

## ANEJO 2.- ELECTRICIDAD

### 1.- LEGISLACIÓN APLICABLE

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- ⇒ RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- ⇒ UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- ⇒ UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- ⇒ UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- ⇒ UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrentensidadas.
- ⇒ UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- ⇒ EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- ⇒ EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- ⇒ EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- ⇒ EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- ⇒ EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrentensidadas.

### 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Instalación eléctrica GUARDERÍA INFANTIL

### 3.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	11.96
Potencia total demandada	11.96

### 4.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

#### 4.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 10 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 3 G 16

#### 4.2.- Instalación interior

Otros

Los diferentes circuitos de las instalaciones de usos comunes se protegerán por separado mediante los siguientes elementos:

- ⇒ Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante un interruptor diferencial general.
- ⇒ Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo con interruptores automáticos magnetotérmicos de diferentes intensidades nominales, en función de la sección a proteger. Asimismo, se instalará un interruptor general para proteger la derivación individual.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Grupo circuitos 1	M	5.98	1.00	Puente	IEC60269 gL/gG In: 32 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 10 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 10 mm <sup>2</sup>
Alumbrado - C1	M	2.30	1.00	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 2.5 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 2.5 mm <sup>2</sup>
Tomas de corriente - C2	M	3.50	0.95	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 2.5 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 2.5 mm <sup>2</sup>
Cocina - C3	M	5.75	1.00	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 6 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 6 mm <sup>2</sup>
Calentador C4	M	4.60	1.00	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 4 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 4 mm <sup>2</sup>
Tomas WC y Cocina - C5	M	3.68	1.00	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 2.5 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 2.5 mm <sup>2</sup>
Grupo circuitos 2	M	5.98	1.00	Puente	IEC60269 gL/gG In: 50 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG Contadores Contador de activa IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 16 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 16 mm <sup>2</sup>
Tomas de corriente - C7	M	10.00	0.95	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Rígido 2 x 16 mm <sup>2</sup> P: H07V Cobre Rígido 16 mm <sup>2</sup>

## Canalizaciones

Esquemas	Tipo de instalación
Grupo circuitos 1	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante
Alumbrado - C1	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm
Tomas de corriente - C2	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm
Cocina - C3	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm
Calentador C4	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm
Tomas WC y Cocina - C5	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm
Grupo circuitos 2	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante
Tomas de corriente - C7	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm

**5.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en sus Instrucciones 18 y 26, quedando sujetas a las mismas las tomas de tierra, las líneas principales de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	l = 20 m	50 Ohm·m

La toma de tierra está formada por cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 milímetros cuadrados, o un cable de acero galvanizado de 95 milímetros cuadrados, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro de la obra.

**PUNTOS DE PUESTA A TIERRA**

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- ⇒ En los huecos de ascensor para la conexión a tierra de las guías.
- ⇒ En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc.

El resto de conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones que sus correspondientes circuitos, con las secciones indicadas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

**6.- FÓRMULAS UTILIZADAS****6.1.- Intensidad máxima admisible**

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- ⇒ In: Intensidad nominal del circuito en A
- ⇒ P: Potencia en W
- ⇒ Uf: Tensión simple en V
- ⇒ Ul: Tensión compuesta en V
- ⇒ cos(phi): Factor de potencia

## 6.2.- Caída de tensión

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no superará los siguientes valores (por tratarse de contadores centralizados):

- ⇒ Línea general de alimentación: 0,5%
- ⇒ Derivaciones individuales: 1,0%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no superará el 3% de la tensión nominal.

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará los siguientes valores:

- ⇒ Circuitos de Alumbrado: 3,0%
- ⇒ Circuitos de Fuerza: 5,0%

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

### 1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

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

### 2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

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

La resistividad del conductor tomará los siguientes valores:

- ⇒ Cobre

$$\rho = \frac{1}{56}$$

- ⇒ Aluminio

$$\rho = \frac{1}{35}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- ≡ In: Intensidad nominal del circuito en A
- ≡ P: Potencia en W
- ≡ cos(phi): Factor de potencia
- ≡ S: Sección en mm<sup>2</sup>
- ≡ L: Longitud en m
- ≡ ro: Resistividad del conductor en ohm·mm<sup>2</sup>/m

### 6.3.- Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- ≡ Ul: Tensión compuesta en V
- ≡ Uf: Tensión simple en V
- ≡ Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- ≡ Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

- ≡ Rt = R1 + R2 + ... + Rn: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- ≡ Xt = X1 + X2 + ... + Xn: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para 0,01 ≤ t ≤ 0,1 s, y donde:

- ≡ I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- ≡ t: Tiempo de desconexión en s.
- ≡ C: Constante que depende del tipo de material.
- ≡ incrementoT: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- ≡ S: Sección en mm<sup>2</sup>

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

## 7.- CÁLCULOS

### 7.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- ⇒ Caída de tensión: 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, mientras que para instalaciones interiores distintas de vivienda, 3% para alumbrado y 5% para receptores de fuerza.
- ⇒ I<sub>max</sub>: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I <sub>z</sub> (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Grupo circuitos 1	M	5.98	1.00	Puente	H07V 3 G 10	40.0	26.0	0.0	1.0
Alumbrado - C1	M	2.30	1.00	20.0	H07V 3 G 2.5	17.5	10.0	1.5	2.6
Tomas de corriente - C2	M	3.50	0.95	20.0	H07V 3 G 2.5	17.5	16.0	2.3	3.4
Cocina - C3	M	5.75	1.00	20.0	H07V 3 G 6	30.0	25.0	1.6	2.6
Calentador C4	M	4.60	1.00	20.0	H07V 3 G 4	23.0	20.0	1.9	2.9
Tomas WC y Cocina - C5	M	3.68	1.00	20.0	H07V 3 G 2.5	17.5	16.0	2.5	3.5
Grupo circuitos 2	M	5.98	1.00	Puente	H07V 3 G 16	54.0	26.0	0.0	1.0
Tomas de corriente - C7	M	10.00	0.95	20.0	H07V 3 G 16	54.0	45.8	1.0	2.1

Cálculos de factores de corrección por canalización

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Grupo circuitos 1	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante	1.00
Alumbrado - C1	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm	1.00
Tomas de corriente - C2	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm	1.00
Cocina - C3	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 25 mm	1.00
Calentador C4	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm	1.00
Tomas WC y Cocina - C5	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 20 mm	1.00
Grupo circuitos 2	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante	1.00
Tomas de corriente - C7	Temperatura: 40 °C Caso A- Bajo tubo o conducto empotrado en pared aislante. DN: 32 mm	1.00

### 7.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- ⇒ I<sub>uso</sub> = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- ⇒ I<sub>n</sub> = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- ⇒ I<sub>z</sub> = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- ⇒ I<sub>tc</sub> = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- ⇒ P Calc = Potencia calculada.
- ⇒ Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

#### Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- ⇒  $I_{cu}$  = Intensidad de corte último del dispositivo.
- ⇒  $I_{cs}$  = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la  $I_{cc}$  en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- ⇒  $T_p$  = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- ⇒  $T_{\text{cable}}$  = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	I <sub>uso</sub> (A)	Protecciones	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x I <sub>z</sub> (A)
Grupo circuitos 1	5.98	M	26.0	IEC60269 gL/gG In: 32 A; Un: 400 V; I <sub>cu</sub> : 100 kA; Tipo gL/gG	40.0	51.2	58.0
				EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3		46.4	
Alumbrado - C1	2.30	M	10.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	17.5	14.5	25.4
Tomas de corriente - C2	3.50	M	16.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	17.5	23.2	25.4
Cocina - C3	5.75	M	25.0	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	30.0	36.3	43.5
Calentador C4	4.60	M	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	23.0	29.0	33.4
Tomas WC y Cocina - C5	3.68	M	16.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	17.5	23.2	25.4
Grupo circuitos 2	5.98	M	26.0	IEC60269 gL/gG In: 50 A; Un: 400 V; I <sub>cu</sub> : 100 kA; Tipo gL/gG	54.0	80.0	78.3
				EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3		72.5	
Tomas de corriente - C7	10.00	M	45.8	EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; I <sub>cu</sub> : 6 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	72.5	78.3

#### Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>cs</sub> (kA)	I <sub>cc</sub> máx mín (kA)	T <sub>cable</sub> CC máx CC mín (s)	T <sub>p</sub> CC máx CC mín (s)
Grupo circuitos 1	M	IEC60269 gL/gG In: 32 A; Un: 400 V; I <sub>cu</sub> : 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	2.6 2.5	0.20 0.21	0.02 0.02

		EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0				
Alumbrado - C1	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 0.5	< 0.1 0.33	- 0.02	
Tomas de corriente - C2	M	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 0.5	< 0.1 0.33	- 0.02	
Cocina - C3	M	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 0.9	< 0.1 0.54	- 0.02	
Calentador C4	M	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 0.7	< 0.1 0.41	- 0.02	
Tomas WC y Cocina - C5	M	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 0.5	< 0.1 0.33	- 0.02	
Grupo circuitos 2	M	IEC60269 gL/gG In: 50 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	2.6 2.5	0.51 0.52	0.02 0.02	
		EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0				
Tomas de corriente - C7	M	EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 1.6	0.52 1.40	0.02 0.02	

## 8.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

### 8.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará un conductor de cobre desnudo de 35 milímetros cuadrados de sección en anillo perimetral, embebido en la cimentación del edificio, con una longitud(L) de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho_0}{L} = \frac{2 \cdot 50}{20} = 5 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

Según la instrucción 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, para el sistema de protección contra contactos indirectos, mediante la puesta de las masas a tierra y el empleo de interruptores diferenciales, el valor de la resistencia de puesta a tierra garantizará que en caso de defecto no se alcance la tensión de contacto límite convencional sin que actúe la protección diferencial.

### 8.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

### 8.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Grupo circuitos 1	M	26.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	28.750	0.030
Grupo circuitos 2	M	26.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	28.750	0.030

siendo:

- ≡ Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- ≡ I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- ≡ Idef = Intensidad de defecto calculada.
- ≡ Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Grupo circuitos 1	M	26.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.002
Grupo circuitos 2	M	26.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.000

Badajoz , Octubre de 2006

Fdo.: El Arquitecto/s

## 12.- PLIEGO DE CONDICIONES

### 12.1.- Calidad de los materiales

#### 12.1.1.- Generalidades

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

#### 12.1.2.- Conductores eléctricos

##### Línea general de alimentación

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o de aluminio, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento de 0,6/1 kV. La sección mínima de dichos cables será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

Según ITC BT 14 en su apartado 1 las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

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

##### Derivaciones individuales

Según ITC BT 15 en su apartado 1, las derivaciones individuales estarán constituidas por:

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

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V. Para el caso de multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV. La sección mínima de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

##### Circuitos interiores

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 750 V.

La sección mínima de estos conductores será la fijada por la instrucción ITC BT 19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC BT 20.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción

mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

#### 12.1.3.- Conductores de neutro

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- ⇒ Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- ⇒ Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

#### 12.1.4.- Conductores de protección

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC BT 26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que estos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

#### 12.1.5.- Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- ⇒ Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- ⇒ Azul claro para el conductor neutro.
- ⇒ Amarillo - verde para el conductor de protección.
- ⇒ Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

#### 12.1.6.- Tubos protectores

##### Clases de tubos a emplear

Las líneas generales de alimentación se instalarán en tubos con grado de resistencia al choque no inferior a 7, según la Norma UNE 20324. Cuando la alimentación sea desde la red aérea y la CGP se coloque en fachada, los conductores de la línea general de alimentación estarán protegidos con tubo rígido aislante, curvable en caliente e incombustible, con grado de resistencia al choque no inferior a 7, desde la CGP hasta la centralización de contadores.

En edificios de hasta 12 viviendas por escalera, las derivaciones individuales se podrán instalar directamente empotradas con tubo flexible autoextinguible y no propagador de la llama. En los demás casos, discurrirán por el interior

de canaladuras empotradas o adosadas al hueco de la escalera, instalándose cada derivación individual en un tubo aislante rígido autoextinguible y no propagador de la llama, de grado de protección mecánica 5 si es rígido, y 7 si es flexible. La parte de las derivaciones individuales que discurra por fuera de la canaladura irá bajo tubo empotrado.

Los tubos empleados en la instalación interior de las viviendas serán aislantes flexibles normales en instalación empotrada.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- ⇒ 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- ⇒ 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

#### Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

## **12.2.- Normas de ejecución de las instalaciones**

### 12.2.1.- Colocación de tubos

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

#### Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

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

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará 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 m.

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

#### Tubos en montaje superficial

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

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### Tubos empotrados

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

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### 12.2.2.- Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

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 por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas

con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

#### 12.2.3.- Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

#### 12.2.4.- Aparatos de protección

##### Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

##### Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

##### Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

##### Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

##### Situación y composición

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

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.

##### Normas aplicables

### Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- ⇒ 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- ⇒ 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- ⇒ 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- ⇒ La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- ⇒ Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- ⇒ Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- ⇒ Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- ⇒ Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- ⇒ Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

#### Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- ⇒ Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- ⇒ Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- ⇒ Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- ⇒ Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

#### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

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

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

#### Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- ⇒ Protección por aislamiento de las partes activas.
- ⇒ Protección por medio de barreras o envolventes.
- ⇒ Protección por medio de obstáculos.
- ⇒ Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- ⇒ Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.



La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

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

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Donde:

- ⇒ R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- ⇒ Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- ⇒ Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

#### 12.2.5.- Instalaciones en cuartos de baño o aseo

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- ⇒ VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima del suelo.
- ⇒ VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- ⇒ VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- ⇒ VOLUMEN 3: Está limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

#### 12.2.6.- Red equipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férricos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

#### 12.2.7.- Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

##### Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

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.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

##### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

##### Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

##### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

#### 12.2.8.- Instalaciones en garajes

### Generalidades

Según lo indicado en la instrucción ITC BT 29 en su apartado 4.2 los talleres de reparación de vehículos y los garajes en que puedan estar estacionados más de cinco vehículos serán considerados como un emplazamiento peligroso de Clase I, y se les dará la distinción de zona 1, en la que se prevé que haya de manera ocasional la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas vapor o niebla.

Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:

- ⇒ Por tratarse de emplazamientos peligrosos, las instalaciones y equipos de garajes para estacionamiento de más de cinco vehículos deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción ITC-BT-29.
- ⇒ No se dispondrá dentro de los emplazamientos peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- ⇒ Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los emplazamientos peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el emplazamiento peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atravesase dicho emplazamiento.
- ⇒ Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 metros sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánica.
- ⇒ Los equipos eléctricos que se instalen deberán ser de las Categorías 1 ó 2.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

La ventilación, ya sea natural o forzada, se considera suficientemente asegurada cuando:

- ⇒ Ventilación natural: Admisible solamente en garajes con fachada al exterior en semisótano, o con "patio inglés". En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior de 0,5 por ciento de la superficie del local del garaje.
- ⇒ Ventilación forzada: Para todos los demás casos, o sea, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando se asegure una renovación mínima de aire de 15 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> de superficie del garaje.

Cuando la superficie del local en su conjunto sea superior a 1.000 m<sup>2</sup>, en los aparcamientos públicos debe asegurarse el funcionamiento de los dispositivos de renovación del aire, con un suministro complementario siendo obligatorio disponer de aparatos detectores de CO que accionen automáticamente la instalación de ventilación.

### 12.2.9.- Alumbrado

#### Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- ⇒ Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- ⇒ Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- ⇒ Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

#### Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas 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 dicho local.

### **12.3.- Pruebas reglamentarias**

#### 12.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

#### 12.3.2.- Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000xU$ , siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### **12.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

### **12.5.- Certificados y documentación**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

**12.6.- Libro de órdenes**

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

**13.- MEDICIONES**

## Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Rígido, 16 mm <sup>2</sup> . Unipolar	45.0
H07V Cobre Rígido, 10 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1.5
H07V Cobre Rígido, 2.5 mm <sup>2</sup> . Unipolar	180.0
H07V Cobre Rígido, 6 mm <sup>2</sup> . Unipolar	60.0
H07V Cobre Rígido, 4 mm <sup>2</sup> . Unipolar	60.0
H07V Cobre Rígido, 16 mm <sup>2</sup> . Unipolar	61.5

## Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 63 mm	15
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	1
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 20 mm	80
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 25 mm	20
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 32 mm	20

## Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 63 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	1
IEC60269 gL/gG In: 32 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	1
IEC60269 gL/gG In: 50 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	1

Magnetotérmicos	Cantidad
EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	2
EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	2

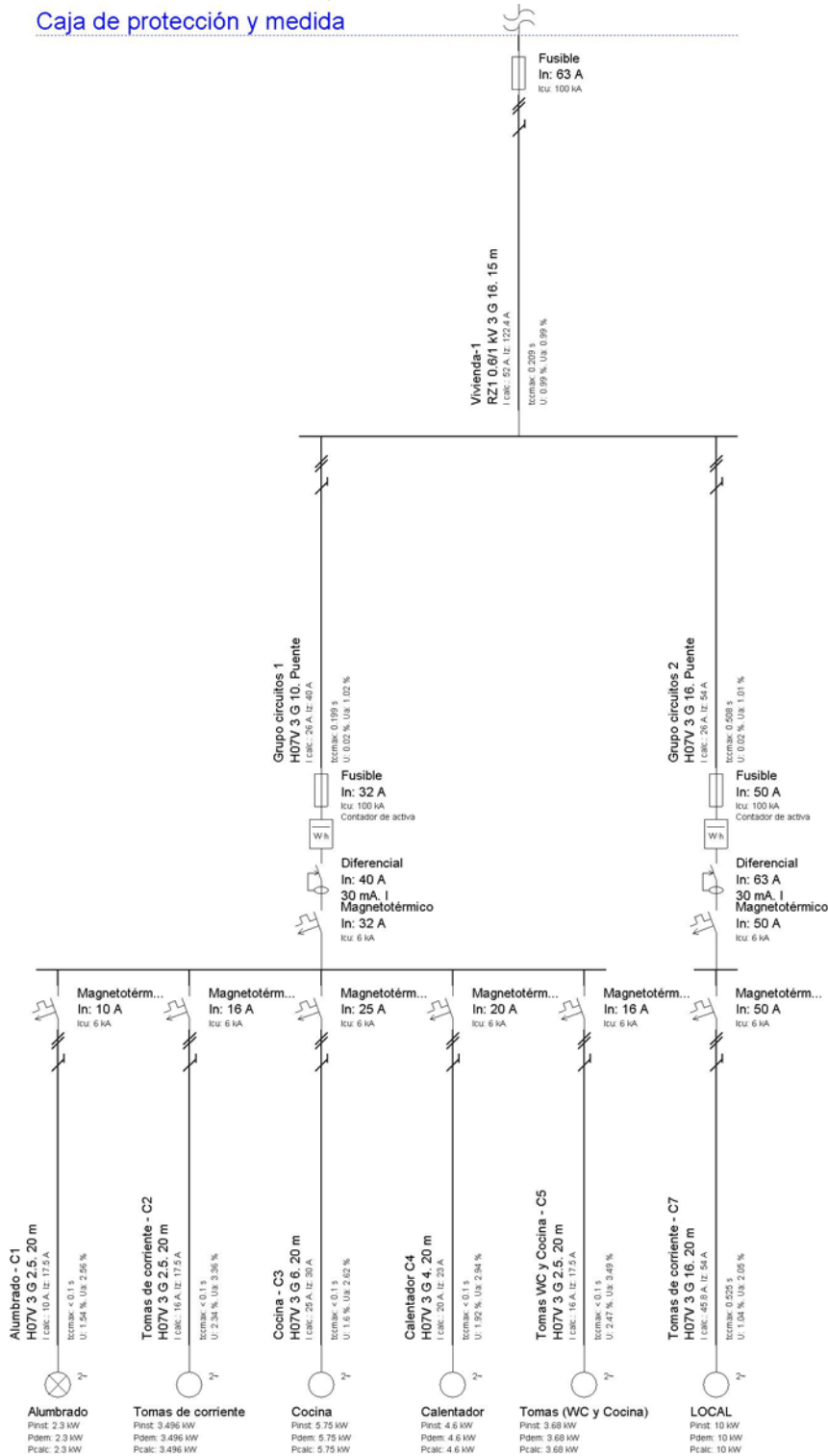
Diferenciales	Cantidad
IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	1

IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	1
---	---

Aparatos de medida	Cantidad
Contadores	2
Contador de activa	

## ESQUEMA ELÉCTRICO

Caja de protección y medida



Almendralejo, octubre de 2006

EL ARQUITECTO

Juan Antonio Martínez Saura  
Coleg. 10.906-1





