AM0 INSTALACIÓN ELECTRÍCA

1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.- TITULAR

3.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

4.- LEGISLACIÓN APLICABLE

5.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

6.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

7.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:
- **7.1.- Origen de la instalación**
- **7.2.- Derivación individual**
- **7.3.- Cuadro general de distribución**

8.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

9.- CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CÁLCULO
- **9.1.- Intensidad máxima admisible**
- **9.2.- Caída de tensión**
- **9.3.- Corrientes de cortocircuito**
- **9.4.- Protección contra sobretensiones**

10.- CÁLCULOS
- **10.1.- Sección de las líneas**
- **10.2.- Cálculo de los dispositivos de protección**

11.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA
- **11.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas**
- **11.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro**
- **11.3.- Protección contra contactos indirectos**

12.- PLIEGO DE CONDICIONES
- **12.1.- Calidad de los materiales**
  - 12.1.1.- Generalidades
  - 12.1.2.- Conductores eléctricos
  - 12.1.3.- Conductores de neutro
  - 12.1.4.- Conductores de protección
  - 12.1.5.- Identificación de los conductores
  - 12.1.6.- Tubos protectores
- **12.2.- Normas de ejecución de las instalaciones**
  - 12.2.1.- Colocación de tubos
  - 12.2.2.- Cajas de empalme y derivación
  - 12.2.3.- Aparatos de mando y maniobra
  - 12.2.4.- Aparatos de protección
  - 12.2.5.- Instalaciones en cuartos de baño o aseo
  - 12.2.6.- Red equipotencial
  - 12.2.7.- Instalación de puesta a tierra

12.2.8.- Alumbrado
12.3.- Pruebas reglamentarias
12.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra
12.3.2.- Resistencia de aislamiento
12.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad
12.5.- Certificados y documentación
12.6.- Libro de órdenes
13.- CUADRO DE RESULTADOS
14.- CABLEADO ESTRUCTURADO

1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto técnico es especificar los elementos que componen la instalación eléctrica de la fase III de ampliación del CEIP Miguel de Cervantes en Getafe, 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: D.G. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN

3.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Dirección: CEIP MIGUEL DE CERVANTES. Fase III.

Población: GETAFE

Provincia: MADRID

C.P: 28906

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 sobreintensidades.
- UNE-EN 60947-2: Aparamenta 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 sobreintensidades.
- 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 se plantea como una derivación individual del cuadro general de la fase anterior.

Además, se dispone un suministro complementario alimentado por grupo electrógeno, con sus correspondientes dispositivos de protección.

Este grupo electrógeno, además, da servicio a los suministros de socorro de los cuadros generales del módulo de infantil y la fase anterior (2) de primaria del colegio.

En el presente proyecto se incluyen las lineas de conexionado y cuadro de socorro del grupo para la fase III.

6.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total demandada: **52.79 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:

DI con contador eléctrico principal VE

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	21.55	21.55

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Emergencia	0.80	0.80
Tomas de uso general	39.00	24.60
Motor	22.40	23.21

7.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:

7.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito trifásica en cabecera de: 12.00 kA.

El tipo de línea de alimentación será: RZ1MZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35).

Respecto al suministro complementario, trabajará con una tensión nominal y una intensidad de cortocircuito iguales a las del suministro principal.

El tipo de línea de alimentación complementaria será:

Referencia	Tipo de línea de alimentación
Grupo amp. 3	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)

7.2.- Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	1.00	0.50	Fusible, Tipo gL/gG; In: 100 A; Icu: 20 kA Contador Diferencial, Selectivo; In: 100.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 100 A; Icu: 10 kA; Curva: C Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp}: 100 kA; U_p: 2.5 kV

- 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
DI con contador eléctrico principal VE	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 75 mm

7.3.- Cuadro general de distribución

DI con contador eléctrico principal VE

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	1.00	0.50	Fusible, Tipo gL/gG; In: 100 A; Icu: 20 kA Contador Diferencial, Selectivo; In: 100.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 100 A; Icu: 10 kA; Curva: C Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp}: 100 kA; U_p: 2.5 kV
A1	F+N	2.16	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
E1	F+N	0.10	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A1EXT	F+N	0.47	1.00	70.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A5	F+N	0.50	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
E2	F+N	0.10	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A2-EXT	F+N	0.21	1.00	70.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A3	F+N	2.16	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A6	F+N	0.58	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
E3	F+N	0.10	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
S1	F+N	2.35	1.00	15.00	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A7	F+N	0.83	1.00	25.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
F1	F+N	1.80	1.00	50.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
F2	F+N	1.80	1.00	50.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
F3	F+N	1.80	1.00	50.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
REC1	F+N	0.60	1.00	45.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
EXT	F+N	0.35	1.00	20.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 3 A; poder de corte: 2 kA Contactor
PT1	F+N	3.60	1.00	60.00	Cable, H07V-K Eca 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C
REC2	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
REC3	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
REC4	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
A1	F+N	2.16	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A4	F+N	0.58	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
E1	F+N	0.10	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
A2	F+N	2.16	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A5	F+N	0.50	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
E2	F+N	0.10	1.00	55.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A3	F+N	2.16	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A6	F+N	0.58	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
E3	F+N	0.10	1.00	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
S1	F+N	2.35	1.00	15.00	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
A7	F+N	0.83	1.00	25.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
F1	F+N	1.80	1.00	60.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
F2	F+N	1.80	1.00	60.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
F3	F+N	1.80	1.00	60.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)] Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
REC1	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
EXT	F+N	0.35	1.00	20.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 3 A; poder de corte: 2 kA Contactor

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
PT1	F+N	3.60	1.00	60.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x4) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C
REC2	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
REC3	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
REC4	F+N	0.60	1.00	40.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA Contactor
AC	F+N	0.10	1.00	5.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
EC	F+N	0.10	1.00	5.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
B1	F+N	1.50	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA Contactor
B2	F+N	1.50	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA Contactor
B3	F+N	1.50	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA Contactor
B4	F+N	1.50	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA Contactor
FCALD	F+N	1.80	1.00	15.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
CENT	F+N	0.50	1.00	5.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
CONTROL	F+N	1.00	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
CALD	F+N	1.00	1.00	10.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
A4 Baja	F+N	0.58	1.00	55.00	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A2 Baja	F+N	2.16	1.00	55.00	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5)
Apci	F+N	0.10	1.00	5.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
Epci	F+N	0.10	1.00	5.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
Bpci	3F+N	5.00	1.00	10.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5 Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA Contactor
Bpci2	F+N	2.00	1.00	10.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5) Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 2 kA Contactor
Fpci	F+N	1.80	1.00	15.00	Cable, H07V-K Eca 3(1x2.5) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C
CPCI	F+N	0.50	1.00	5.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
A4 prim	F+N	0.58	1.00	55.00	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 3(1x1.5)
A2 prim	F+N	2.16	1.00	55.00	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C Cable, H07V-K Eca 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
DI con contador eléctrico principal VE	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 75 mm
A1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
E1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A1EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A5	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
E2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A2-EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
A6	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
E3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
S1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

Esquemas	Tipo de instalación
A7	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
F1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
F2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
F3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
REC1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
PT1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
REC2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
REC3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
REC4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
A4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
E1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
A5	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
E2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
A6	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
E3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

Esquemas	Tipo de instalación
S1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A7	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
F1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
F2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
F3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
REC1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
PT1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
REC2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
REC3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
REC4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
AC	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
EC	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
B1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
B2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
B3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
B4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
FCALD	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
CENT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

Esquemas	Tipo de instalación
CONTROL	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
CALD	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A4 Baja	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A2 Baja	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Apci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
Epci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
Bpci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
Bpci2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
Fpci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
CPCI	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A4 prim	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
A2 prim	B1: Conductores aislados, pared de madera 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.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno.

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 LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Constitución: Terreno sin especificar
- Resistividad: 15.00 Ω

RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Constitución: Terreno sin especificar
- Resistividad: 10.00 Ω

TOMA DE TIERRA

No se especifica.

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:

1. Intensidad nominal en servicio trifásico:

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:

Caída de tensión en monofásico:

Caída de tensión en trifásico:

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:

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)*
- Ys Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Yp Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $°C^{-1}$
- θ Temperatura máxima en servicio prevista en el cable (°C), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C *($\Omega\, mm^2 / m$)*
- 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.

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:

[17]

Con:

T Temperatura real estimada en el conductor *(°C)*

$T_{máx}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento *(°C)*

T_0 Temperatura ambiente del conductor *(°C)*

I Intensidad prevista para el conductor *(A)*

$I_{máx}$ 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 ≤ 120 mm²	X ≈ 0
S = 150 mm²	X ≈ 0.15 R
S = 185 mm²	X ≈ 0.20 R
S = 240 mm²	X ≈ 0.25 R

Para secciones menores de o iguales a 120 mm², 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.

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:

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:

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:

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:

9.4.- Protección contra sobretensiones

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES TRANSITORIAS

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

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:

Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	1.00	0.50	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35)	131.04	78.00	0.01	-

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 (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
DI con contador eléctrico principal VE	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 75 mm	0.91	-	-	1.00

DI con contador eléctrico principal VE

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	1.00	0.50	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35)	131.04	78.00	0.01	-
A1	F+N	2.16	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.61	3.68
E1	F+N	0.10	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.27	0.34
A1EXT	F+N	0.47	1.00	70.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.03	1.62	1.70
A5	F+N	0.50	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.18	1.38	1.43
E2	F+N	0.10	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.27	0.33

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
A2-EXT	F+N	0.21	1.00	70.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.90	0.72	0.78
A3	F+N	2.16	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.28	3.35
A6	F+N	0.58	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.49	1.43	1.50
E3	F+N	0.10	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.25	0.32
S1	F+N	2.35	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	12.74	1.36	1.44
A7	F+N	0.83	1.00	25.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	3.60	1.04	1.12
F1	F+N	1.80	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	16.97	7.79	2.73	2.79
F2	F+N	1.80	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	43.85	7.79	0.89	0.94
F3	F+N	1.80	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	43.85	7.79	0.89	0.94
REC1	F+N	0.60	1.00	45.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	1.00	1.06
EXT	F+N	0.35	1.00	20.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	1.91	0.26	0.31
PT1	F+N	3.60	1.00	60.00	H07V-K Eca 3[3(1x2.5)]	43.85	15.59	2.17	2.22
REC2	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
REC3	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
REC4	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
A1	F+N	2.16	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.61	3.68
A4	F+N	0.58	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.49	1.57	1.65
E1	F+N	0.10	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.27	0.35
A2	F+N	2.16	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.61	3.68
A5	F+N	0.50	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.18	1.38	1.45
E2	F+N	0.10	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.27	0.35
A3	F+N	2.16	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.28	3.35
A6	F+N	0.58	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.49	1.43	1.50
E3	F+N	0.10	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.25	0.32
S1	F+N	2.35	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	12.74	1.36	1.43
A7	F+N	0.83	1.00	25.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	3.60	1.04	1.10
F1	F+N	1.80	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	43.85	7.79	1.07	1.13
F2	F+N	1.80	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	43.85	7.79	1.07	1.13
F3	F+N	1.80	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	43.85	7.79	1.07	1.13

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
REC1	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.95
EXT	F+N	0.35	1.00	20.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	1.91	0.26	0.31
PT1	F+N	3.60	1.00	60.00	H07V-K Eca 3(1x4)	27.84	15.59	4.15	4.20
REC2	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
REC3	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
REC4	F+N	0.60	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	3.25	0.89	0.96
AC	F+N	0.10	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.02	0.09
EC	F+N	0.10	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.02	0.09
B1	F+N	1.50	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	8.12	0.57	0.65
B2	F+N	1.50	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	8.12	0.57	0.65
B3	F+N	1.50	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	8.12	0.57	0.65
B4	F+N	1.50	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	8.12	0.57	0.65
FCALD	F+N	1.80	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	7.79	0.81	0.89
CENT	F+N	0.50	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.17	0.12	0.20
CONTROL	F+N	1.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	4.33	0.50	0.57
CALD	F+N	1.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	4.33	0.30	0.37
A4 Baja	F+N	0.58	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.49	1.57	1.60
A2 Baja	F+N	2.16	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.61	3.63
Apci	F+N	0.10	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.02	0.10
Epci	F+N	0.10	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.43	0.02	0.10
Bpci	3F+N	5.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	25.48	9.02	0.32	0.43
Bpci2	F+N	2.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	28.21	10.83	0.76	0.87
Fpci	F+N	1.80	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	7.79	0.81	0.90
CPCI	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	20.93	2.17	0.12	0.21
A4 prim	F+N	0.58	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	15.23	2.49	1.57	1.60
A2 prim	F+N	2.16	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	20.88	9.35	3.61	3.63

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 (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
DI con contador eléctrico principal VE	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 75 mm	0.91	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
A1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
E1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A1EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A5	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
E2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A2-EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
A6	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
E3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
S1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A7	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
F1	A1: Conductores aislados, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
F2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
F3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
REC1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
PT1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
REC2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
REC3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
REC4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
A4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
E1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
A5	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
E2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
A6	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
E3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
S1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A7	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
F1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
F2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
F3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	0.70
REC1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
EXT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
PT1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
REC2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
REC3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
REC4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
AC	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
EC	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
B1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
B2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
B3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
B4	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
FCALD	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
CENT	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
CONTROL	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
CALD	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
A4 Baja	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A2 Baja	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
Apci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
Epci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
Bpci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
Bpci2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.91	-	-	1.00
Fpci	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
CPCI	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.91	-	-	1.00
A4 prim	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
A2 prim	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	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:

$$I_{cu} > Icc_{máx}$$

$$I_{cs} > Icc_{máx}$$

Con:

- $Icc_{máx}$ 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:

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^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

- I^2t Energía específica pasante del dispositivo de protección
- S Tiempo de duración del cortocircuito

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.

El cálculo de los dispositivos de protección contra sobrecarga, cortocircuito y sobretensiones de la instalación se resume en las siguientes tablas:

<u>Derivación individual</u>

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	78.00	Fusible, Tipo gL/gG; In: 100 A; Icu: 20 kA	131.04	160.00	190.01

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)	T_D $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 100 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	3.23 0.92	2.39 29.30	<0.10 0.45

Sobretensiones

Esquemas	Polaridad	Protecciones
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp}: 100 kA; U_p: 2.5 kV

DI con contador eléctrico principal VE

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	52.79	78.00	Fusible, Tipo gL/gG; In: 100 A; Icu: 20 kA	131.04	160.00	190.01
A1	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
E1	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A1EXT	F+N	0.47	2.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A5	F+N	0.50	2.18	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
E2	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A2-EXT	F+N	0.21	0.90	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A3	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
A6	F+N	0.58	2.49	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
E3	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
S1	F+N	2.35	12.74	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA	20.88	18.85	30.28
A7	F+N	0.83	3.60	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
F1	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	16.97	14.50	24.60
F2	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	14.50	63.58
F3	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	14.50	63.58
REC1	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
EXT	F+N	0.35	1.91	Guardamotor, ; intensidad nominal: 3 A; poder de corte: 2 kA	20.88	3.63	30.28
PT1	F+N	3.60	15.59	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	23.20	63.58
REC2	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
REC3	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
REC4	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
A1	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
A4	F+N	0.58	2.49	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
E1	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A2	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
A5	F+N	0.50	2.18	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
E2	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A3	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
A6	F+N	0.58	2.49	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
E3	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
S1	F+N	2.35	12.74	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA	20.88	18.85	30.28
A7	F+N	0.83	3.60	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
F1	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	14.50	63.58

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
F2	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	14.50	63.58
F3	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	43.85	14.50	63.58
REC1	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
EXT	F+N	0.35	1.91	Guardamotor, ; intensidad nominal: 3 A; poder de corte: 2 kA	20.88	3.63	30.28
PT1	F+N	3.60	15.59	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37
REC2	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
REC3	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
REC4	F+N	0.60	3.25	Guardamotor, ; intensidad nominal: 4 A; poder de corte: 2 kA	20.88	5.80	30.28
AC	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
EC	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
B1	F+N	1.50	8.12	Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA	20.88	14.50	30.28
B2	F+N	1.50	8.12	Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA	20.88	14.50	30.28
B3	F+N	1.50	8.12	Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA	20.88	14.50	30.28
B4	F+N	1.50	8.12	Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA	20.88	14.50	30.28

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
FCALD	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
CENT	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
CONTROL	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
CALD	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
A4 Baja	F+N	0.58	2.49	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A2 Baja	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
Apci	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
Epci	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
Bpci	3F+N	5.00	9.02	Guardamotor, ; intensidad nominal: 10 A; poder de corte: 2 kA	25.48	14.50	36.95
Bpci2	F+N	2.00	10.83	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 2 kA	28.21	18.85	40.90
Fpci	F+N	1.80	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28
CPCI	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.93	14.50	30.35

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	1.45 x I_z (A)
A4 prim	F+N	0.58	2.49	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08
A2 prim	F+N	2.16	9.35	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	20.88	14.50	30.28

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)	T_D $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 100 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	3.23 0.92	2.39 29.30	<0.10 0.45
A1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.28	0.02 1.05	<0.10 <0.10
E1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
A1EXT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.15	0.01 1.33	<0.10 <0.10
A5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
E2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
A2-EXT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.15	0.01 1.33	<0.10 <0.10
A3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.30	0.02 0.90	<0.10 <0.10
A6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.20	0.01 0.74	<0.10 <0.10
E3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.20	0.01 0.74	<0.10 <0.10
S1	F+N	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA	3.00	-	1.95 0.65	0.02 0.20	<0.10 <0.10
A7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.35	0.01 0.25	<0.10 <0.10
F1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.30	0.02 0.90	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	$T_{Cable\ cc_{máx}\ cc_{mín}}$ (s)	$T_{D\ cc_{máx}\ cc_{mín}}$ (s)
F2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.62	0.20 1.96	<0.10 <0.10
F3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.62	0.20 1.96	<0.10 <0.10
REC1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.33	0.02 0.77	<0.10 <0.10
EXT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.02 0.26	<0.10 <0.10
PT1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.20 2.39	<0.10 <0.10
REC2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
REC3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
REC4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
A1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.28	0.02 1.05	<0.10 <0.10
A4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
E1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
A2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.28	0.02 1.05	<0.10 <0.10
A5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
E2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.19	0.01 0.87	<0.10 <0.10
A3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.30	0.02 0.90	<0.10 <0.10
A6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.20	0.01 0.74	<0.10 <0.10
E3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.20	0.01 0.74	<0.10 <0.10
S1	F+N	Guardamotor, ; intensidad nominal: 13 A; poder de corte: 3 kA	3.00	-	1.95 0.65	0.02 0.20	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	$T_{Cable\ cc_{máx}\ cc_{mín}}$ (s)	$T_{D\ cc_{máx}\ cc_{mín}}$ (s)
A7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.35	0.01 0.25	<0.10 <0.10
F1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.20 2.39	<0.10 <0.10
F2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.20 2.39	<0.10 <0.10
F3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.20 2.39	<0.10 <0.10
REC1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
EXT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.56	0.02 0.26	<0.10 <0.10
PT1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.37	0.06 1.54	<0.10 <0.10
REC2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
REC3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
REC4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.65	<0.10 <0.10
AC	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.83	0.01 0.04	<0.10 <0.10
EC	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.83	0.01 0.04	<0.10 <0.10
B1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.77	0.02 0.14	<0.10 <0.10
B2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.77	0.02 0.14	<0.10 <0.10
B3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.77	0.02 0.14	<0.10 <0.10
B4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.77	0.02 0.14	<0.10 <0.10
FCALD	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.65	0.02 0.20	<0.10 <0.10
CENT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.83	0.01 0.04	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)	T_D $cc_{máx}$ $cc_{mín}$ (s)
CONTROL	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.62	0.01 0.08	<0.10 <0.10
CALD	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.77	0.02 0.14	<0.10 <0.10
A4 Baja	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.16	0.01 1.14	<0.10 <0.10
A2 Baja	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.22	0.02 1.67	<0.10 <0.10
Apci	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.39	0.01 0.19	<0.10 <0.10
Epci	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.39	0.01 0.19	<0.10 <0.10
Bpci	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	3.22 0.30	0.01 1.38	<0.10 <0.10
Bpci2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.37	0.03 0.92	<0.10 <0.10
Fpci	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.36	0.02 0.64	<0.10 <0.10
CPCI	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.38	0.01 0.31	<0.10 <0.10
A4 prim	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.16	0.01 1.14	<0.10 <0.10
A2 prim	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.00	-	1.95 0.22	0.02 1.67	<0.10 <0.10

Sobretensiones

Esquemas	Polaridad	Protecciones
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp}: 100 kA; U_p: 2.5 kV

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:

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)
A1	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.04	0.03
E1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A1EXT	F+N	2.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.85	0.03
A5	F+N	2.18	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
E2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A2-EXT	F+N	0.90	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.85	0.03
A3	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.05	0.03
A6	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.95	0.03
E3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.95	0.03
S1	F+N	12.74	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
A7	F+N	3.60	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
F1	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.05	0.03
F2	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.16	0.03
F3	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.16	0.03
REC1	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.07	0.03
EXT	F+N	1.91	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.15	0.03
PT1	F+N	15.59	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.15	0.03
REC2	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
REC3	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
REC4	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
A1	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.04	0.03

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
A4	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
E1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A2	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.04	0.03
A5	F+N	2.18	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
E2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A3	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.05	0.03
A6	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.95	0.03
E3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.95	0.03
S1	F+N	12.74	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
A7	F+N	3.60	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
F1	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.15	0.03
F2	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.15	0.03
F3	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	9.15	0.03
REC1	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
EXT	F+N	1.91	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.15	0.03
PT1	F+N	15.59	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.09	0.03
REC2	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
REC3	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
REC4	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.08	0.03
AC	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
EC	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
B1	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
B2	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
B3	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
B4	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
FCALD	F+N	7.79	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	9.16	0.03
CENT	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	9.18	0.03
CONTROL	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
CALD	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
A4 Baja	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A2 Baja	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.04	0.03
Apci	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
Epci	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
Bpci	3F+N	9.02	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.17	0.03
Bpci2	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.17	0.03
Fpci	F+N	7.79	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	9.16	0.03
CPCI	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	9.18	0.03
A4 prim	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.93	0.03
A2 prim	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.04	0.03

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	$I_{nodisparo}$ (A)	I_f (A)
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	78.00	Selectivo; In: 100.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC	0.150	0.1399
A1	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
E1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
A1EXT	F+N	2.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
A5	F+N	2.18	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
E2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
A2-EXT	F+N	0.90	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
A3	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
A6	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
E3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
S1	F+N	12.74	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019
A7	F+N	3.60	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019
F1	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0024
F2	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0072
F3	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0072
REC1	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0117
EXT	F+N	1.91	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0117
PT1	F+N	15.59	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0117
REC2	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
REC3	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
REC4	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
A1	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{nodisparo}$ (A)	I_f (A)
A4	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079
E1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079
A2	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079
A5	F+N	2.18	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079
E2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0079
A3	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
A6	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
E3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0072
S1	F+N	12.74	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019
A7	F+N	3.60	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019
F1	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0086
F2	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0086
F3	F+N	7.79	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	0.015	0.0086
REC1	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
EXT	F+N	1.91	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
PT1	F+N	15.59	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
REC2	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
REC3	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
REC4	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0057
AC	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
EC	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
B1	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0010
B2	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0010
B3	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0010
B4	F+N	8.12	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0010

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{nodisparo}$ (A)	I_f (A)
FCALD	F+N	7.79	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	0.015	0.0010
CENT	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	0.015	0.0010
CONTROL	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
CALD	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
A4 Baja	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0026
A2 Baja	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0026
Apci	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
Epci	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0005
Bpci	3F+N	9.02	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0007
Bpci2	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0007
Fpci	F+N	7.79	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	0.015	0.0010
CPCI	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A 'Si'	0.015	0.0010
A4 prim	F+N	2.49	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0026
A2 prim	F+N	9.35	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0026

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 atraviese 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.

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 e 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.

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)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma %s. 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.

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 | 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

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.

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 construidos 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:

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 el 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: Esta 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 férreos, 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.

<u>Naturaleza y secciones mínimas</u>

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 prohibe 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 prohibe 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.

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 reuna 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.

En _____, a ____ de _____ de 2.0____

Fdo.:

13.- CUADRO DE RESULTADOS

DERIVACIÓN (Suministro principal)

DERIVACIÓN

DI con contador eléctrico principal VE

DERIVACIÓN

Descripción	Fase	Simult.	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét.Inst.	I_B (A)	I_Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
DERIVACIÓN	3F+N	-	54040.35	83748.00	52790.35	1.00	120.00	RZ1MZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35)	0,6/1 kV	B1	78.00	131.04	2.44	-	Sin conducto
DI con contador eléctrico principal VE	3F+N	1.00	54040.35	83748.00	52790.35	1.00	0.50	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x35)	0,6/1 kV	B1	78.00	131.04	0.01	-	Tubo 75 mm

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_Z (A)	$Icc_{máx}$ (A)	Pdc (kA)	$Icc_{mín}$ (A)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
DERIVACIÓN	78.00	100.00	131.04	12.00	-	0.93	-	-	-
DI con contador eléctrico principal VE	78.00	100.00	131.04	3.23	10.00	0.92	0.58	-	-

DI con contador eléctrico principal VE

Descripción	Fase	Simult.	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét.Inst.	I_B (A)	I_Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
A1	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.68	Tubo 20 mm
E1	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.27	0.34	Tubo 16 mm
A1EXT	F+N	1.00	468.00	468.00	468.00	1.00	70.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.03	15.23	1.62	1.70	Tubo 16 mm
A5	F+N	1.00	504.00	504.00	504.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.18	15.23	1.38	1.43	Tubo 16 mm
E2	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.27	0.33	Tubo 16 mm
A2-EXT	F+N	1.00	208.00	208.00	208.00	1.00	70.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.90	15.23	0.72	0.78	Tubo 16 mm
A3	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.28	3.35	Tubo 20 mm
A6	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.43	1.50	Tubo 16 mm
E3	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.25	0.32	Tubo 16 mm
S1	F+N	1.00	2941.18	2000.00	2352.94	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	12.74	20.88	1.36	1.44	Tubo 16 mm
A7	F+N	1.00	832.00	832.00	832.00	1.00	25.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	3.60	15.23	1.04	1.12	Tubo 16 mm
F1	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	A1	7.79	16.97	2.73	2.79	Tubo 20 mm

Descripción	Fase	Simult.	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét.Inst.	I_B (A)	I_Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
F2	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	7.79	43.85	0.89	0.94	Tubo 20 mm
F3	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	7.79	43.85	0.89	0.94	Tubo 20 mm
REC1	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	45.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	1.00	1.06	Tubo 16 mm
EXT	F+N	0.50	441.18	300.00	352.94	1.00	20.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	1.91	20.88	0.26	0.31	Tubo 16 mm
PT1	F+N	0.20	3600.00	3600.00	3600.00	1.00	60.00	H07V-K Eca 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	15.59	43.85	2.17	2.22	Tubo 20 mm
REC2	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
REC3	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
REC4	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
A1	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.68	Tubo 20 mm
A4	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.57	1.65	Tubo 16 mm
E1	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.27	0.35	Tubo 16 mm
A2	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.68	Tubo 20 mm
A5	F+N	1.00	504.00	504.00	504.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.18	15.23	1.38	1.45	Tubo 16 mm
E2	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.27	0.35	Tubo 16 mm
A3	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.28	3.35	Tubo 20 mm
A6	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.43	1.50	Tubo 16 mm
E3	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	50.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.25	0.32	Tubo 16 mm
S1	F+N	0.50	2941.18	2000.00	2352.94	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	12.74	20.88	1.36	1.43	Tubo 16 mm
A7	F+N	1.00	832.00	832.00	832.00	1.00	25.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	3.60	15.23	1.04	1.10	Tubo 16 mm
F1	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	7.79	43.85	1.07	1.13	Tubo 20 mm
F2	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	7.79	43.85	1.07	1.13	Tubo 20 mm
F3	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	60.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3[3(1x2.5)]	450/750 V	B1	7.79	43.85	1.07	1.13	Tubo 20 mm
REC1	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.95	Tubo 16 mm
EXT	F+N	0.50	441.18	300.00	352.94	1.00	20.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	1.91	20.88	0.26	0.31	Tubo 16 mm
PT1	F+N	0.20	3600.00	3600.00	3600.00	1.00	60.00	H07V-K Eca 3(1x4)	450/750 V	B1	15.59	27.84	4.15	4.20	Tubo 20 mm
REC2	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
REC3	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
REC4	F+N	1.00	750.00	600.00	600.00	1.00	40.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	3.25	20.88	0.89	0.96	Tubo 16 mm
AC	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.09	Tubo 16 mm
EC	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.09	Tubo 16 mm
B1	F+N	1.00	1875.00	1500.00	1500.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	8.12	20.88	0.57	0.65	Tubo 16 mm
B2	F+N	1.00	1875.00	1500.00	1500.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	8.12	20.88	0.57	0.65	Tubo 16 mm
B3	F+N	1.00	1875.00	1500.00	1500.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	8.12	20.88	0.57	0.65	Tubo 16 mm
B4	F+N	1.00	1875.00	1500.00	1500.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	8.12	20.88	0.57	0.65	Tubo 16 mm
FCALD	F+N	0.20	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	7.79	20.88	0.81	0.89	Tubo 16 mm
CENT	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.17	15.23	0.12	0.20	Tubo 16 mm
CONTROL	F+N	1.00	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	4.33	15.23	0.50	0.57	Tubo 16 mm
CALD	F+N	1.00	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	10.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	4.33	20.88	0.30	0.37	Tubo 16 mm
A4 Baja	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.57	1.60	Tubo 16 mm
A2 Baja	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.63	Tubo 20 mm
Apci	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.10	Tubo 16 mm
Epci	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.10	Tubo 16 mm
Bpci	3F+N	1.00	6250.00	5000.00	5000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	0,6/1 kV	B1	9.02	25.48	0.32	0.43	Tubo 20 mm
Bpci2	F+N	1.00	2500.00	2000.00	2000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	0,6/1 kV	B1	10.83	28.21	0.76	0.87	Tubo 16 mm
Fpci	F+N	1.00	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	7.79	20.88	0.81	0.90	Tubo 16 mm
CPCI	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	0,6/1 kV	B1	2.17	20.93	0.12	0.21	Tubo 16 mm
A4 prim	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.57	1.60	Tubo 16 mm
A2 prim	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.63	Tubo 20 mm

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_Z (A)	$Icc_{máx}$ (A)	Pdc (kA)	$Icc_{mín}$ (A)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
A1	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.28	0.10	9.04	30
E1	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A1EXT	2.03	10.00	15.23	1.95	10.00	0.15	0.10	8.85	30
A5	2.18	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
E2	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A2-EXT	0.90	10.00	15.23	1.95	10.00	0.15	0.10	8.85	30
A3	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.30	0.10	9.05	30
A6	2.49	10.00	15.23	1.95	10.00	0.20	0.10	8.95	30
E3	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.20	0.10	8.95	30

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_Z (A)	$Icc_{máx}$ (A)	Pdc (kA)	$Icc_{mín}$ (A)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
S1	12.74	13.00	20.88	1.95	3.00	0.65	0.16	9.16	30
A7	3.60	10.00	15.23	1.95	10.00	0.35	0.10	9.08	30
F1	7.79	10.00	16.97	1.95	10.00	0.30	0.10	9.05	30
F2	7.79	10.00	43.85	1.95	10.00	0.62	0.10	9.16	30
F3	7.79	10.00	43.85	1.95	10.00	0.62	0.10	9.16	30
REC1	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.33	0.16	9.07	30
EXT	1.91	2.50	20.88	1.95	10.00	0.56	0.16	9.15	30
PT1	15.59	16.00	43.85	1.95	10.00	0.56	0.16	9.15	30
REC2	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
REC3	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
REC4	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
A1	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.28	0.10	9.04	30
A4	2.49	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
E1	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A2	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.28	0.10	9.04	30
A5	2.18	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
E2	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A3	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.30	0.10	9.05	30
A6	2.49	10.00	15.23	1.95	10.00	0.20	0.10	8.95	30
E3	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.20	0.10	8.95	30
S1	12.74	13.00	20.88	1.95	3.00	0.65	0.16	9.16	30
A7	3.60	10.00	15.23	1.95	10.00	0.35	0.10	9.08	30
F1	7.79	10.00	43.85	1.95	10.00	0.56	0.10	9.15	30
F2	7.79	10.00	43.85	1.95	10.00	0.56	0.10	9.15	30
F3	7.79	10.00	43.85	1.95	10.00	0.56	0.10	9.15	30
REC1	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.16	9.08	30
EXT	1.91	2.50	20.88	1.95	10.00	0.56	0.16	9.15	30
PT1	15.59	16.00	27.84	1.95	10.00	0.37	0.16	9.09	30
REC2	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
REC3	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
REC4	3.25	4.00	20.88	1.95	10.00	0.36	0.10	9.08	30
AC	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.83	0.10	9.18	30
EC	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.83	0.10	9.18	30
B1	8.12	10.00	20.88	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
B2	8.12	10.00	20.88	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
B3	8.12	10.00	20.88	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
B4	8.12	10.00	20.88	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
FCALD	7.79	10.00	20.88	1.95	10.00	0.65	0.16	9.16	30
CENT	2.17	10.00	15.23	1.95	10.00	0.83	0.16	9.18	30
CONTROL	4.33	10.00	15.23	1.95	10.00	0.62	0.16	9.16	30
CALD	4.33	10.00	20.88	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
A4 Baja	2.49	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A2 Baja	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.28	0.10	9.04	30
Apci	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.83	0.10	9.18	30
Epci	0.43	10.00	15.23	1.95	10.00	0.83	0.10	9.18	30
Bpci	9.02	10.00	25.48	3.22	10.00	0.61	0.16	9.17	30
Bpci2	10.83	13.00	28.21	1.95	10.00	0.71	0.16	9.17	30
Fpci	7.79	10.00	20.88	1.95	10.00	0.65	0.16	9.16	30

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_Z (A)	$Icc_{máx}$ (A)	Pdc (kA)	$Icc_{mín}$ (A)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
CPCI	2.17	10.00	20.93	1.95	10.00	0.77	0.16	9.18	30
A4 prim	2.49	10.00	15.23	1.95	10.00	0.19	0.10	8.93	30
A2 prim	9.35	10.00	20.88	1.95	10.00	0.28	0.10	9.04	30

Grupo amp. 3 (Suministro complementario)

Grupo amp. 3

Grupo amp. 3

Descripción	Fase	Simult.	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét.Inst.	I_B (A)	I_Z (A)	ΔU (%)	$ΔU_{ac}$ (%)	Canaliz. (mm)
Grupo amp. 3	3F+N	-	16222.00	16772.00	14972.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	0,6/1 kV	B1	23.41	34.23	1.09	-	Tubo 32 mm
A4 Baja	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.57	1.57	Tubo 16 mm
A2 Baja	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.61	Tubo 20 mm
Apci	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.08	Tubo 16 mm
Epci	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	5.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.43	15.23	0.02	0.08	Tubo 16 mm
Bpci	3F+N	1.00	6250.00	5000.00	5000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G2.5	0,6/1 kV	B1	9.02	25.48	0.32	0.41	Tubo 20 mm
Bpci2	F+N	1.00	2500.00	2000.00	2000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	0,6/1 kV	B1	10.83	28.21	0.76	0.85	Tubo 16 mm
Fpci	F+N	1.00	1800.00	3600.00	1800.00	1.00	15.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	7.79	20.88	0.81	0.88	Tubo 16 mm
CPCI	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	0,6/1 kV	B1	2.17	20.93	0.12	0.19	Tubo 16 mm
A4 prim	F+N	1.00	576.00	576.00	576.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.49	15.23	1.57	1.57	Tubo 16 mm
A2 prim	F+N	1.00	2160.00	2160.00	2160.00	1.00	55.00	H07V-K Eca 3(1x2.5)	450/750 V	B1	9.35	20.88	3.61	3.61	Tubo 20 mm

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_Z (A)	$Icc_{máx}$ (A)	Pdc (kA)	$Icc_{mín}$ (A)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
Grupo amp. 3	23.41	25.00	34.23	0.58	10.00	0.34	0.25	-	-
A4 Baja	2.49	10.00	15.23	0.52	10.00	0.16	0.10	8.92	30
A2 Baja	9.35	10.00	20.88	0.52	10.00	0.22	0.10	9.03	30
Apci	0.43	10.00	15.23	0.52	10.00	0.39	0.10	9.17	30
Epci	0.43	10.00	15.23	0.52	10.00	0.39	0.10	9.17	30
Bpci	9.02	10.00	25.48	0.58	10.00	0.30	0.16	9.16	30
Bpci2	10.83	13.00	28.21	0.52	10.00	0.37	0.16	9.16	30
Fpci	7.79	10.00	20.88	0.52	10.00	0.36	0.16	9.15	30
CPCI	2.17	10.00	20.93	0.52	10.00	0.38	0.16	9.17	30
A4 prim	2.49	10.00	15.23	0.52	10.00	0.16	0.10	8.92	30
A2 prim	9.35	10.00	20.88	0.52	10.00	0.22	0.10	9.03	30

14.- CABLEADO ESTRUCTURADO

I INTRODUCCIÓN 54

II OBJETO DEL DOCUMENTO 55

III ÁMBITO DE APLICACIÓN 55

IV TÉRMINOS Y DEFINICIONES 55

V DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA 56

VI PROYECTO 57

VI.1 Instalaciones de Electricidad 57

VI.1.1 Cuadros Eléctricos 57

VI.1.2 Previsión de cargas. Consumos cargas sistema de comunicaciones e informática 58

VI.1.3 Criterios de Diseño de las Instalaciones Eléctricas 59

VI.2 Locales 61

VI.3 Red de Comunicaciones 61

VI.3.1 Cajas de mecanismo 61

VI.3.2 Armarios rack 62

VI.3.3 Red de acceso para servicios de comunicaciones 62

VI.3.4 Armario de corte y prueba 62

VI.3.5 Cableado estructurado 62

VI.4 Identificación y Etiquetado 62

VI.5 Certificación de Red 63

VI.6 Sistema de Climatización 63

VII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO 63

VII.1 Criterios de Diseño de ICM para la Red Multiservicio 63

VII.1.1 Red de Acceso 63

VII.1.2 Estructura general y topología de la red 66

VII.1.3 Cuarto de instalaciones de ICM o RTIC 67

VII.1.4 Subsistema Troncal DE CAMPUS 68

VII.1.5 Subsistema Troncal Edificio 69

VII.1.6 Subsistema Horizontal 69

VII.1.7 Puesto de usuario 69

VII.1.8 Armario Repartidor (RT). 70

VII.1.9 Elementos de conexión 72

VII.1.10 Administración de la red 73

VII.1.11 Medidas y certificación de la red 74

FIGURAS

Figura 12 –Arqueta de entrada. 64

Figura 13 – Esquema de distribución para armario RR sin PBX 65

Figura 14 – Foto de Armario RR 66

Figura 15 – Red de Telefonía IP de la Comunidad de Madrid (ToIP). 67

Figura 16 – Posible distribución de elementos en RTIC. 68

Figura 17 – Modelo de caja TIPO A propuesta en proyecto. 70

Figura 19 – Modelo de Armario ICM de puerta doble 72

Se pretende dotar al centro de referencia de infraestructuras de instalaciones, entre las que se encuentran las de voz y datos y la electricidad para alimentar a estos servicios.

La presente memoria contiene la descripción y características aportadas en la solución propuesta para la implantación de dicho Sistema de Cableado Estructurado UTP CAT.6 en las instalaciones de referencia.

Se proyecta una instalación ampliada de la Fase II previamente ejecutada, desde el cuarto de RACK de la Fase II, con reserva para la ampliación de los nuevos puestos y que dotará de acceso a los puntos de datos proyectados.

OBJETO DEL DOCUMENTO

El objeto del documento es la descripción de la red de infraestructura de comunicaciones (red estructurada-datos) para adecuarla a la normativa de ICM.

Tras un análisis inicial se rediseñan o modifican las partidas que sean necesarias, como puedan ser el Sistema de Cableado Estructurado (SCE) o la Red Eléctrica en baja tensión para la adecuación a la normativa de ICM.

En caso de existan duplicidades o incongruencias entre documentos prevalecerá esta memoria con los detalles, esquemas, indicaciones y planos, así como el capítulo de mediciones y presupuesto denominado "sistema de cableado estructurado".

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las modificaciones contenidas en este documento aplican a las infraestructuras de redes estructuradas del proyecto del nuevo centro.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- CGBT: Cuadro General de Baja Tensión.
- CS: Cuadros Secundarios.
- LS0H/LSZH: Cable baja emisión de humos, libre de halógenos *(Low Smoke zero Halogen)*.
- PCR: Punto de Conexión a la Red.
- TT: Toma de Telecomunicaciones (caja modular multi-mecanismo).
- RT: repartidor troncal (RTIC).
- RR: armario repartidor frontera entre compañía de servicio de comunicaciones y usuario.
- UV: toma de corriente tipo schucko alimentada de red normal.

- UNE-EN 50173-1:2009 Tecnología de la información. Sistemas de Cableado Genérico. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 20593 (IEC 60297) Estructuras mecánicas para equipos electrónicos. Dimensiones de las estructuras mecánicas de la serie de 482,6 mm (19 pulgadas).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002
- Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Ley general de telecomunicaciones. Ley 32/2003, de 3 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 4 de noviembre de 2003.
- Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones. Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 28 de febrero de 1998

Instalaciones de Electricidad

Cuadros Eléctricos

Desde el CGBT, ya existen las líneas que alimentan a los Cuadros Secundarios (CS), entre los que se encuentra el destinado en exclusiva a usos informáticos denominado C_RACK, del que se alimentaron los sub-cuadros de distribución (en general uno por planta o por laboratorio o aula de informática futuros), cada uno de ellos en envolventes independientes de los correspondientes cuadros de distribución de las plantas.

Estarán ubicados en el cuarto RTIC y se ejecutó en planta baja de la Fase II.

En ellos se alojan todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz y tomas de corriente.

Las envolventes proyectadas son metálicas, disponiendo de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos.

Como se ha indicado, a los cuadros secundarios de telecomunicaciones se alimentan mediante una línea que parte del cuadro general de telecomunicaciones las y desde ellos se atienden los servicios de informática y fuerza usos varios. Disponen, con carácter general, de un interruptor general omnipolar magnetotérmico, dos o más interruptores automáticos parciales generales para fuerza tomas de corriente usos varios y usos informáticos. Las protecciones contra corrientes de defecto se han realizado mediante dispositivos de Disparo Diferencial por corriente Residual (DDR). Todas ellas deberán contar con protección denominada Superinmunizada, de clase A.

Los circuitos de distribución para alumbrado se han protegido individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 10A; los de tomas de corrientes normales con interruptores automáticos semejantes de 16A, y las superiores a 16A con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Todos estos interruptores automáticos son para un poder de corte igual o superior a 6-10 kA y disponen de protección magnetotérmica para el conductor neutro (2 Polos).

Deben ser cableados con conductor flexible 0,6/1kV libre de halógenos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se han previsto con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se ha realizado teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos en ningún caso superan la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por ellos protegidos.

Todas las salidas (de los interruptores automáticos) quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimenta.

El Cuadro Secundario de telecomunicaciones, se montará en armario emprotrable con puerta y cerradura, equipado con los siguientes elementos de mando y protección especificados en esquemas unifilares, de la marca SCHNEIDER o similar aprobado por la DF.

La instalación eléctrica de estos servicios deberá ser dedicada y no compartir ningún tipo de circuito, protecciones o canalizaciones con otros usos, hasta el cuadro general del edificio.

En la ampliación poryectada, se usa esta instalación, aprovechando la disponibilidad de reserva en el cuadro de telecomunicaciones de la Fase IV para dar suministro a un nuevo Rack que se conecta al anterior, para completar la red de datos y cableado estructurado del colegio.

Previsión de cargas. Consumos cargas sistema de comunicaciones e informática

La previsión de cargas es la siguiente:

Los cálculos para la evaluación de la potencia instalada se deben realizar suponiendo que en las tomas de la red eléctrica de nueva creación sólo se conectarán equipos de ofimática (PCs, impresoras, escáneres), cuyos consumos estimados se incluyen a continuación.

Las estimaciones de consumo realizadas se han basado en el dimensionado de la red conocido: número de cajas número de equipos. Se vuelve a reiterar que no se han tenido en cuenta el posible material ofimático de uso general o departamental.

- PC (monitor + unidad central) ≈ 220 W.
- Impresora ≈ 80 W.
- Scanner ≈ 100 W.
- Conmutadores secundarios (48 puertos con PoE) ≈ 800 W.
- Conmutador Principal (Cisco 4507) ≈ 2.000 W.
- Consumo de sistema de telefonía IP ≈ 1.500 W.
- Router ≈ 250 W.
- Tomas de corriente en salas y cuartos de comunicaciones ≈ 1.500 W.

- Para el cálculo del consumo (W) de cada toma se ha tenido en cuenta la siguiente fórmula:
- Nº x 300 (W)

  Donde:

  Nº = número de tomas 2TT + 2 ó 4UV

  Consumo de un puntos de la toma conectado a ordenador: 220 W ≈ 1A

  Consumo de otro de los puntos de la toma conectado a impresora: 80 W.

Criterios de Diseño de las Instalaciones Eléctricas

Se proyecta una red eléctrica dedicada y de uso exclusivo para alimentar a los equipos (electrónica de red, servidores, PBX, equipos de Operador de Red Pública) y tomas de corriente del puesto de trabajo (en ciertos escenarios y en función del tipo de sede) asociadas a la red de comunicaciones multiservicio y para usos informáticos. El suministro, normal, parte de los elementos de mando y protección de cabecera situados en el CGBT del edificio. No comparte suministro con otros circuitos de planta (p.ej. alumbrado, fuerza para usos varios,...).

El cuadro principal de esta red deberá estar instalado en el RTIC dedicado a las instalaciones de telecomunicaciones. Por el tamaño del edificio, habrá un cuadro por planta para alimentación eléctrica de usos informáticos. EL picaje de la instalación proyectada, que amplía a la existente, se ubica en el cuadro destinado actual en Fase II.

Por consiguiente, esta red eléctrica será independiente a la de usos varios del edificio e incluso a la de alimentación de otros sistemas generales de control del edificio, tales como: cámaras, sistemas de seguridad, iluminación, clima, etc.

Toda la instalación eléctrica deberá cumplir con el REBT (RD 842/2002) y demás disposiciones vigentes en la Comunidad de Madrid.

Los criterios técnicos principales a tener en cuenta para el diseño de las instalaciones son los siguientes:

- **Cuadros eléctricos:** los cuadros proyectados para usos informáticos serán independientes de los demás cuadros de planta o se podrán integrar en los mismos. Alimentarán las tomas de corriente y la electrónica de red LAN y WAN. Este cuadro, será alimentado desde el CGBT del edificio y se instalará en el RTIC.
- **Criterios de dimensionado de los circuitos eléctricos**: se realizará de acuerdo con todas las prescripciones del REBT, en cuanto a la sección de conductores, sección de canalizaciones, caída de tensión, cálculo de cargas, aislamiento de conductores, etc. De modo particular, los cuadros se diseñarán en base a los criterios siguientes:
- La envolvente de los cuadros se diseñará con una reserva del 50% para prever crecimientos futuros.

- Para alimentación de los puestos de trabajo la instalación se diseñará de tal forma que aguas abajo de cada interruptor diferencial de clase A superinmunizado (enumerados con letras secuenciales: A, B, C, D, etc.) sólo se conecten tres circuitos protegidos por interruptores magnetotérmicos (enumerados como A1, A2, A3, B4, B5, etc.) y a cada uno de estos interruptores se conecten un máximo de cinco puestos de trabajo, formados cada uno de ellos de dos tomas eléctricas de color naranja, evitando así la sobrecarga de circuitos y limitando las corrientes de fugas generadas por los equipos informáticos y los disparos intempestivos.
- Toma de tierra para ser conectada a la tierra del cuarto de comunicaciones (RTIC).

- **Secciones de los conductores de circuitos de cuadros secundarios a cajas**: alimentación mediante cable monofásico de 3 x 2,5 mm^2 hasta una caja de distribución y rabillos hasta cajas de telecomunicaciones de 3 x 2,5 mm^2. Se ampliará la sección si fuera necesario por caída de tensión.
- **Secciones de los conductores de líneas de enlace a cuadros secundarios**: la sección justificada que resulte aplicando los cálculos técnicos establecidos por el REBT, normas técnicas específicas y datos del fabricante. Para las líneas de enlace a cuadros secundarios se recomienda el uso de cables multipolares (monofásicos o trifásicos según cálculos del diseño) hasta una sección de 16 mm2.
- **Conductores:** para ambos casos se recomienda el uso de cable multipolar del tipo RZ1-K(AS) 0,6/1kV.
- **Segregación del cableado**: se deberán instalar canalizaciones independientes para el cableado eléctrico y para el de la red de comunicaciones. Cuando esto no sea posible (p.ej. caso de canales) se seleccionarán canales compartimentadas con el número necesario de tabiques de separación de acuerdo al tipo de cableado a instalar.
- **Sistema de puesta a tierra**: será dedicado para las instalaciones de informática y comunicaciones, pero no independiente; por tanto, compartirá el punto de puesta a tierra con la instalación general del edificio. Se conectarán a tierra todos los elementos metálicos que conformen el sistema (p.ej. bandejas metálicas, armarios de comunicaciones, cajas de suelo, etc.). El diseño e instalación del sistema de puesta a tierra cumplirá el REBT – ITC 18: Instalaciones de puesta a tierra, así como las instrucciones que conciernan de los fabricantes de los diferentes elementos (canalizaciones, equipos, armarios, etc.). El valor de la resistencia de tierra es recomendable que sea menor de 5Ω.
- **Se tendrá en cuenta que el RTIC, además, habrá de disponer de los siguientes elementos:**

- Alumbrado interior normal y de emergencia de la sala mediante luminarias adecuadas para este tipo de entorno y con interruptores de servicio junto al acceso de la misma, dependientes del cuadro eléctrico de la sala.
- Dos tomas de corriente tipo schuko de 230V/16 A, a 30 cm del suelo, junto al acceso a la sala, para servicios varios, que igualmente se suministrarán desde el cuadro eléctrico de la sala.
- Una caja de tipo 2 ó 4UV+2TT para pruebas y conexión con la red de comunicaciones o tomas de corriente y toma de datos.
- Unidad de climatización sólo frío.

Locales

No se prevé nuevo local de telecomunicaciones, ampliándose la red desde Rack existente en fase anterior.

Red de Comunicaciones

Cajas de mecanismo

Son las tomas de corriente eléctrica y de servicios para voz y datos contemplados para satisfacer la necesidad de comunicación a través de la red de cableado estructurado para cada puesto de trabajo o punto necesario por razones funcionales.

Según la memoria de proyecto de instalaciones se han previsto, por su forma de instalación, dos tipos de puestos: unos alojados en cajas empotrables de cuatro o seis módulos de 74x74mm universal.

Los puestos en caja empotrable disponen de dos o cuatro tomas de corriente y dos módulos para alojar las diferentes tomas de voz y datos que para cada uno de ellos se ha previsto según planos de planta y leyenda de los mismos.

Según los planos de esta memoria se desprende el total de puestos de trabajo distribuidos por planta.

Esta memoria prevé que estos puntos de red de cableado estructurado tengan finalización en roseta simple con alojamiento para RJ45 realizado en cable UTP Cat.6.

Armarios rack

No se proyectan.

Red de acceso para servicios de comunicaciones

La red está en la actualidad en servicio.

Armario de corte y prueba

No se proyecta, estando la red actual que se amplía en servicio.

Cableado estructurado

Los cables proyectados son categoría 6 en cobre, de 4 pares trenzados y cubierta no propagadora del fuego, bajo en la emisión de humos y cero halógenos sin apantallamiento (UTP). Su instalación será sobre bandeja metálica con tapa (canal) trazada por pasillos, vestíbulos y zonas comunes, que por razones operativas deben ser registrables.

El tipo de cable del presupuesto del proyecto para la ejecución del cableado estructurado del subsistema horizontal es cable de 4 pares trenzados UTP LSOH Categoría 6, 350 MHz, libre de halógenos, para distribución de Voz-Datos, de 3M o equivalente, ref.VOL-6UL4.

Para la ejecución material del punto de canalización de la instalación de comunicaciones para puesto de trabajo se ha contemplado la salida de las bandejas y la realización mediante cajas aislantes estancas y tubo aislante flexible reforzado de 25 mm de diámetro, con conectores en acometidas a bandejas, y cajas de baquelita en recorrido empotrado o por falsos techos hasta la caja portamecanismos.

Identificación y Etiquetado

Las unidades de obra incluyen el etiquetado de los módulos RJ54, cableado, latiguillos y repartidor.

Certificación de Red

Las unidades de obra incorporan la actividad de certificación de la red de cableado estructurado clase Ea, según norma ISO/IEC 11801 2ª edición, para todas las tomas de voz y datos del edificio.

Sistema de Climatización

No se proyecta nuevo sistema, estando la instalación que se amplía actualmente en servicio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

Criterios de Diseño de ICM para la Red Multiservicio

A continuación se incluyen los criterios de diseño específicos que se deben tener en cuenta para acometer el rediseño técnico del proyecto con el fin de alinearlo a las normas técnicas que ICM aplica a las infraestructuras de las redes multiservicio en las diferentes sedes de la Comunidad de Madrid.

Es importante señalar que, para este proyecto, ICM proveerá los suministros siguientes:

- Servicios de red pública de comunicaciones.
- Equipos terminales del operador: módems/router y conmutadores de acuerdo a la tecnología seleccionada.
- Electrónica de la red LAN.

El resto de elementos que se señalan a lo largo del documento y que no estaban inicialmente contemplados en el presupuesto se realizarán con cargo al proyecto de remodelación del inmueble.

Red de Acceso (existente)

A falta de confirmación en base al replanteo correspondiente, la infraestructura de la red de acceso estará compuesta por:

- Arqueta de entrada en la que confluirán las canalizaciones de todos los operadores de telecomunicaciones que dan servicio al centro, y la canalización externa que enlaza con el RTIC.

Dicha arqueta será preferentemente de hormigón armado, de dimensiones interiores 600 x 600 x 800 mm, y dispondrá de cierre de seguridad, de drenaje y de dos puntos para el tendido de cables, situados a 15 cm. por encima del fondo, en paredes opuestas a las entradas de conductos.

Se ubicará en la zona exterior del centro, enterrada en la acera, a una distancia no superior a 10 m con respecto a las infraestructuras existentes de los operadores de red pública, y lo más próxima posible al edificio, con el fin de que el trazado por el dominio público sea el mínimo para poder acceder al centro,

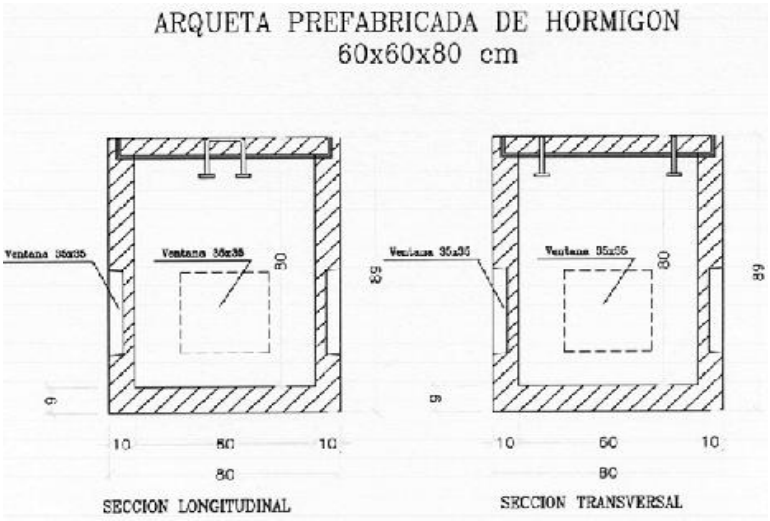


Figura 1 –Arqueta de entrada.

- Canalización exterior, entre la arqueta de entrada y el punto de entrada general al centro, será subterránea y estará formada por 4 tubos de PVC rígido o flexible, con estructura de doble capa exterior corrugado e interior liso, y con diámetro exterior medio de 63 mm.
- Punto de entrada general al centro ubicado en la fachada sur del mismo, de forma que el recorrido de la canalización de enlace interior, entre este punto y el RTIC, sea el mínimo posible.

  Se realizará por medio de la perforación del muro de dicha fachada, al nivel de la planta, accediendo directamente a esta. Se realizará una perforación de dimensiones y forma necesaria para el paso de los 4 tubos de PVC de diámetro exterior de 63 mm.
- Armario de registro de enlace, ubicado en la cara interior del muro de fachada perforado, en la planta. Dicho armario será de dimensiones mínimas 450 x 450 x120 mm (alto x ancho x fondo), y a partir de él se instalará la canalización de enlace interior hasta el RTIC.
- Canalización de enlace en el interior del centro, con el fin de darle continuidad a la exterior, estará formada por 4 tubos de PVC rígido o flexible, con estructura de doble capa exterior corrugado e interior liso, y con diámetro exterior medio de 63 mm.

Si esto no fuera posible, se realizará con bandeja o canal de las dimensiones suficientes, mínimo 60 x 150 mm, para alojar el cableado de al menos dos Operadores de Red Pública.

Dicha canalización discurrirá por la cara inferior del forjado superior de la planta, hasta perforar este para acceder al RTIC, y conectar con el armario de registro principal (RR).

- Armario de registro principal (RR), o armario frontera, en el que se alojarán los elementos de los puntos de interconexión del Operador de Red Pública al que ICM contrate los servicios.

  Dicho armario estará ubicado en el RTIC y se identificará y etiquetará como RRAP0=1. Será del tipo ICT, mural y metálico, con cierre de seguridad y tablero de aglomerado de madera en la parte posterior interior, a modo de bastidor para instalar los PTR's de la RTB, y de dimensiones aproximadas 800x600x200 mm, o según presupuesto, con capacidad suficiente para albergar los PTR's necesarios para hasta 15 líneas, o las indicadas en presupuesto.

  Los PTR's de la RTB serán simples o múltiples - PCR T/M13 de 15 x 19 cm - según se requiera por el tipo y la demanda final de servicios al Centro.

  La conexión de salida hacia el repartidor RTAP0=1.1 se realizará mediante cables de 25 o 50 pares independientes.

  A continuación se muestra una figura del armario de registro principal (RRAP0=1) en el cual los operadores finalizan sus acometidas de cobre al centro,

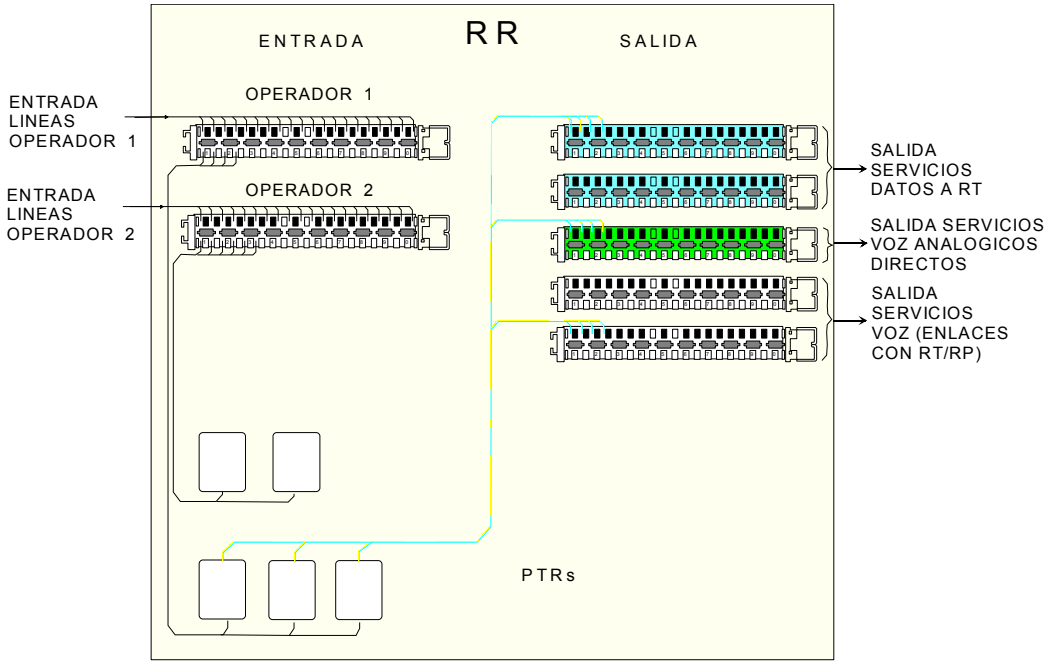


Figura 2 – Esquema de distribución para armario RR sin PBX



Figura 3 – Foto de Armario RR

- Cableado de la red de acceso, cuyas características, según el Esquema General de la Red, que se incluye en el presente documento, dependerán de los servicios a contratar por ICM, en función de la demanda de necesidades finales de la Consejería de Educación, así como de la solución tecnológica a implantar.

  La distribución de los servicios especiales (ascensores y alarmas) sobre pares de telefonía analógica, se realizará directamente desde el armario de registro principal (RRAP0=1), mediante cable UTP de 4 pares, aprovechando las canalizaciones horizontales y verticales del SCE, y finalizando en una caja de superficie 1TT con una conexión RJ11.

  Los servicios de la red de datos (ADSL, MacroLan, etc.) finalizarán en una bandeja de equipos o panel de 25 puertos, según la solución de servicios finalmente adoptada por ICM, en el armario repartidor (identificado y etiquetado como RTAP0=1.1) que se instalará en el RTIC en el equipo terminal que el operador instale (router ADSL, etc.).

Estructura general y topología de la red

En línea con el plan de renovación tecnológica que está llevando a cabo ICM para el despliegue de redes en edificios de la Comunidad de Madrid se pretende diseñar una red integrada multiservicio, basada en un Sistema de Cableado Genérico o Estructurado (SCE), para el centro.

La tecnología que se piensa instalar en esta infraestructura es Telefonía IP (ToIP). Los elementos funcionales de los subsistemas de cableado se interconectarán para formar una topología jerárquica básica en estrella extendida o árbol–estrella. Tanto el Subsistema Troncal como el Subsistema Horizontal (que en esta configuración son uno sólo) permitirán la transmisión integrada de los servicios de voz y datos hasta los puestos de trabajo. Por tanto, los puntos de conexión a la red serán utilizados de forma indistinta para ambos servicios. Los elementos de administración de la red estarán alojados en el repartidor principal, situado en Cuarto de Instalaciones de ICM o RTIC (RTAP0=1).

Se adjunta un Esquema General de la Red, que se explica en los apartados siguientes.

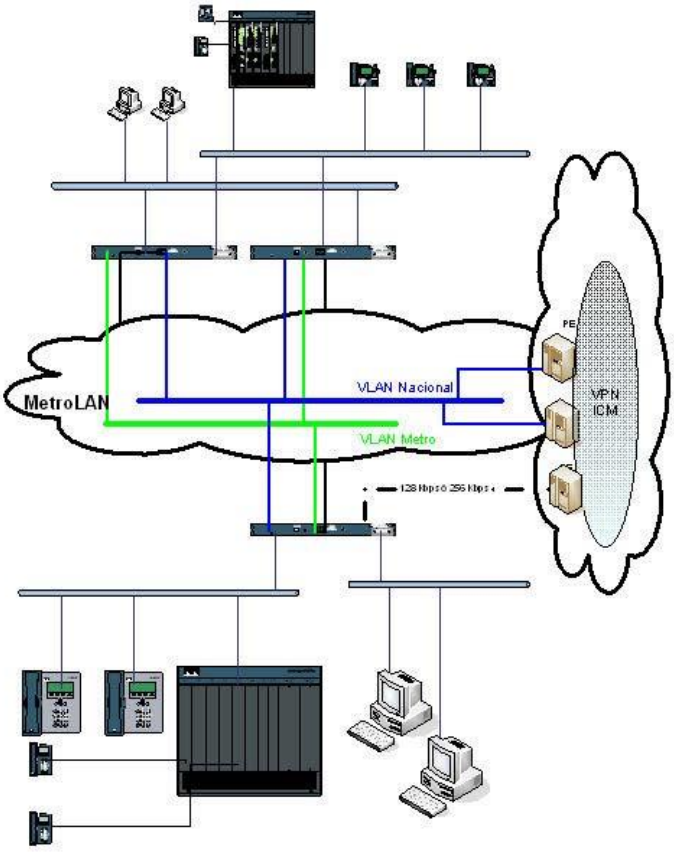


Figura 4 – Red de Telefonía IP de la Comunidad de Madrid (ToIP).

Cuarto de instalaciones de ICM o RTIC (existente)

En este espacio se instalarán, bajo la responsabilidad técnica de ICM, los elementos siguientes:

- Sistema de ToIP: Voz/Datos: equipos y elementos del cableado de la red WAN (Operador Red Pública) y LAN del edificio.
- Cuadro eléctrico principal de la red eléctrica asociada a las infraestructuras de informática y comunicaciones.
- Sistema de Climatización.

El cuarto de Instalaciones de ICM (RTIC) o cuarto de comunicaciones tiene una superficie suficiente para instalar los diferentes armarios de infraestructura de comunicaciones A continuación, se propone una distribución tentativa de elementos que habrá que replantear en obra:

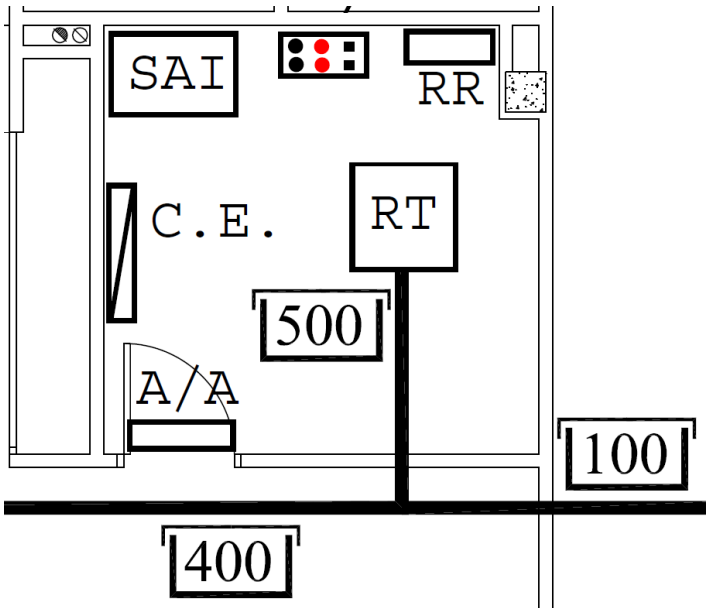


Figura 5 – Posible distribución de elementos en RTIC.

En cualquier caso, la entrada al RTIC de ICM debe estar a ras del suelo. La puerta de acceso a la sala contará con apertura hacia el exterior, y dispondrá de una anchura mínima de 90 cm de paso, para permitir la entrada del armario RT de 800 x 800 mm.

Subsistema Troncal

Para enlazar el RT con los RE y RP a través de las canalizaciones de exterior se utilizarán cables de fibra óptica de exterior rellenos de gel anti humedad y protección contra roedores. Deberán soportar una tensión mínima de tracción de 275 kg y admitirán un radio de curvatura de 20 veces el diámetro del cable antes de la instalación y 10 veces el diámetro del cable después de la instalación. Todas las fibras deben llevar un código de colores para facilitar su identificación individual.

Los cables de fibra óptica deben cumplir con la especificación genérica de la Norma EN-60794-1-1 y las especificaciones particulares de la Norma EN-60793-2-10.

Se recomienda hacer el enlace entre edificios con cable de fibra óptica multimodo OM3 dependiendo de las distancias y del tipo de aplicación. Si se quiere calcular la distancia máxima que se pueda alcanzar en el canal troncal se deben utilizar las fórmulas de la norma EN 50173-1.

La instalación del cable se realizará en una sola tirada, sin empalmes intermedios, que unirán los conectores de las bandejas de fibra óptica en los repartidores. Se instalarán bajo canalización, por zanja, canal o tubos (en el caso de que existan estructuras exteriores de unión entre edificios tipo pérgolas, etc.) de acuerdo con las características específicas de cada centro. En cada paso por arqueta debe dejarse al menos una vuelta de cableado

(sin que estorbe el paso de cables o labores de mantenimiento) a modo de coca para poder resolver futuras incidencias que puedan aparecer.

Subsistema Troncal Edificio

Para la interconexión de repartidores en la troncal del edificio y para servicios de datos y voz sobre IP se utilizarán enlaces de fibra óptica multimodo OM3 entre el RT y los RP del mismo edificio.

En estos casos, la red troncal vertical estará formada por cables de fibra óptica ajustada multimodo OM3, con protección de interior y recubrimiento exterior ajustado de 900 µm en dos capas, de 4, 6, 8 ó 12 fibras (según Proyecto Técnico), de índice gradual, con diámetro nominal de 50/125µm y cubierta LSZH.

Los cables troncales de fibra del edificio cumplirán con las características y especificaciones técnicas presentadas en el apartado de fibras ópticas, pigtails y latiguillos multimodo de esta norma "Tipos y Categorías de Cableado".

Subsistema Horizontal

El Subsistema Horizontal estaría formado por cable tipo UTP de 4 pares de galga AWG 24, Cat.6 LSZH. Las prestaciones eléctricas del cable seleccionado deberán como mínimo cumplir, y se valorará que excedan, las especificaciones técnicas recogidas en la norma UNE-EN 50173-1:2009 Tecnología de la información Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales. Por consiguiente, tendrá que ser de un fabricante de reconocido prestigio en el mercado español, con referencias suficientes en proyectos de similar o superior envergadura.

Puesto de usuario

Según los planos del proyecto podemos el número de puntos de conexión a red (PCR) y su distribución.

Los modelos de caja habitualmente empleados en centros gestionados por ICM son del fabricante **MM DATAELECTRIC** a fin de facilitar las tareas de mantenimiento y de que, en caso de ampliación, la uniformidad de los elementos sea la mayor posible dentro de los inmuebles. No obstante, y si no fuera posible, el tipo de caja seleccionada según especificación de proyecto eléctrico puede resultar válido siempre y cuando tenga las siguientes características:

- Caja aislante de empotrar en pared de 2 o 3 módulos (según tipo de caja) para mecanismos dobles de 90x45 mm, conteniendo 2 o 4 tomas de corriente dobles con dispositivo de seguridad

para protección infantil y piloto indicador de tensión [1 de 2(2x16A+TTL) blanca para circuitos de usos varios y 1 de 2(2x16A+TTF)) roja para usos informáticos], 1 tabique separador de cables con tornillo y cable de derivación a tierra y 1 tapa doble para el módulo libre destinado a cableado estructurado, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, etc. Deben disponer de visera guardapolvos para los módulos RJ45



Figura 6 – Modelo de caja TIPO A propuesta en proyecto.

Para garantizar que todo el sistema instalado cumple con los requisitos exigibles a la categoría 6, de acuerdo con la norma española anteriormente citada, todos los módulos hembra RJ45 y placas instaladas en las cajas y en los paneles de conexión serán del mismo fabricante que suministrará el Sistema de Cableado Estructurado, de modo que se pueda certificar todo el conjunto instalado y obtener la garantía del enlace/canal de un mismo fabricante (20 / 25 años).

Armario Repartidor (RT). (existente)

Se considera que con un único armario repartidor es suficiente para albergar en su interior los equipos electrónicos y los elementos de conexión de la red de cableado estructurado. Estará ubicado en el RTIC y se identificará y etiquetará como RTAP0=1.1.

Las características técnicas principales que debe cumplir dicho armario, según la normativa técnica de ICM, son las siguientes:

- Armario repartidor en rack de 19" de columna de dimensiones según planos, totalmente desmontable que permita la opción de instalaciones de difícil acceso (puertas delanteras y trasera, laterales), panel de paso de cables, fabricado en chapa de acero de 2 mm.
- Fabricado bajo norma UNE 20593 (IEC 60297).
- Terminación de techo y suelo en forma de prisma con chaflán en ambos laterales
- Ventilaciones en techo en las aristas frontal y trasera, con tapa superior para acoplar la unidad de ventilación.
- Paneles laterales con rejilla de ventilación superior.

- Con doble puerta frontal con cristal de seguridad tintado y con cerradura de seguridad. Refuerzos superior e inferior con ranuras de ventilación.
- Puerta trasera ciega de doble hoja.
- Color RAL-7035, serigrafiado con logotipo ICM homologado y franjas verticales frontales color rojo.
- Cristal encajado en puerta sin utilizar pegamentos para permitir su reposición en obra ante la posibilidad de rotura, con sólo quitar los tornillos.
- Cierre con maneta ergonómica abatible con llave de seguridad.
- Cuatro montantes de 19" delanteros y traseros deslizables mediante guías y tuercas correderas.
- Conjunto de tapas laterales frontales para la bajada de cables deslizables en profundidad mediante guías y tuercas correderas.
- Guía-cables laterales verticales para fijación y distribución del cableado incluyendo anillas, con seis orificios para entrada de cables.
- Armario preparado para la instalación de unidad de ventilación de techo desde el exterior.
- Puerta trasera plena con módulo de entrada de cables y tapa en la parte inferior. Posibilidad de cambio a la parte superior.
- Se incluirán patas niveladoras de regulación por la parte interior del armario y no por el suelo; zócalo inferior de altura 100 mm con tapa frontal y posterior desmontable para permitir alojar la coca de los cables en dicho hueco del zócalo y laterales con escotadura semitroquelada para comunicación de baterías y patas niveladoras.
- Toma de tierra conectada a la tierra del RTIC.
- Regletas de alimentación de 8 tomas según norma 89/336/CEE. Deben disponer de piloto luminoso indicador de tensión y carecer de botón o accionamiento alguno que pueda dar lugar a cortes de suministro por golpeo fortuito de los mismos (en caso de necesidad, la maniobra de corte se hará exclusivamente desde el cuadro). La línea de alimentación procedente del cuadro eléctrico debe conectarse directamente en el interior de la regleta (no se permite la existencia de enchufes intermedios). Se instalarán en la parte inferior de los perfiles traseros de 19", quedando las tomas orientadas hacia el interior del armario.
- Pasahilos horizontales y verticales para el guiado y distribución del cableado. Los pasahilos horizontales serán de tipo cepillo y con marco abierto que permita su el montaje/desmontaje sin necesidad de desconectar los latiguillos de parcheo. El maceado de los cables se hará agrupando los cables con tiras de velcro.

- Unidad de ventilación de techo de cuatro ventiladores de 1U de altura y termostato regulable para control de temperatura interior. El termostato que controla la unidad de ventilación deberá estar siempre regulado a la temperatura de 28ºC. La unidad de ventilación deberá colocarse en la parte superior del armario y anclado a los perfiles traseros, si es necesario, para que de este modo coincida la columna de expulsión del aire con la tapa superior del armario. Dispondrá de una alimentación independiente desde el cuadro. La tapa superior habrá de elevarse un mínimo de 25 mm mediante el uso de soportes tal que permita la salida del aire evacuado por los ventiladores del armario.



Figura 7 – Modelo de Armario ICM de puerta doble

Elementos de conexión

Por las razones anteriormente expuestas la instalación de paneles de parcheo para voz y para datos debe ser del mismo fabricante que el resto del sistema de modo que se pueda asegurar la certificación y garantía de la totalidad de la instalación. En este caso, los elementos de conexión que equipan los armarios tendrán las características técnicas siguientes:

- **Paneles repartidores del subsistema horizontal** (puertos equipados con módulo RJ45 y conectados; puertos equipados y sin conectar): totalmente cargado para montaje en rack de 19" de 1 U de altura y 24 puertos RJ45 Cat. 6. El panel debe tener la posibilidad de etiquetado de los puertos en su frontal. Los módulos RJ45 deberán cumplir la Norma UNE EN 50173 -1 (2009).
- **Panel repartidor de voz** (Para terminación de líneas de pares de cobre directamente desde el RRAP0=1), totalmente cargado para montaje en rack de 19" 1 U de altura y 25 o 50 puertos RJ45 Cat.3. La instalación debe incluir el tendido y conexionado de la manguera de 25 o 50

pares entre el armario RRAP0=1 y el panel de categoría 3 del armario repartidor, que se denominará RTAP0=1.1.

- **Panel repartidor de datos** (Para terminación de líneas de pares de cobre directamente desde el RRAP0=1), totalmente cargado para montaje en rack de 19" 1 U de altura y 25 o 50 puertos RJ45 Cat.3. La instalación debe incluir el tendido y conexionado de la manguera de 25 o 50 pares entre el armario RRAP0=1 y el panel de categoría 3 del armario repartidor, que se denominará RTAP0=1.1.
- **Paneles de Fibra Óptica:** Paneles de fibra óptica del Subsistema Trocal de Campus o Principal, de interconexión entre el RT y los RE y/o RP de los distintos edificios que conforman el centro.

Cada puerto deberá estar claramente identificado tanto en la parte frontal, como posterior y se podrán enumerar individualmente. Las instalaciones donde se requiera puesta a tierra, podrán ser realizadas simplemente seleccionando un par común a lo largo de todo el panel. El panel debe venir provisto con el kit de fijación y de conexión a tierra.

- **Latiguillos de parcheo modulares**:

  Para datos/Telefonía IP, RJ45-RJ45 UTP Cat.6 de 4 pares, 24 AWG sólido de 2 m de longitud. Los latiguillos y conectores a suministrar serán del mismo fabricante que el resto del cableado.

- **Pasahilos horizontales:** de 1U de altura para el encaminamiento y organización del cableado y latiguillos, montaje en rack de 19". Se utilizarán "pasahilos de cepillo" de marco abierto colocados con la abertura hacia arriba para permitir su montaje y desmontaje sin necesidad de desconectar los latiguillos de parcheo. Dependiendo del tipo de paneles a utilizar el pasahilos podrá está incorporado en el mismo bastidor.

  El número de pasahilos está por determinar, dependiendo de la electrónica enracable a instalar.

- **Bandejas telescópicas**: para la electrónica de red no enracable y los equipos terminales de los Operadores de Telecomunicaciones. En el caso de que se instalen Líneas MacroLAN, lo aconsejable es prever una segunda bandeja, para así separar estos elementos del resto

Administración de la red

Será objeto del contrato la identificación, etiquetado y, en su caso el registro, de todos los elementos que forman la red multiservicio (equipos y elementos), así como los elementos relativos a las instalaciones eléctricas asociadas a la red de comunicaciones. En el momento que corresponda ICM proporcionará al contratista la normativa técnica específica aplicable a esta instalación.

Medidas y certificación de la red

Una vez finalizados los trabajos se realizarán las pruebas para comprobar el estado de las instalaciones conforme a la normativa técnica vigente en ICM y los estándares que rigen los Sistemas de Cableado Estructurado. El resultado final de las medidas efectuadas por el contratista será entregado al fabricante del sistema al objeto de obtener la certificación preceptiva de la red instalada y la garantía del sistema y las aplicaciones por un periodo mínimo de 20 años. En el momento que corresponda ICM entregará al contratista la norma citada.