PUERTAS VOLADAS EN EL HUECO M=90 mm.
- PARA CONTRAPESO CON PARACAÍDOS NO INCREMENTAR MEDIDAS

**REACCIONES (kg) EN FOSO Y CIERRE**

TIPO	R1	R2	R2(*)	R3	R4	R5
EC3G 410	2900	600	2200	2400	2100	680
EC3G 610	3400	800	2400	2800	2300	840
EC3G 810	4200	900	2800	3500	2800	1140

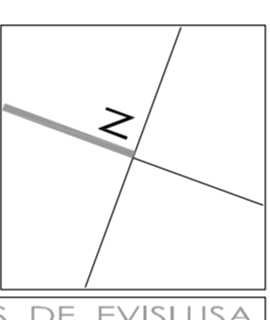
(\*)Opción: Contrapeso con paracaídas



PARA HUECOS CON MEDIDAS C y/o D SUPERIORES A LAS INDICADAS:  
- EN MAS DE 700mm PARA D (KH=90),  
- EN MAS DE 700mm PARA C,  
EL VALDR U PASARÁ A SER DE 4000 mm.

ASCENSOR TIPO	NUMERO DE PASAJEROS	A ANCHO	B FONDO	E PASO LIBRE	C ANCHO DE HUECO	D FONDO DE HUECO
EC3G 410	4 (320 Kg)	800	1100	700	1400	1430
EC3G 610	4 (350 Kg)	900	1100	800	1500	1430
EC3G 810	6 (450 Kg)	1050	1200	800	1650	1530
EC3G 810	8 (630 Kg)	1100	1400	800	1700	1730

\*NOTA SOBRE COTA 'M':  
- PUERTAS ENCIMA DEL FORJADO: M= 0 (valor mínimo)  
- PUERTAS VOLADASTO: M= 90 (valor máximo)



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE RENOVACIÓN DE CUBIERTA, ACONDICIONAMIENTO DE BAJO CUBIERTA, REHABILITACIÓN DE FACHADAS Y CONSTRUCCIÓN DE GALERÍA.  
en el Edificio Administrativo del Excmo. Concello de Lugo situado en Fonda de la Muralla nº 197. para CONCELLO DE LUGO

1/50  
INSTALACIÓN DE ASCENSOR ADAPTADO



MEMORIA CONEXIÓN A RED DE 9,66 Kw  
EN LA PROVINCIA DE LUGO; FIJA SIN SEGUIMIENTO

## **.- INTRODUCCIÓN**

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que transpone la Directiva Comunitaria 96/92/CE sobre el mercado interior de la electricidad al ordenamiento jurídico español, enuncia entre sus objetivos la garantía del suministro y la calidad del mismo al menor coste posible, la mejora de la eficiencia energética, la reducción del consumo y la protección del medio ambiente.

Las energías renovables contribuyen a la reducción de las tasas de dependencia energética. En España, el grado de dependencia energética se cifraba en el año 1998 en un 72%, muy por encima de la media en la UE, donde está situada en un 50% aproximadamente.

En el mercado de la electricidad, la Directiva 96/92CE señala que la apertura de la red debe conducir a un grado de acceso equivalente en todos los Estados miembros. Según la directiva europea, se debe promocionar la energía eléctrica con renovables mediante la imposición al gestor de la red de la obligación de dar preferencia a este tipo de instalaciones.

En las instalaciones de producción sujetas al régimen especial, la retribución del kWh vertido a la red se ha determinado reglamentariamente mediante el Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre, quedando fijados los precios para la energía solar fotovoltaica de venta a la Red.

La última actualización de esta normativa se hizo mediante el RD 1578/2008 de 26 de Septiembre que se aprobó en Consejo de Ministros. La metodología de Tarifas del Régimen Especial incrementa el escalón de potencia a los 100kWp instalados para cobrar la prima de 0,32 €/kWh. El mismo Real Decreto garantiza el cobro de esta prima durante 25 años a partir de la puesta en marcha de la instalación, y el 80% de la misma a partir de los 25 años y hasta el fin de vida de la instalación.

## **.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El funcionamiento básico de un sistema de conexión a red consiste en inyectar a la red eléctrica toda la energía generada por el campo fotovoltaico mediante un inversor que realiza las funciones de:

- Transformar la corriente continua en alterna
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico
- Realizar el acoplamiento a la red
- Protección de la instalación (tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, sobretensiones, etc.)

La potencia pico instalada en el generador fotovoltaico es de 9.660 Wp. El sistema fotovoltaico se compone de 46 módulos, modelo PEPV 210 de potencia máxima 210 Wp y 24V de tensión nominal. Se instalará 1 inversores 10kw, para conseguir una potencia nominal de la instalación de 10.000 W.

La instalación se realiza de tal forma que los módulos quedan orientados al sol por si sobre una estructura fija con inclinación de 30°.

## **.- NORMATIVA APLICABLE**

En el proyecto presentado tanto el diseño como los componentes utilizados cumplen las recomendaciones establecidas en la Normativa siguiente:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- RD 2818/1998 de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- RD 1663-2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Ministerio de Industria y Energía.
- RD 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Norma Básica de la Edificación, NBE-AE-88.

# Memoria Conexión a red 9,6Kw

## **.- ESTRUCTURA SOPORTE**

La estructura soporte es la encargada de sustentar los módulos solares y darles la inclinación y orientación adecuada para que reciban la mayor radiación. En este caso se elige una estructura fija con orientación al sur de  $0^{\circ}$  y una inclinación de  $30^{\circ}$ .





# Memoria Conexión a red 9,6Kw

## .- DATOS DE RADIACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL SISTEMA

Se muestran a continuación los datos de radiación de la provincia de **Lugo** para una superficie con inclinación de 30°, según el libro publicado por el Ministerio de Industria “Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas”.

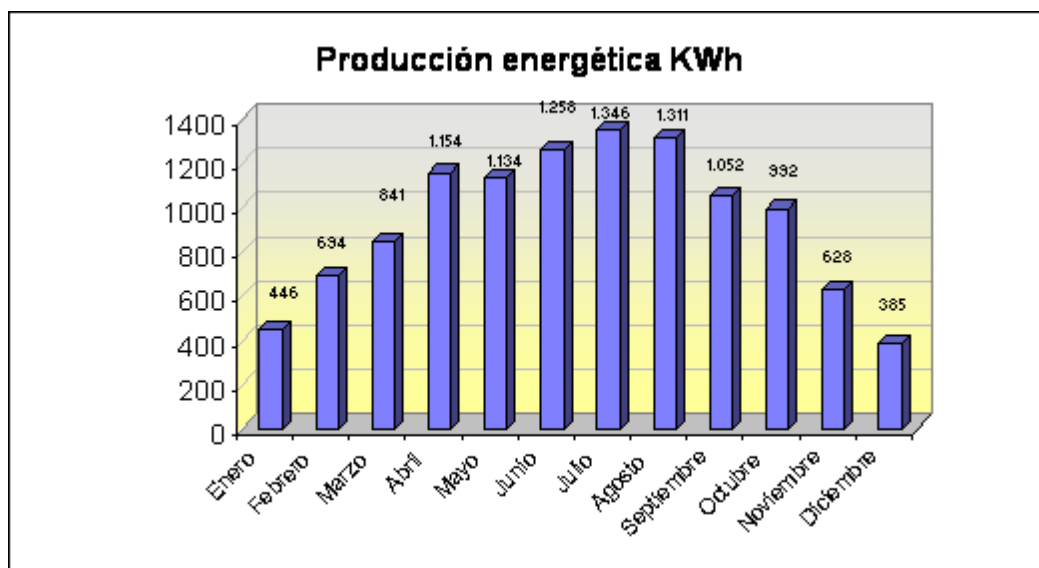
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
(1) Radiación (kWh/m <sup>2</sup> /día)	1,47	2,59	2,86	4,15	3,96	4,65	4,87	4,70	3,89	3,51	2,20	1,27	<b>3.34</b>
<b>(1) RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE INCLINADA EN UN DÍA MEDIO DE CADA MES</b>													

Se presentan a continuación los datos estimados de producción del sistema para cuya obtención se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos de radiación solar citados anteriormente
- Rendimiento del campo fotovoltaico
- Pérdidas de conexionado y elementos de protección
- Rendimiento del inversor

## Memoria Conexión a red 9,6Kw

MES	Producción kWh/mes	Ingresos (€/mes)
Enero	446	152
Febrero	694	236
Marzo	841	286
Abril	1154	392
Mayo	1134	386
Junio	1258	428
Julio	1346	458
Agosto	1311	446
Septiembre	1052	358
Octubre	992	337
Noviembre	628	214
Diciembre	385	131
<b>TOTAL</b>	<b>11243</b>	<b>3.822,61 €</b>



# Memoria Conexión a red 9,6Kw

## .- PRESUPUESTO

Este es el presupuesto correspondiente a la instalación de conexión a red descrita:

PRESUPUESTO		
Cantidad	Producto	Total
46	Módulos PEPV 210w 24v	37.903,70 €
1	Inversor 10kw para conexión a red 10 kW potencia nominal	6.818,50 €
46	Estructura soporte	7.569,10 €
1	Montaje, instalación eléctrica: colocación de módulos sobre estructura, cableado de módulos, conexión al inversor, cuadro de contadores, armarios de medida y otros elementos de conexión y protección	2.911,19 €
1	Puesta en marcha y gestiones administrativas	1.265,73 €
	EXCLUIDO: modificaciones eléctricas no reflejadas en este presupuesto	
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>		<b>56.468,22 €</b>

Este presupuesto incluye la tramitación de todas las gestiones necesarias para la puesta en marcha de la instalación: boletines eléctricos, permisos de La suministradora y Conselleria de Infraestructuras.

Se incluye en el presupuesto el visado del proyecto tanto de instalación como de transformadores, la obra civil, para la colocación de la estructura metálica, entendiéndose bases y bancadas de hormigón y casetas de protección y resguardo de inversor.

No están incluidas las obras para el cierre de la finca que alberga el proyecto ni posibles obras en vías de acceso a dicha finca así como el desbroce y nivelación del terreno, quedan también excluidas las obras de instalación de transformador y sistemas requeridos por la compañía distribuidora hasta las cuchillas de corte en baja, de tal forma que nuestro límite de batería lo constituye las bornas de conexión en frío de dichas cuchillas.



Concello de Lugo



## **FONDO ESTATAL DE INVERSIÓN LOCAL (FEIL)**

“Fondo de inversión local para el empleo - Gobierno de España”

**RENOVACIÓN DE CUBIERTA CON  
APROVECHAMIENTO PARA USO  
ADMINISTRATIVO, REHABILITACIÓN DE  
FACHADA E INCORPORACIÓN DE  
GALERÍA EN EL CENTRO DE SERVICIOS  
MUNICIPALES DEL EXCMO. CONCELLO  
DE LUGO**

**- INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD -**

<b>DIRECCIÓN:</b>	Ronda de la Muralla 197, LUGO.
<b>PROMOTOR:</b>	EXCMO. CONCELLO DE LUGO
<b>FECHA:</b>	Enero de 2009
<b>CÓDIGO PROYECTO:</b>	<b>09FEIL43</b>
<b>TÉCNICOS REDACTORES:</b>	Benigno Jáuregui Fernández <b>ARQUITECTO</b> Francisco García del Río <b>ARQUITECTO</b>

## **1.- GENERALIDADES.**

### **1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.**

Tiene por objeto el estudio técnico de la instalación eléctrica de un acondicionamiento de bajo cubierta en un edificio administrativo. Se realizará una previsión de cargas, de la planta y la distribución interior de circuitos en los distintos espacios. Consta de unas oficinas generales situado en la planta bajo cubiertas edificio administrativo con divisiones para despachos, vestíbulo, aseos, y almacén. En este estudio se ajustará a las instrucciones del reglamento electrotécnico de baja tensión (R.E.B.T.) e instrucciones técnicas complementarias Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, se tendrán en cuenta las Normas Particulares de la compañía suministradora, Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía y Normas UNE. En el diseño se tendrá en cuenta que debido a su uso y capacidad de ocupación, se considera local de pública concurrencia.

### **1.2.- PETICIONARIO.**

El peticionario de este proyecto es Excmo Concello de Lugo

### **1.3.- EMPLAZAMIENTO.**

El emplazamiento de la edificación se encuentra situado en la Ronda de la Muralla nº 197 de Lugo.

## **2- CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

El local quedará distribuido en zona de oficinas generales, pasillo, despachos, almacenes, aseos generales, y vestíbulos. La superficie útil de cada zona, y la distribución se indica en los planos adjuntos.

### **2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.**

La instalación eléctrica a ejecutar en dicho edificio, corresponde por su actividad a un local de pública concurrencia. Por ello se atenderá muy estrictamente a lo especificado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD.842/2.002 de 2 de Agosto de 2.002, y

más concretamente a la Instrucción Técnica Complementaria 28 (ITC-BT-28) así como demás ITC,s que le fueren de aplicación.

Así pues, las líneas eléctricas alimentarán directamente desde el cuadro general (mediante sus correspondientes interruptores automáticos magnetotérmicos) a cada una de las zonas de luminarias y de las zonas de tomas de corriente, de tal forma, que siempre sean independientes las unas de las otras.

Por tal motivo, partirá dicha instalación del cuadro general de edificio.

Por ello partiremos del estudio de la potencia inicialmente prevista a consumir por los receptores eléctricos de la actividad, para así poder definir todas y cada una de las partes que compondrán dicha instalación eléctrica desde su origen; a saber:

- línea de derivación individual,
- cuadro general de distribución, mando y protección,
- instalación interior (conductores, tipo, secciones, conductos, etc., etc.)
- cálculos eléctricos.

## **2.2.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL.**

Desde dicho cuadro general de edificio se alimentará al cuadro general de protección, mando y distribución, que se instalará en el vestíbulo de acceso (lo más próximo posible a la entrada del mismo, pero alejado del uso y manipulación del público en general, en una zona donde no tenga acceso nada más que el personal autorizado para ello), mediante conductores de cobre, de doble capa de aislamiento, de PVC-H07Z1, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, resistentes al fuego, de la sección que resulte en el apartado de cálculos que se realizará más adelante, pero que en ningún caso será inferior de **70 mm<sup>2</sup> para las tres fases y el neutro y el conductor de protección, bajo canalización de PVC articulado reforzado, empotrado, de d-63.** según ICT-BT-21, tablas 3, 4 y 5.

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

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

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

### 2.3.- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

El cuadro general de distribución, mando y protección, se ajustará 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. descritas en la ITC-BT-17.

Será a base de armario prefabricado, aislante, autoextinguible, con tapa y puerta del mismo material; empotrado en la pared y con puerta metálica de recubrimiento exterior, como elemento de protección contra incendios. Se instalará lo más cerca posible de la puerta, y en un lugar sólo accesible para el personal de la actividad, en zona específica a una altura no inferior a 1 m, preferentemente entre 1,4 y 2 m.

Tendrá capacidad suficiente para alojar en su interior a los elementos que se reseñan en el esquema unifilar adjunto, incluso éstos; y que básicamente son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, como elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, de los distintos circuitos, tanto de alumbrado como de fuerza, con los que se dota al local, de intensidades variables y de poder de corte mínimo de 6 KA; e interruptores automáticos diferenciales de alta sensibilidad, como elementos de protección contra contactos indirectos o accidentales y defectos de aislamiento.

Dada la potencia superior a 15 KW, dicho cuadro se subdivide en dos, uno para alumbrado y otro para fuerza.

Del susodicho cuadro general de distribución, mando y protección, partirán los distintos circuitos que alimentarán a todos los receptores, a base de conductores de 750 V H07Z1 y de doble capa de aislamiento, en canalización de PVC articulado, reforzado, empotrado, de diámetros mínimos de 16 para alumbrado y de 20 para fuerza; y desde él se alimentarán tanto a luminarias de alumbrado con sus correspondientes encendidos, como a las distintas tomas de corriente; en circuitos separados e independientes.

Será de holgura sobrada, pensando tanto en posibles reparaciones como en posibles ampliaciones o variaciones.

Para aquellas máquinas específicas cuyo consumo sea superior a 16 A la alimentación se hará específicamente desde dicho cuadro general de distribución o cuadros secundarios específicos, a base de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar de, e interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad, según se especifica en los planos de esquemas que se acompañan.

Todos y cada uno de los circuitos se rotularán en el cuadro mediante placas indicadoras

## **2.4.- CIRCUITOS INTERIORES.**

En esta instalación se han dimensionado todos los circuitos teniendo en cuenta los criterios ITC-BT-19 y 28 . 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, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y 5% para otros usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Para mayor detalle, ver planos y cálculos anexos.

Toda la instalación se realiza de forma empotrada, mediante canalizaciones de PVC articulado, reforzado, autoextinguible, según normas de la ITC-BT-21, y alojará en su interior a los conductores de cobre, de doble capa de aislamiento de PVC-H07Z1, con las secciones que se determinarán más adelante en la sección de cálculos, pero que en ningún caso serán inferiores a 1,5 mm<sup>2</sup> para los puntos de luz, ni de 2,5 mm<sup>2</sup> para las tomas de corriente de 16 A, tipo SHUCKO, independientemente de las líneas generales de alimentación y excepción hecha de la sección que resulte de los cálculos a aplicar.



La instalación interior se distribuye en varios circuitos interiores, separados en el cuadro de protección y mando según sean de fuerza o alumbrado. Los circuitos de alumbrado se distribuirán de manera que el fallo de una parte de la instalación permita que permanezcan dos tercios del alumbrado funcionando.

**NOTA: Al ser considerado un local de pública concurrencia,** todos los conductores de la instalación desde la CGP hasta los circuitos interiores deben cumplir con el criterio indicado en la ITC-BT-28, f. Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, tendrán propiedades especiales frente al fuego, siendo no propagadores del incendio y con emisión de humos y gases tóxicos muy reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123, partes 4 ó 5, o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable) cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

## **2.5.- INSTALACIONES EN EL LOCAL.**

La instalación se reduce a dotar de servicio de alumbrado a las instalaciones y prever la instalación de las tomas de corriente necesarias para el desarrollo de la actividad.

Pasamos pues a describir la instalación eléctrica con la que contará el local una vez realizadas las obras que se proyectan, diferenciando las correspondientes a Fuerza y Alumbrado.

Tanto para la instalación de alumbrado como de fuerza, se instalarán interruptores automáticos para la protección de las líneas e interruptores diferenciales de 30 mA. de sensibilidad.

Según se indica en los esquemas correspondientes de cuadros eléctricos de distribución, tanto de alumbrado como de fuerza, se utilizarán exclusivamente interruptores automáticos del tipo magnetotérmicos omnipolares calibrados según las cargas previstas en los circuitos a proteger, y, en ningún caso de calibre superior a la densidad de corriente de los conductores que de ellos parten, de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-22.

El cálculo de las líneas de alumbrado, se ha efectuado teniendo en cuenta que la instalación lleva lámparas y tubos de descarga, por lo tanto los circuitos de alimentación a dichas lámparas y tubos de descarga, se calculan con una carga de 1,8 veces la potencia en vatios, de las lámparas, según la instrucción ITC-BT 44, Apartado 3.1.

Cada derivación se efectúa en su correspondiente caja, las cuales no estarán ocupadas en más del 25% de su capacidad, con una profundidad equivalente, como mínimo, al 50 % del diámetro del tubo mayor que reciba, con un mínimo de 40mm. para su profundidad y 80 mm para su diámetro, y cuando las necesidades lo requieran, se usarán fichas de conexión, no utilizándose cintas aislantes ni elementos que torsionen el conductor.

El diámetro de los tubos y el radio de los codos, deben ser tales, que permitan introducir y retirar fácilmente los conductores después de colocados, sin perjudicar su aislamiento ó reducir su sección, en conformidad con la Instrucción ITC-BT 21.

En lo que respeta a protecciones, todas las luminarias y tomas de corriente, irán debidamente puestas a tierra, y en ninguno de los circuitos, se sobrepasará tanto en lo que respeta a la densidad de corriente como a caídas de tensión, el límite establecido en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Hemos de hacer notar que cumplimentando la Reglamentación vigente, itc-bt-28, se disponen en la instalación, lámparas de emergencia autónomas, que irán colocadas en las zonas que marca el Reglamento y que se detallan en el plano de planta.

## **2.6- MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.**

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para la personas tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

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

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un

contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

- Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona puede estar situada, está a una distancia límite de 2,50 m hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1.00 metros hacia abajo.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como 2500 ohmios.

#### **Protección contra contactos indirectos.**

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirecto, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección se tendrá en cuenta:

#### **A. Instalaciones con tensiones de hasta 250 V con relación a tierra.**

En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistemas de protección ninguna.

Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre, en locales con suelo conductor, como para instalaciones al aire libre; en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor, en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores a tierra y masas de aparatos de utilización.

#### **B. Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra.**

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que

sea el local, naturaleza del suelo, particularidades lugar, etc, de que se trate.

#### Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa, siendo estos sistemas los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

#### Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa, siendo estos sistemas los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- *Puesta neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.*

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

Así en esta instalación la combinación de masas a tierra y dispositivo diferencial de 30mA, nos aseguran esta protección

## **2.7.- PUESTA A TIERRA. ITC-BT-18**

### **Objeto.**

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.

### **Resistencia de las tomas de tierra.**

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

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

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

### **Cálculo de la protección a tierra.**

La resistencia de puesta a tierra, teniendo en cuenta que se instalarán dispositivos de protección de 30 mA, será como máximo:

$$R = \frac{50}{0,03} = 1666\Omega$$

La comprobación experimental "in situ" será la que nos determine el número de electrodos a establecer para obtener un valor de la resistencia permisible.

## **2.8.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA. ITC BT-28**

Campo de aplicación: Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios.

La ocupación prevista de los locales se calculará como 1 persona por cada 0,8m<sup>2</sup> de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

En el local objeto de este estudio, la superficie útil es de aproximadamente 35 m<sup>2</sup> Pero debe considerarse local de pública concurrencia, aunque lo normal es que en este tipo de establecimiento nunca llegue a haber una ocupación superior a 50 personas. En este apartado se indicarán los criterios a seguir en el diseño del alumbrado de emergencia.

Se dispondrá de alumbrado de emergencia de seguridad (evacuación y ambiente o antipánico), con objeto de asegurar en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del personal en su interior.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática, con corte breve (0,5 seg.).

Dada la actividad específica del local, se compondrá de alumbrado de seguridad; con protección y control en el cuadro general de distribución de la instalación eléctrica de alumbrado, según especificaciones de la ITC-BT-28 y deberá ser capaz de entrar en funcionamiento automáticamente al faltar el servicio ordinario o reducirse éste en un 70 % de su valor nominal.

Para el caso que nos atañe, dicho alumbrado de emergencia de seguridad, será asimismo de evacuación y se compondrá de bloques autónomos que cumplirán la Norma UNE EN 60.598-2-22 y la UNE 20.392-75 ó UNE 20.062, para aparatos autónomos de alumbrado de emergencia fluorescentes o incandescentes respectivamente.

Funcionarán con una autonomía mínima de 1 h, proporcionando una iluminación media mínima de 1 lux a nivel del suelo y en el eje de los recorridos de evacuación.

En los cuadros de protección y distribución de alumbrado así como donde estén situados los equipos de protección contra incendios, la iluminación media mínima será de 5 lux.

Dicho alumbrado de emergencia será a base de bloques autónomos de emergencia y señalización, tipo URA-E-32-P, ó DAISALUX ó similar; y se situarán señalizando las salidas, cambios de dirección o nivel de la ruta de evacuación, tal y como se recoge en el plano correspondiente.

### **3.- PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA.**

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan:

- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.
- Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16

amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales lugares o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
- Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles de grado de resistencia al fuego incendio RF-120, como mínimo.
  - Conductores rígidos, aislados, de tensión nominal no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.
- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, tendrán propiedades especiales frente al fuego, siendo no propagadores del incendio y con emisión de humos y gases tóxicos muy reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123, partes 4 ó 5, o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable) cumplen con esta prescripción.
- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el

conexión interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, 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 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

- Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.
- Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y gases tóxicos muy opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123, apartado 3.4.6, cumplen con esta prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.
- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

#### **4.- CUMPLIMIENTO DEL DB HE 3.**

Un buen diseño, con criterios de control y gestión, una buena ejecución y un estricto mantenimiento nos aportarán una instalación con ahorro energético, incluso en los casos en que no es de aplicación el DB-HE-3.

El DB-HE-3 en el apartado 2.2 establece que se disponga de sistemas de regulación y control. El control de la iluminación artificial representa un ahorro de energía que obtendremos mediante:

- Aprovechamiento de la luz natural.
- No utilización del alumbrado sin la presencia de personas en el local.
- Uso de sistemas que permiten al usuario regular la iluminación.
- Uso de sistemas centralizados de gestión.

El DB-HE-3, en el apartado 5 establece que "para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación".



El mantenimiento representa un ahorro de energía que obtendremos mediante:

- Limpieza de luminarias y de la zona iluminada.
- Reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento.
- Empleo de los sistemas de regulación y control descritos.

Las soluciones adoptadas para el ahorro de energía en la instalación de iluminación del local destinado a venta de comida preparada son las siguientes:

En primer lugar se ha procurado diseñar el local comercial de forma que permita el aprovechamiento de la luz natural, obteniendo la integración de todas las superficies posibles que permiten dicho aprovechamiento de la arquitectura del edificio.

De esta forma, la luz natural proporciona a los usuarios de la instalación un ambiente que se adapta a sus expectativas, facilitando el desarrollo de sus actividades diarias.

La aportación de luz natural a la oficina se ha realizado mediante puertas, ventanas, tragaluces y fachadas translúcidos, con una superficie el aprovechamiento mayor al 705%.

En función de la orientación de las superficies que permiten a la oficina disponer de luz natural y de la estación del año, para poder aprovechar esa luz ha sido necesario disponer sistemas de control como persianas y cortinas en los huecos; este apantallamiento permite matizar la luz reduciendo posibles deslumbramientos.

En segundo lugar se ha establecido un sistema de control de la iluminación artificial.

Los objetivos han sido ahorro de energía, economía de coste y confort visual. Cumpliéndose los tres y en función del sistema de control seleccionado se pueden llegar a obtener ahorros de energía hasta del 60%.

Los sistemas disponibles son:

- Interruptores manuales
- Control por sistema todo-nada
- Control luminaria autónoma
- Control según el nivel natural
- Control por sistema centralizado

Aunque de todos ellos en el caso de esta instalación sólo nos hemos valido de los dos primeros.

## **1. Interruptores manuales**

Como indica el Código Técnico de la Edificación esta instalación debe disponer de interruptores que permiten al usuario realizar las maniobras de encendido y apagado de las diferentes luminarias; y así se ha diseñado la instalación eléctrica del entresuelo.

Es bien conocido que este sistema permite al usuario encender cuando percibe que la luz natural es insuficiente para desarrollar sus actividades cotidianas.

Con este sistema es importante tener conectadas las luminarias a diferentes circuitos, diferenciando fundamentalmente las que estén cerca de las zonas que tienen aportación de luz natural. En las estancias con más de un punto de luz se han diseñado mecanismos independientes de encendido y apagado, para poder usar primero el que se halla más alejado del foco de luz natural, que será necesario antes que los que se hallan junto a las ventanas, por ejemplo.

La situación ideal sería disponer de un interruptor por luminaria, aunque esto podría representar sobredimensionar la inversión para el ahorro energético que se puede obtener. Se recomienda que el número de interruptores no sea inferior a la raíz cuadrada del número de luminarias.

El inconveniente del sistema es el apagado, ya que está comprobado que la instalación de algunas estancias permanece encendida hasta que su ocupante abandona la casa, porque muchas veces se mantienen encendidas luces en estancias vacías. Será fundamental concienciar a los usuarios de la necesidad de hacer un buen uso de los interruptores en aras del ahorro de energía.

## **2. Control por sistema todo-nada**

De los sistemas más simples, los de detección de presencia actúan sobre las luminarias de una zona determinada respondiendo al movimiento del calor corporal; pueden ser por infrarrojos, acústicos (ultrasonidos, microondas) o híbridos. Y al final se ha considerado su uso en las dependencias de uso ocasional, como es en el baño.

Otro sistema es el programador horario, que permite establecer el programa diario, semanal, mensual, etc., activando el alumbrado a las horas establecidas. Se ha considerado su uso para las zonas exteriores de la finca.

En tercer lugar, para el ahorro de energía, se ha dispuesto un mantenimiento que permitirá:

- Conservar el nivel de iluminación requerido en la vivienda.
- No incrementar el consumo energético del diseño.

Esto se consigue mediante:

- Limpieza y repintado de las superficies interiores.
- Limpieza de luminarias.
- Sustitución de lámparas.

### **1. Conservación de superficies.**

Las superficies que constituyen los techos, paredes, ventanas, o componentes de las estancias, como el mobiliario, serán conservados para mantener sus características de reflexión.

En cuanto sea necesario, debido al nivel de polvo o suciedad, se procederá a la limpieza de las superficies pintadas o alicatadas. En las pinturas plásticas se efectuará con esponjas o trapos humedecidos con agua jabonosa, en las pinturas al silicato pasando ligeramente un cepillo de nailon con abundante agua clara, y en las pinturas al temple se limpiará únicamente el polvo mediante trapos secos.

Cada 5 años, como mínimo, se revisará el estado de conservación de los acabados sobre yeso, cemento, derivados y madera, en interiores. Pero si, anteriormente a estos periodos, se aprecian anomalías o desperfectos, se efectuará su reparación.

Cada 5 años, como mínimo, se procederá al repintado de los paramentos por personal especializado, lo que redundará en un ahorro de energía.

### **2. Limpieza de luminarias.**

La pérdida más importante del nivel de iluminación está causada por el ensuciamiento de la luminaria en su conjunto (lámpara + sistema óptico). Será fundamental la limpieza de sus componentes ópticos como reflectores o difusores; estos últimos, si son de plástico y se encuentran deteriorados, se sustituirán.

Se procederá a su limpieza general, como mínimo, 2 veces al año; lo que no excluye la necesidad de eliminar el polvo superficial una vez al mes. Realizada la limpieza observaremos la ganancia obtenida.

### **3. Sustitución de lámparas.**

Hay que tener presente que el flujo de las lámparas disminuye con el tiempo de utilización y que una lámpara puede seguir funcionando después de la vida útil marcada por el fabricante pero su rendimiento lumen/vatio puede situarse por debajo de lo aconsejable y tendremos una instalación consumiendo más energía de la recomendada.

Un buen plan de mantenimiento significa tener en explotación una instalación que produzca un ahorro de energía, y para ello será necesario sustituir las lámparas al final de la vida útil indicada por el fabricante. Y habrá que tener en cuenta que cada tipo de lámpara (y en algunos casos según potencia) tiene una vida útil diferente.

## **5.- PREVISIÓN DE CARGAS. RECEPTORES ELÉCTRICOS. POTENCIAS.**

Distinguiremos la potencia a instalar en Potencia de Alumbrado y Potencia de Fuerza para maquinaria y tomas de corriente para solicitar a la empresa suministrador la potencia a suministrar.

Tendremos sin embargo en cuenta a la hora de calcular la instalación el hecho de la utilización de lámparas de descarga para multiplicar su potencia, en su encendido, por un factor de 1.8. en cumplimiento de lo señalado por la ITC-BT-44. aptdo. 3.1.

Los receptores eléctricos con los que se dota a la actividad, son básicamente los siguientes, con determinación de su potencia:

### **PARA ALUMBRADO**

45	Luminaria fluorescente empotrable 4x18W (descarga x1.8)(f.s.=1) Oficinas y escaleras.	5.832 W *
8	Luminaria fluorescente empotrable 2x36W (descarga x1.8)(f.s.=1) Pasillo.	1.037 W
5	Luminaria fluorescente empotrable 1x36W (descarga x1.8)(f.s.=1) Almacén.	324 W
38	Luminaria fluorescente luz indirecta 1x36W (descarga x1.8)(f.s.=1) Oficinas y escaleras.	2.462 W
8	Downlight empotrable 2x26W. Aseos.	749 W
8	Apliques de pared exterior. 100W Zona de publico	800 W
<b>TOTAL ALUMBRADO</b>		<b>11.204 W</b>

NOTA: el cálculo de la potencia de las luminarias de lámparas de descarga, se ha tenido en cuenta el coeficiente de mayoración aplicable de (S = 1,8 P) contemplado en la ITC-BT-44 - aptdo 3.1.

**PARA FUERZA**

1	Bomba de calor.	50.000 W
29	Bases de enchufes de usos múltiples. 4x350 W (6 circuitos) Zona de oficinas.	40.600 W
19	Toma de usos varios. (3 circuitos 3.000 W) Almacenes, despachos, vestíbulo.	9.000 W
2	Toma de usos varios. (1 circuito 1.500 W) Baños.	1.500 W
<b>TOTAL FUERZA</b>		<b>101.100 W</b>

La previsión de cargas se realiza teniendo en cuenta un consumo por equipo informático de 350W y en las líneas generales de alimentación a cuadro se le aplica un coeficiente de simultaneidad, estimando 3000W por circuito.

Así pues, según se justifica en el Anexo correspondiente, la potencia total instalada después de aplicado los coeficientes de simultaneidad y un factor de utilización correspondiente, es de:

**TOTAL FUERZA + ALUMBRADO..... 112.304 W**

Aplicando un coeficiente de simultaneidad del 75 %, la potencia prevista a consumir, será de:

$$112.304 \text{ W} \times 0,75 = 84.228 \text{ W} \Rightarrow 121,72 \text{ A}$$

Lo cual nos obliga a poner un magnetotérmico más inmediato y similar posible, que es 125 A III; que garantiza potencia más que suficiente para la actividad que nos ocupa.

## 2.- ANEXOS

## 2.1.- *CALCULOS ELECTRICOS*

## 1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

Las secciones de los conductores de las nuevas líneas e instalaciones se calcularán de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 agosto de 2002, en lo que se refiere a densidades de corriente y caídas de tensión en el conjunto de la nueva instalación.

Se han comprobado todas y cada una de las secciones empleadas, tanto para los circuitos de derivación individual y alumbrado como para los de fuerza, de acuerdo a las siguientes fórmulas fundamentales y especificaciones reglamentarias:

1. mediante la Intensidad máxima admisible del conductor por las fórmulas que se adjuntan.
2. mediante la máxima caída de tensión, de las mismas fórmulas.
3. verificando las intensidades máximas admisibles de acuerdo con las secciones, mediante las tablas del RBT que proceden (ITC-BT-07 e ITC-BT-19).
4. Escogiendo la mayor de las secciones de todas las formas posibles anteriores.

Así pues para el cálculo de la intensidad de corriente en función de la potencia, emplearemos las fórmulas siguientes:

Para tramos monofásicos

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \delta}$$

Para tramos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \delta \cdot N}$$

y para el cálculo de la caída de tensión en función de la intensidad por fase, se aplicarán las siguientes formulas:

Para tramos monofásicos

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \delta}{K \cdot S}$$

$$\varepsilon = \frac{e \cdot 100}{U} \%$$

$$S = 2 \cdot L \cdot I / \gamma \cdot e$$

Para tramos trifásicos:



$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \delta \cdot}{K \cdot S}$$

$$\varepsilon = \frac{e \cdot 100}{U} \%$$

$$S = \sqrt{3 \cdot L \cdot I / \gamma \cdot e}$$

siendo:  $I$  = intensidad que recorre el circuito, en A.

$P$  = potencia a suministrar, en W.

$V$  = tensión de alimentación, en V.

$L$  = longitud de dicho tramo, en m.

$S$  = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

$K$  = coeficiente de conductividad (56 para el Cu, y 35 para el Al a 20 °C)  
(47 para el Cu, y 31 para el Al a 70 °C)

$u$  = caída de tensión en ese tramo, en V

$u\%$  = caída de tensión porcentual (según ITC-BT-14, 15, 19, 25, 29, y 32)

$\cos f$  = factor de potencia de la instalación (tendente a 1 -  $\cos f$  medio = 0,9)

## **2 CÁLCULO DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS.**

La derivación individual será trifásicas, así como los circuitos interiores de mayor potencia. El resto de los circuitos de interior serán monofásicos.

Para la comprobación de que los circuitos diseñados no sobrepasan las caídas de tensión máximas indicadas por el Reglamento se procede a analizar, tanto los circuitos de alumbrado como de fuerza de cada una de las zonas, justificándose estos en la elección de la línea más desfavorable.

### **2.1. DERIVACIÓN INDIVIDUAL ITC-BT-15:**

La sección de las derivaciones individuales se determinará en función de la carga prevista según ITC-BT-10, teniendo en cuenta la intensidad admisible por los conductores ITC-BT-07(cables enterrados), y que la caída de tensión máxima es del 1.5% de la tensión nominal cuando se trata de una instalación sin LGA.

DERIVACIÓN INDIVIDUAL  
 Tensión 400 V  
 I max 125 A  
 cos f 0,9  
 Longitud 20 m  
 Sección 50 mm<sup>2</sup>

c.d.t. Máx 1,00%  
 e(%)= 1,77 V 0,44 %

L = 20 m

Imáx. de consumo = 125 A

S = 4 x 70 mm<sup>2</sup> + T 35 - 750 V H07Z1-

In. máxima admisible del conductor = 149 A >> 121 A

V = 230/400 V

u% = 1 % => u = 1,77 V

**u de cálculo = 1,77 V << 4 V ==> u % = 0,44 % << 1%**

Luego con la sección calculada de 70 mm<sup>2</sup>, es más que suficiente para esa potencia de consumo prevista, estaremos muy por debajo de las máximas caídas de tensión reglamentarias.

Por lo tanto se instalara un conductor de 4x70 mm<sup>2</sup> + 35TT, según ITC BT-21.

## **2.2. ALUMBRADO**

LÍNEA MÁS DESFAVORABLE DE ALUMBRADO

Tensión 230 V  
 Potencia 1037 W  
 Longitud 40 m  
 Sección 1,5 mm<sup>2</sup>  
 I consumo 4,51 A

c.d.t. Máx 3,00%  
 e(%)= 5,47 V 2,38 %

L = 40 m

P = 1037 W (circuito de luminarias fluorescentes)

I consumo = 4,51 A

S = 2x1,5 + T de 1x 1,5 - 750 V H07Z1- Ø16

In. máxima admisible del conductor = 13,5A > 4,51 A

V = 230 V

u% = 3 % => u = 6,9 V

$$\underline{u = 5,47 \text{ V} < 6,9 \text{ V} \Rightarrow u \% = 2,38 \% < 3\%}$$

Por lo tanto se instalara un conductor de  $2 \times 1,5 + 1,5 \text{ TT mm}^2$ , PVC ES07Z1-K (450/750v) bajo tubo de 16 mm de diámetro exterior, y un PIA de  $2 \times 10 \text{ A}$ .

Todos los circuitos de alumbrado tendrán estas mismas características, ya que los demás circuitos tienen una potencia similar y longitud inferior.

## **2.3. FUERZA**

### **BOMBA DE CALOR**

En este caso tenemos previsto un circuito independiente.

Tensión	400 V
Potencia	50000 W
Longitud	30 m
Sección	25 mm <sup>2</sup>
I consumo	72,17 A

c.d.t. Máx	5,00%
e(%)=	3,94 V      0,98 %

$$L = 20 \text{ m}$$

$$I \text{ consumo} = 30,34 \text{ A}$$

$$P = 50.000 \text{ W}$$

$$S = 4 \times 25 + T \text{ de } 1 \times 16 - 750 \text{ V H07Z1- } \varnothing 40$$

$$I_n \text{ máxima admisible del conductor} = 77 \text{ A} > 72,17 \text{ A}$$

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

$$u \% = 5 \% \Rightarrow u = 20 \text{ V}$$

$$\underline{u = 3,94 \text{ V} < 20 \text{ V} \Rightarrow u \% = 0,98 \% < 5 \%}$$

Por lo tanto se instalara un conductor de  $4 \times 25 + 16 \text{ TT mm}^2$ , (450/750v) bajo tubo de 40 mm de diámetro exterior, y un PIA de  $4 \times 80 \text{ A}$ .

### **TOMA DE BASES MÚLTIPLES**

Tensión	230 V
Potencia	7000 W
Longitud	30 m
Sección	6 mm <sup>2</sup>
I consumo	30,43 A

c.d.t. Máx	5,00%
e(%)=	6,92 V      3,01 %

$$L = 30 \text{ m}$$

$$P = 7000 \text{ W}$$

$$I \text{ consumo} = 30,43 \text{ A}$$

$$S = 2 \times 6 + T \text{ de } 1 \times 6 - 750 \text{ V H07Z1- } \varnothing 20$$

$$I_n \text{ máxima admisible del conductor} = 32 \text{ A} > 30,43 \text{ A}$$

$$V = 230 \text{ V}$$

$$u\% = 5\% \Rightarrow u = 11,5 \text{ V}$$

$$\underline{u = 6,92 \text{ V} < 11,5 \text{ V} \Rightarrow u\% = 3,01\% < 5\%}$$

Por lo tanto se instalara un conductor de  $2 \times 6 + 6TT \text{ mm}^2$ , PVC ES07Z1-K (450/750v) bajo tubo de 26 mm de diámetro exterior, y un PIA de  $2 \times 32 \text{ A}$ .

### TOMA DE USOS VARIOS

Tensión	230 V
Potencia	3000 W
Longitud	40 m
Sección	4 mm <sup>2</sup>
I consumo	13,04 A

c.d.t. Máx	5,00%	
e(%)=	5,93 V	2,58 %

$$L = 4 \text{ m}$$

$$P = 3500 \text{ W (consideramos simultaneidad)}$$

$$I \text{ consumo} = 15,22 \text{ A}$$

$$S = 2 \times 4 + T \text{ de } 1 \times 4 - 750 \text{ V H07Z1- } \varnothing 20$$

$$I_n \text{ máxima admisible del conductor} = 24 \text{ A} > 13,04 \text{ A}$$

$$V = 230 \text{ V}$$

$$u\% = 5\% \Rightarrow u = 11,5 \text{ V}$$

$$\underline{u = 6,92 \text{ V} < 11,5 \text{ V} \Rightarrow u\% = 2,58\% < 5\%}$$

Por lo tanto se instalara un conductor de  $2 \times 4 + 4TT \text{ mm}^2$ , PVC ES07Z1-K (450/750v) bajo tubo de 20 mm de diámetro exterior, y un PIA de  $2 \times 16 \text{ A}$ .

## *2.2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA INSTALACIONES DE ELECTRICAS*

## **INDICE PLIEGO DE CONDICIONES:**

### **1.- CONDICIONES GENERALES.**

### **2.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.**

- 2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES
- 2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.
- 2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.
- 2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.
- 2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.
- 2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.
- 2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.
- 2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.
- 2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.
- 2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

### **3.- CONDUCTORES.**

- 3.1. MATERIALES
- 3.2. DIMENSIONADO.
- 3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.
- 3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

### **4.- CAJAS DE EMPALME.**

### **5.- MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.**

### **6.- APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.**

- 6.1. CUADROS ELECTRICOS.
- 6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.
- 6.3. GUARDAMOTORES.
- 6.4. FUSIBLES.
- 6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.
- 6.6. SECCIONADORES.
- 6.7. EMBARRADOS.
- 6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

### **7.- RECEPTORES DE ALUMBRADO.**

### **8.- RECEPTORES A MOTOR.**

### **9.- PUESTAS A TIERRA.**

- 9.1. UNIONES A TIERRA.

### **10.- INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.**

### **11.- CONTROL.**

### **12.- SEGURIDAD.**

### **13.- LIMPIEZA.**

### **14.- MANTENIMIENTO.**

### **15.- CRITERIOS DE MEDICION.**

### **16.- CONCLUSIÓN FINAL.**

## **1. CONDICIONES GENERALES.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## **2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

## 2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:



<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Grado</u></b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4mm	Contra objetos $D \leq 1$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Grado</u></b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4mm	Contra objetos $D \leq 1$

Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Grado</u></b>
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5mm	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Grado</u></b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4mm	Contra objetos $D \leq \square 1$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

#### Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<b><u>Característica</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Grado</u></b>
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4mm	Contra objetos $D \leq \square 1$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos

Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

#### Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

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

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

1. 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.
2. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
3. 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.
4. 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
5. 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.

6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
10. 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:

1. 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.
2. Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
3. 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.

4. Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

1. 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.
2. No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

## 2.2. 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 (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

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

1. Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma

que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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
6. cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
7. 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.
8. 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.

### 2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### 2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

### 2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la

condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

## 2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

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



También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>	<u>≤ 16 mm</u>	<u>&gt; 16 mm</u>
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua		No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama		No propagador

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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

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

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

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## 2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

1. Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
2. La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

1. Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
2. Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
3. En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
4. Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
5. Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
6. Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
7. Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la

pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

## 2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

## 2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

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.

## 2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

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

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

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

### **3. CONDUCTORES.**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### **3.1. MATERIALES.**

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - Tensión de prueba: 2.500 V.
  - Instalación: bajo tubo.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
  
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.
  - Instalación: al aire o en bandeja.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

### 3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### 3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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	$\leq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\leq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\leq 1,00$

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.

#### **4. CAJAS DE EMPALME.**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### **5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.**

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

## **6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.**

### **6.1. CUADROS ELECTRICOS.**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.



Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

## 6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### 6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### 6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### 6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

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

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

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

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

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

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

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

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- 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.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda

dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

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

#### 6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### 6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

## **6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.**

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

## **7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.**

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

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben 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.

## **8. RECEPTORES A MOTOR.**

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

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

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

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

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.



La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios

roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

## **9. PUESTAS A TIERRA.**

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

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

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

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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de 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.

### **9.1. UNIONES A TIERRA.**

### Tomas de tierra.

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

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- 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, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

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

*\* 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:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	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.

## **10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.**

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

## **11. CONTROL.**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad,

falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## **12. SEGURIDAD.**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

## **13. LIMPIEZA.**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de

cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

#### **14. MANTENIMIENTO.**

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

#### **15. CRITERIOS DE MEDICION.**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

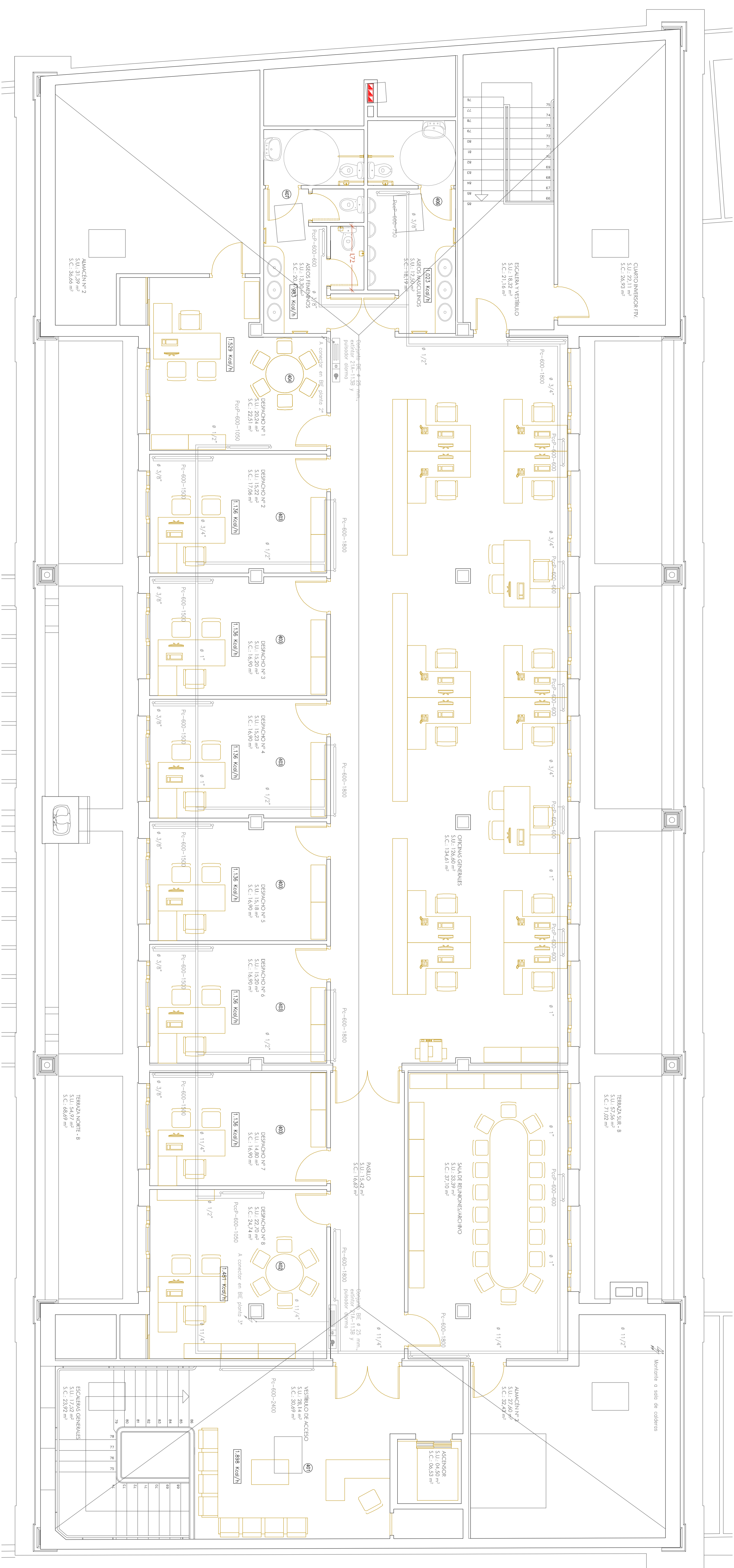
La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.



## **16 .- CONCLUSIÓN FINAL**

Con todo lo anteriormente expuesto, y con los demás documentos que se acompañan y que forman parte del presente Proyecto, el Técnico que suscribe cree haber dado una idea clara del tipo de instalaciones que se refieren, así como de las características del trabajo a ejecutar y de los materiales a emplear; y somete por lo tanto el mismo a las consideraciones de las Autoridades Competentes, para su aprobación, si procede, o para cuantas aclaraciones estimen oportunas.



PLANTA BAJO CUBIERTA