

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com



MEMORIA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

PROYECTO BÁSICO, DE EJECUCIÓN Y DE ACTIVIDAD DE **AMPLIACIÓN CENTRO DE SALUD DE UTEBO**

Promotor: **Servicio Aragonés de Salud**

Emplazamiento: Avenida de Navarra, nº 15. 50180, Utebo, ZARAGOZA.

Arquitecto: Joaquín Liarte Camacho, Jesús Mª Villar Quintana y Claudia Liarte Casanova

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

2. TITULAR

Nombre: Servicio Aragonés de Salud
Dirección: Plaza de la Convivencia, 2.
Población: Zaragoza
Provincia: Zaragoza
Código postal: 50017

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Dirección: Avenida de Navarra, 15.
Población: Utebo
Provincia: Zaragoza
C.P: 50180

4. LEGISLACIÓN APLICABLE

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

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparatación de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación comprendida en este proyecto parte del cuadro general de protección existente situado en planta baja, desde el que se introducirá un nuevo cuadro secundario al que denominaremos CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN, con una ampliación de potencia instalada equivalente a 15.80Kw.

En lo que a este proyecto respecta, se prevé la conservación del resto de cuadros (cuadros de planta), así como las protecciones y líneas existentes.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general para la protección contra sobrecorrientes.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

6. POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la ampliación desarrollada en este proyecto será:

Potencia total demandada: **16.30 kW**

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	3.00	3.00
Emergencia	0.50	0.50
Tomas de uso general	5.00	5.00
Motor	7.80	7.80

7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:

7.1. Cuadro general de distribución AMPLIACIÓN

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	3F+N	16.30	1.00	35.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10) Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Iluminación P1	F+N	1.50	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Iluminación P2	F+N	1.50	1.00	15.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Tomas de corriente P1	F+N	2.50	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Tomas de corriente P2	F+N	2.50	1.00	15.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Alumbrado emergencias	F+N	0.50	1.00	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Bomba de calor 1	F+N	3.00	1.00	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
Bomba de calor 2	F+N	3.00	1.00	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
Intercambiador	F+N	0.80	1.00	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
Unidad interior 1	F+N	0.25	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Unidad interior 2	F+N	0.25	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Unidad interior 3	F+N	0.25	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
Unidad interior 4	F+N	0.25	1.00	25.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Iluminación P1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Iluminación P2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Tomas de corriente P1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Tomas de corriente P2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Alumbrado emergencias	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
Bomba de calor 1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Bomba de calor 2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Intercambiador	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Esquemas	Tipo de instalación
Unidad interior 1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Unidad interior 2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Unidad interior 3	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Unidad interior 4	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

8. 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 su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Todos los receptores y partes metálicas de la instalación no sometidos a tensión, se unirán a la red de tierras existente en el edificio.

El tipo y profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de 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 0.5 m. Además, en los lugares en los que exista riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de la parte superior del electrodo de 0.8 m.

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

La instalación está alimentada por una red de distribución según el esquema de conexión a tierra TT (neutro a tierra).

RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en local o emplazamiento conductor o de 50 V en el resto de los casos.

En la tapa de la caja donde se aloja el borne de tierra se rotulará el valor de la medición y de la fecha en que se hizo.

REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

La instalación de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

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

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

9. CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CÁLCULO

9.1. 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:

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

1. Intensidad nominal en servicio trifásico:

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

9.2. Caída de tensión

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$

Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$

Con:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (Ω), ver apartado (A)
- X Reactancia de la línea (Ω), ver apartado (C)
- φ Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha(\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S$$

Con:

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (Ω)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (Ω)
- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- θ Temperatura máxima en servicio prevista en el cable ($^{\circ}\text{C}$), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C ($\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$)
- S Sección del conductor (mm^2)
- L Longitud de la línea (m)

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$$c = (1 + Y_s + Y_p) \cong 1,02$$

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

Con:

- T Temperatura real estimada en el conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- $T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento ($^{\circ}\text{C}$)
- T_0 Temperatura ambiente del conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- I Intensidad prevista para el conductor (A)
- $I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 R$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 R$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 R$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm^2 , la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

9.3. Corrientes de cortocircuito

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$
- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I_k'' = I_{k3}''$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_k'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Con:

- c Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0
- U_n Tensión nominal fase-fase V
- Z_k Impedancia de cortocircuito equivalente mΩ

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I_{k2}'' = \frac{cU_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{cU_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3}''$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I_{kE2E}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|Z_{(1)} + 2Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I_{k1}'' , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|2Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

10. CÁLCULOS

10.1. Sección de las líneas

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

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 3%: para circuitos de alumbrado.
 - 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 4.5%: para circuitos de alumbrado.
 - 6.5%: para el resto de circuitos.

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

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	3F+N	16.30	1.00	35.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	49.14	24.61	0.77	0.97

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm	0.91	-	-	1.00

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Iluminación P1	F+N	1.50	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	6.50	1.13	2.10
Iluminación P2	F+N	1.50	1.00	15.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	6.50	0.68	1.65
Tomas de corriente P1	F+N	2.50	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	10.83	1.93	2.90
Tomas de corriente P2	F+N	2.50	1.00	15.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	10.83	1.16	2.13
Alumbrado emergencias	F+N	0.50	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	17.29	2.17	0.50	1.47
Bomba de calor 1	F+N	3.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	31.85	16.24	1.46	2.43
Bomba de calor 2	F+N	3.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	31.85	16.24	1.46	2.43
Intercambiador	F+N	0.80	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	31.85	4.33	0.37	1.35

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Unidad interior 1	F+N	0.25	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	1.35	0.23	1.21
Unidad interior 2	F+N	0.25	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	1.35	0.23	1.21
Unidad interior 3	F+N	0.25	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	1.35	0.23	1.21
Unidad interior 4	F+N	0.25	1.00	25.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	23.66	1.35	0.23	1.21

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Iluminación P1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Iluminación P2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Tomas de corriente P1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Tomas de corriente P2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Alumbrado emergencias	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.91	-	-	1.00
Bomba de calor 1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Bomba de calor 2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Intercambiador	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Unidad interior 1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Unidad interior 2	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Unidad interior 3	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Unidad interior 4	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00

10.2. Cálculo de los dispositivos de protección

Sobrecarga

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

Con:

I_B Intensidad de diseño del circuito

I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección

I_Z Intensidad permanente admisible del cable

I_2 Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección

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:

$$I_{cu} > I_{CCm\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > I_{CCm\acute{a}x}$$

Con:

$I_{CCm\acute{a}x}$ Máxima intensidad de cortocircuito prevista

I_{cu} Poder de corte último

I_{cs} Poder de corte de servicio

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:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

Con:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito

t_{cc} Tiempo de duración del cortocircuito

S_{cable} Sección del cable

k Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A

t_{cable} Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible

Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad $k^2 S^2$ debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar ($I^2 t$) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

$I^2 t$ Energía específica pasante del dispositivo de protección

S Tiempo de duración del cortocircuito

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

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

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	3F+N	16.30	24.61	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	49.14	58.00	71.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	11.24 1.31	0.02 1.20	<0.10 <0.10

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Iluminación P1	F+N	1.50	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	14.50	34.31
Iluminación P2	F+N	1.50	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	14.50	34.31
Tomas de corriente P1	F+N	2.50	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31
Tomas de corriente P2	F+N	2.50	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31
Alumbrado emergencias	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	17.29	14.50	25.07
Bomba de calor 1	F+N	3.00	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C	31.85	29.00	46.18
Bomba de calor 2	F+N	3.00	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C	31.85	29.00	46.18
Intercambiador	F+N	0.80	4.33	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	31.85	23.20	46.18
Unidad interior 1	F+N	0.25	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31
Unidad interior 2	F+N	0.25	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31
Unidad interior 3	F+N	0.25	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31
Unidad interior 4	F+N	0.25	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	23.66	23.20	34.31

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Iluminación P1	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10
Iluminación P2	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.63	0.02 0.32	<0.10 <0.10
Tomas de corriente P1	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10
Tomas de corriente P2	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.63	0.02 0.32	<0.10 <0.10
Alumbrado emergencias	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 10 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.37	0.01 0.34	<0.10 <0.10
Bomba de calor 1	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.69	0.05 0.68	<0.10 <0.10
Bomba de calor 2	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 20 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.69	0.05 0.68	<0.10 <0.10
Intercambiador	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.69	0.05 0.68	<0.10 <0.10
Unidad interior 1	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10
Unidad interior 2	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10
Unidad interior 3	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10
Unidad interior 4	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 16 A; Icu: 15 kA; Curva: C	15.00	15.00	2.53 0.45	0.02 0.63	<0.10 <0.10

11. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

11.1. Resistencia de la puesta a tierra de las masas

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 15.00 Ω.

11.2. Resistencia de la puesta a tierra del neutro

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 10.00 Ω.

11.3. Protección contra contactos indirectos

Esquema de conexión a tierra TT

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

La intensidad de defecto se puede calcular mediante la expresión:

$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Con:

- I_d Corriente de defecto
- U_0 Tensión entre fase y neutro
- R_A Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas
- R_B Resistencia de la toma de tierra del neutro, sea del transformador o de la línea de alimentación

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.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Iluminación P1	F+N	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30
Iluminación P2	F+N	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.16	0.30
Tomas de corriente P1	F+N	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30
Tomas de corriente P2	F+N	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.16	0.30
Alumbrado emergencias	F+N	2.17	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.10	0.30
Bomba de calor 1	F+N	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.17	0.30
Bomba de calor 2	F+N	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.17	0.30
Intercambiador	F+N	4.33	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.17	0.30
Unidad interior 1	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30
Unidad interior 2	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30
Unidad interior 3	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30
Unidad interior 4	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	9.12	0.30

Con:

$I_{\Delta N}$ Corriente diferencial-residual asignada al DDR.

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	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodisparo}}$ (A)	I_f (A)
Iluminación P1	F+N	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Iluminación P2	F+N	6.50	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Tomas de corriente P1	F+N	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Tomas de corriente P2	F+N	10.83	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Alumbrado emergencias	F+N	2.17	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Bomba de calor 1	F+N	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Bomba de calor 2	F+N	16.24	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Intercambiador	F+N	4.33	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Unidad interior 1	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Unidad interior 2	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Protecciones	I _{nodisparo} (A)	I _f (A)
Unidad interior 3	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158
Unidad interior 4	F+N	1.35	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 40 A; Icu: 15 kA; Curva: C	0.150	0.0158

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

Las líneas de alimentación a cuadros de distribución estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV.

Las líneas de alimentación a puntos de luz y tomas de corriente de otros usos estarán constituidas por conductores de cobre unipolares aislados del tipo H07V-R.

Las líneas de alumbrado de urbanización estarán constituidas por conductores de cobre aislados de 0,6/1 kV.

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 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.

12.1.4. Conductores de protección

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

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.

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

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.

Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

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.

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

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 mm² 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

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)

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes se ajustarán a la norma IEC 60898-1. 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 60947-2.

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 (In).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y I 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 60269-1

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 60947-2.

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]

Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA

admin@liarquitectura.com

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 féreos, 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 MI-BT 017 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 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² 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 derivaciones desde éste. 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. 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.

LIARQUITECTURA

[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]

Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA

admin@liarquitectura.com

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 $1000 \times U$, 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.

LIARQUITECTURA


[J. Liarte + J. Villar + C. Liarte]
Pº Independencia, 24-26, 9º 4ª, 50004 ZARAGOZA
admin@liarquitectura.com

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.

Zaragoza, Noviembre de 2022

Los arquitectos



JOAQUÍN LIARTE



JESÚS VILLAR



CLAUDIA LIARTE