

# Normativa Técnica de Madrid Digital para Redes Eléctricas de SCE



Motivo de la nueva versión	Cambios respecto a la versión anterior	Fecha	Responsable/s del cambio
Versión inicial.		11/09/2012	Madrid Digital
Actualización	Actualización de Normativas;	28/03/2019	Madrid Digital
Actualización	Actualización	13/08/2019	Fibratel
Actualización	<p>1.- SE ACTUALIZA: Términos y definiciones. Normativa vigente con obligado cumplimiento de ella.</p> <p>Punto 6.1: Consideraciones generales. Punto 8: Cuadros tipos Madrid Digital, porcentaje de ampliaciones.</p> <p>2.- SE AÑADE: Punto 8.4: Protección contra sobretensiones. Nueva clasificación de conductores.</p> <p>3.- SE REPRESENTA: Modificación de etiquetado de la infraestructura eléctrica.</p>	30/09/2020	Madrid Digital

## Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Objeto del documento.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Ámbito de aplicación.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Términos y definiciones.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Normativa técnica aplicable.....</b>	<b>10</b>
<b>6. Criterios generales para cuadros eléctricos de Madrid Digital .....</b>	<b>10</b>
6.1 Consideraciones generales.....	11
6.2 Envolventes .....	13
6.3 Resistencia a Cortocircuitos.....	14
6.4 Protección al Contacto Directo.....	14
6.5 Protección al Contacto Indirecto .....	15
6.6 Protección contra Sobretensiones .....	15
6.7 Filiación .....	16
6.8 Selectividad .....	17
6.9 Coordinación entre Interruptores Diferencial y Automático .....	19
6.10 Compatibilidad electromagnética .....	20
6.11 Regímenes de neutro .....	21
6.12 Puesta a tierra .....	21
<b>7. Criterios de dimensionado de los circuitos eléctricos .....</b>	<b>25</b>
7.1 Protecciones para puestos de trabajo.....	25
7.2 Consumos cargas de comunicaciones e informática .....	25
7.3 Consumo del sistema de Aire Acondicionado .....	26
7.4 Consumos y usos del Sistema de Alimentación Ininterrumpida .....	26
<b>8. Cuadros tipo Madrid Digital .....</b>	<b>27</b>
8.1 Juegos de barras .....	32
8.2 Centrales de Medida / Analizadores de Redes .....	33
8.3 Borneros de conexión .....	34
8.4 Protección contra Sobretensiones .....	34
8.5 Interruptores Automáticos .....	35
8.6 Interruptores Diferenciales .....	38
8.7 Conductores .....	40

<b>9. Modelo de Cuadro Eléctrico Principal con SAI .....</b>	<b>42</b>
<b>10. Modelo de Cuadro Eléctrico Secundario .....</b>	<b>44</b>
<b>11. Disposición de elementos en el Cuadro Eléctrico .....</b>	<b>45</b>
<b>12. Identificación y etiquetado de los elementos .....</b>	<b>49</b>
<b>13. Verificación para puesta en servicio .....</b>	<b>49</b>
<b>14. Inspección de la instalación .....</b>	<b>50</b>
<b>15. Documentación y entrega final de la instalación .....</b>	<b>51</b>
<b>16. Anexos .....</b>	<b>51</b>
<b>17. Roles.....</b>	<b>51</b>
<b>18. Documentos relacionados .....</b>	<b>51</b>

## Figuras

Figura 1 – Esquema general enlaces de cuadros eléctricos .....	12
Figura 2 – Modelos de envolventes de diferentes dimensiones .....	13
Figura 3 – Selectividad .....	17
Figura 4 - Selectividad absoluta y parcial .....	18
Figura 5 - Selectividad total y parcial .....	18
Figura 6 - Interruptor diferencial aguas abajo de un automático .....	19
Figura 7 - Interruptor diferencial aguas arriba de un grupo de automáticos .....	20
Figura 8 – Vista general de un sistema de puesta a tierra del edificio .....	24
Figura 9 - Interruptor diferencial con sus automáticos asociados .....	25
Figura 10 – Agrupaciones en un cuadro eléctrico tipo Madrid Digital.....	28
Figura 11 – Conexión de aparamenta mediante peine de distribución.....	34
Figura 12 - Ejemplos de interruptores automáticos.....	38
Figura 13 - Ejemplos de interruptores diferenciales.....	40
Figura 14 - Esquema Unifilar Tipo Cuadro Eléctrico de RTIC (parte 1).....	42
Figura 15 - Esquema Unifilar Tipo Cuadro Eléctrico de RTIC (parte 2).....	43
Figura 16 - Esquema Unifilar Tipo Cuadro Eléctrico Secundario de planta.....	44
Figura 17 – Gráfico de disposición de elementos en Cuadro Principal .....	47
Figura 18 – Gráfico de disposición de elementos en Cuadro Secundario .....	48

## Tablas

Tabla 1 – Tabla de filiación dispositivos de protección .....	16
Tabla 2 – Asociación interruptores diferencial y automáticos.....	20
Tabla 3 – Selección del conductor de protección.....	22
Tabla 4 - Tabla de selección rápida elementos Cuadro Principal de RTIC .....	30
Tabla 5 - Tabla de selección rápida elementos Cuadros Secundarios.....	32

## 1. Introducción

La Agencia para la Administración Digital de la Comunidad de Madrid es la responsable del diseño, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio y mantenimiento de las redes multiservicio de telecomunicaciones necesarias para el correcto funcionamiento de los Centros Públicos de la Comunidad de Madrid.

En este documento se presentan las normas técnicas de referencia y se describen las características y especificaciones técnicas generales, que deben cumplir los cuadros eléctricos de mando y protección a instalar en los inmuebles de los Organismos y Entidades de la Comunidad de Madrid para proporcionar servicio eléctrico a los equipos de comunicaciones y a las tomas de las redes multiservicio.

## 2. Objeto del documento

El objeto de este documento es desarrollar los criterios técnicos y las especificaciones para diseñar y construir cuadros eléctricos de mando y protección de la red eléctrica asociada al despliegue de las infraestructuras de informática y comunicaciones de Sistemas de Cableado Estructurado (SCE), independiente de la existente de usos generales en el/los edificio/s del inmueble, dedicada a alimentar a los equipos electrónicos instalados en los Repartidores de recinto Tic (RT), Repartidores de Edificio (RE) y Repartidores de Planta (RP) y a las tomas de corriente alojadas en las cajas de las tomas de telecomunicaciones.

La red eléctrica a instalar estará dedicada en exclusiva para alimentar los equipos de comunicaciones e informática, será independiente de la red que exista en el centro y no compartirá ningún circuito de la misma, debiendo partir del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) existente en cada uno de los edificios.

Todos los materiales y procedimientos de diseño e instalación relacionados con la parte eléctrica de los proyectos deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (RETB) según el R.D. 842/2002 e instrucciones técnicas complementarias del Ministerio de Industria.

Debido a que este documento debe ser actualizado según evolucionen las diferentes normativas y tecnologías a lo largo de los años, para contar con la última versión disponible será necesario contactar con el Centro de Atención a Usuarios de Madrid Digital para que se traslade desde el área de Infraestructuras de Cableado la última versión del documento.

## 3. Ámbito de aplicación

Las prescripciones técnicas contenidas en el presente documento se aplican al diseño -criterios de alcance y dimensionado- y a la instalación de las infraestructuras de los cuadros eléctricos de mando y protección, para alimentación de los equipos y tomas asociados a un sistema de cableado estructurado en edificios e inmuebles de la Administración Autónoma de la Comunidad de Madrid.

## 4. Términos y definiciones

- **Aislamiento de un cable:** Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

- **Aparamenta:** Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.
- **Área de trabajo:** Espacio del edificio donde los ocupantes interactúan con los equipos terminales de telecomunicaciones.
- **Borne o barra principal de tierra:** Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.
- **Cable:** Conjunto constituido por uno o varios conductores aislados, su eventual revestimiento individual, la eventual protección del conjunto y el eventual revestimiento de protección que dispongan.
- **Cable flexible:** Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.
- **Cable multiconductor:** Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales pueden no estar aislados.
- **Cable unipolar:** Cable que tiene un solo conductor aislado.
- **Cableado genérico:** También se le denomina sistema de cableado estructurado, multiservicio o cableado universal. Un sistema de cableado genérico es una combinación específica de cables, hardware de conexión y otros componentes suministrados como una sola entidad.
- **Campus:** Centro o inmueble que contiene dos o más edificios.
- **Canalización:** Se refiere a los conductores y/o cables junto con los medios de soporte y protección, por ejemplo: bandejas de cable, canalizaciones, zanjas, etc.
- **Canalización eléctrica:** Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.
- **CGBT: Cuadro General de Baja Tensión.**
- **CGMP: Cuadro General de Mando y Protección**
- **Circuito:** Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparamenta, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrentensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.
- **Conductores activos:** Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al neutro en corriente alterna.
- **Conductor CPN o PEN:** Conductor puesto a tierra que asegura, al mismo tiempo, las funciones de conductor de protección y de conductos neutro.
- **Conductor neutro:** Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.



- **Conductor de protección (CP o PE):** Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta masas, elementos conductores, el borne principal de tierra, la toma de tierra y el punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.
- **Corriente máxima permitida en el circuito ( $I_z$ ):** Es el valor de la corriente que el cableado del circuito puede llevar indefinidamente, sin reducir su vida útil estimada.
- **Corriente de cierre en cortocircuito ( $I_{cm}$  - kA):** Máximo valor de la intensidad de cortocircuito asimétrico que el interruptor puede establecer y cortar: Para un interruptor, el esfuerzo generado es máximo en un cierre por cortocircuito.
- **Corriente de cortocircuito en servicio ( $I_{cs}$ ):** Es el poder de corte de cortocircuito en servicio. Normalmente en una instalación diseñada correctamente nunca es necesario que un interruptor automático funcione a su corriente de corte ( $I_{cu}$ ) máxima. Es un porcentaje de la  $I_{cu}$  a saber: 25, 50, 75, 100 % para interruptores automáticos de uso industrial.
- **Corriente nominal ( $I_n$ ):** Es el valor de corriente máximo que un interruptor automático equipado con un relé de disparo por sobreintensidad puede transportar indefinidamente a la temperatura de referencia indicada por el fabricante, sin superar los límites de temperatura especificados de los componentes conductores de corriente.
- **Corriente de defecto o de falta: Corriente que circula debido a un defecto del aislamiento.**
- **Corriente diferencial residual de funcionamiento:** Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.
- **Corriente de sobrecarga de un circuito:** Sobreintensidad que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.
- **Corte omnipolar: Corte de todos los conductores activos.**
- **CPR (Construction Products Regulation):** Norma emitida por la Unión Europea, en vigor desde el 1 de julio de 2016. Aplica a todos los productos destinados a ser incorporados, de forma permanente, en la construcción.
- **Curvas de disparo:** Selección de un umbral de disparo instantáneo o con temporización de corta duración. Tipo B de ajuste bajo; C de ajuste estándar; D o K de ajuste alto; Tipo MA de 12  $I_n$ .
- **DDR: dispositivos de corte de corriente diferencial residual.**
- **Envolvente:** Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos. Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos. Se considerará parte de dicha envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en la envolvente, salvo que sea posible quitar las tapas sin la ayuda de una herramienta o llave.
- **Esquema de Conexión a tierra:** Los esquemas de conexión se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Se deberá tener en cuenta para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defectos

(contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de la aparamenta encargada de tales funciones (ITC-08).

- **Etiqueta:** Medio para marcar claramente un componente específico de la infraestructura con su identificador y opcionalmente información adicional.
- **Grado de protección:** Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua (IP) o contra los impactos mecánicos exteriores (IK), y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.
- **ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones):** Infraestructura para el acceso a los servicios de telecomunicaciones en los inmuebles comprendidos dentro del ámbito de aplicación del R.D. 346/2011 de 11 de marzo y revisión vigente desde 25 de septiembre de 2014.
- **Interruptor automático:** Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente del servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.
- **Interruptor de control de potencia y magnetotérmico:** Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada el mando, la protección contra sobrecargas y la protección contra cortocircuitos.
- **Interruptor diferencial:** Aparato electromagnético o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.
- **IP, IK:** ver Grado de Protección.
- **Línea general de distribución:** Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.
- **LSZH (*Low Smoke Zero Halogen*):** Cable libre de halógenos y baja emisión de humos.
- **MT/BT:** Media Tensión/Baja Tensión.
- **PBX:** Centralita de Telefonía.
- **PCI (Protección Contra Incendios):** Sistema de Protección Contra Incendios sujeto a la normativa en vigor en el momento de la instalación.
- **PIA:** Pequeño Interruptor Automático.
- **Poder de corte (Icu):** El poder de corte de un aparato se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinado, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.
- **Potencia prevista o instalada:** Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

- **Puesto de Usuario:** Ubicación física de un edificio o centro donde un trabajador desarrolla sus funciones de manera permanente mediante una serie de herramientas ofimáticas con necesidad de conexión a la red eléctrica y de comunicaciones.
- **Puesto de sala:** Ubicación física dentro de la sala de comunicaciones de un edificio o centro donde un trabajador desarrolla sus funciones de manera eventual mediante una serie de herramientas ofimáticas con necesidad de conexión a la red eléctrica y de comunicaciones.
- **Receptor:** Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.
- **Red de distribución:** El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.
- **Repartidor:** Término empleado para el conjunto de componentes como armario, paneles de parcheo y latiguillos de parcheo, usado para conectar el cableado genérico.
- **RT (Repartidor de Recinto TIC):** Elemento repartidor formado por uno o varios armarios de bastidor, desde el cual se tienden las conexiones de datos de los distintos repartidores del centro (RE o RP). Está ubicado en el recinto principal, el cual se denomina RTIC.
- **RE (Repartidor de Edificio):** Elemento que sirve para interconectar el cableado Distribuidor de Campus con el Cable Distribuidor de Edificio.
- **RP (Repartidor de Planta):** Elemento que sirve para efectuar la interconexión entre el Cableado Horizontal y el Cableado Vertical.
- **RTIC (Recinto TIC):** Local donde se instalarán los repartidores y elementos necesarios para dar el servicio los operadores de telecomunicaciones, así como donde se ubicarán los equipos y elementos principales del Subsistema de Administración del centro.
- **SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida):** También conocido por UPS (*Uninterruptible Power Supply*). Dispositivo que, gracias a sus baterías, es capaz de proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado (si no está soportada por un grupo electrógeno) tras una caída de la red eléctrica a todos los dispositivos que tenga conectados evitando así la pérdida de datos en las aplicaciones, así como mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a los aparatos, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de corriente alterna.
- **Selectividad:** La selectividad asegura que la apertura del interruptor se produzca en aquel situado más próximo al defecto.
- **SI:** Superinmunizado
- **Sobrecargas:** Sobreintensidades que pueden producirse debido a un número de pequeñas cargas de poca duración que se producen ocasionalmente como cargas de arranque de motores, alumbrado, etc.
- **Sobreintensidad:** Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.
- **Tensión asignada de un cable:** Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.

- **Tensión de defecto:** Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.
- **Tensión nominal (o asignada):** Valor convencional de la tensión con la que se nomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta o la tensión entre fases. Es la tensión a la que funciona el interruptor automático en condiciones normales (inalteradas).
- **Tierra:** Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.
- **Temperatura ambiente:** Temperatura del aire u otro medio donde el material vaya a ser utilizado. Es la temperatura del medio circundante cuando el o los cables o el o los conductores aislados considerados no están cargados.
- **TT (Toma de Telecomunicaciones):** Se define como dispositivo de conexión fijo donde termina el cable de la Red Horizontal y que provee la interfaz con el área de trabajo. Es susceptible de soportar servicios de voz y de datos y otros que eventualmente disponga el centro, tales como: audio, vídeo, control de accesos, seguridad, etc. Toma TT+EE+UV: configuración de las cajas de comunicaciones de puestos de usuarios, donde TT son el número de tomas de telecomunicaciones RJ45, EE es el número de tomas eléctrica SAI para uso de la red multiservicio y UV es el número de tomas eléctrica de la red de usos varios del edificio.
- **Unión equipotencial:** Conexión eléctrica que pone a un mismo potencial diferentes partes conductoras expuestas.
- **XLPE:** Siglas en inglés del polietileno reticular.

## 5. Normativa técnica aplicable

La normativa que deberá seguirse al respecto es la indicada en el apartado NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE del documento “02 - Normativa”, perteneciente al conjunto de documentos que forman la normativa técnica de Madrid Digital.

## 6. Criterios generales para cuadros eléctricos de Madrid Digital

Un cuadro eléctrico es una combinación de varios dispositivos de protección y maniobra, agrupados en una o más envolventes dedicado a una aplicación precisa y está constituido por la agrupación de diferentes equipos funcionales, la aparamenta eléctrica y sus accesorios.

Los cuadros eléctricos de mando y protección son un elemento importante de la seguridad de una instalación eléctrica y deberán proyectarse y realizarse de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las normas UNE-EN propias, en concreto la UNE-EN 60670: *Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para usos domésticos y análogos* y la UNE-EN 61439: *Conjuntos de aparamenta de baja tensión*, que indican los aspectos que deben tenerse en cuenta:

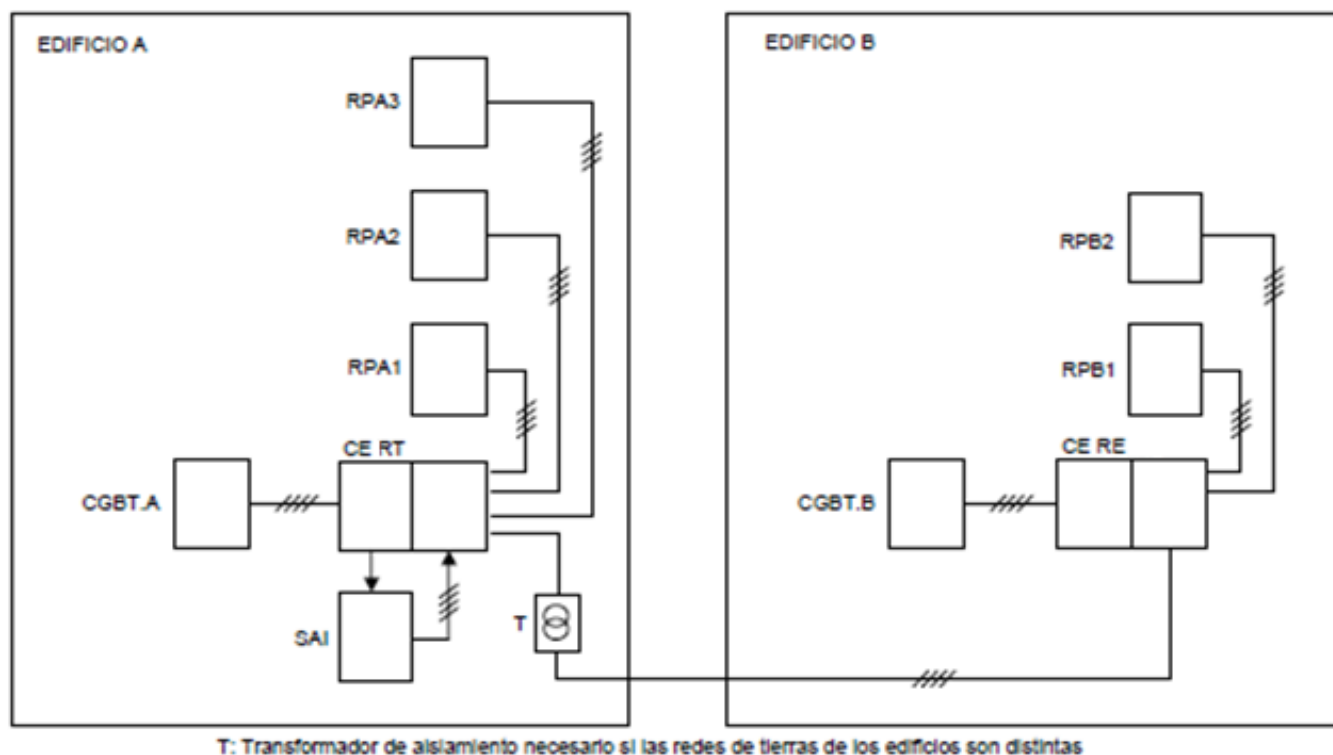
- Criterios generales.
- Grados de protección IP e IK.
- Resistencia a cortocircuitos.

- Protección al contacto directo.
- Protección al contacto indirecto.
- Protección contra sobretensiones.
- Compatibilidad electromagnética.
- Regímenes de neutro y puesta a tierra.

## 6.1 Consideraciones generales

Los cuadros eléctricos de las instalaciones de Madrid Digital deberán cumplir con los siguientes puntos de carácter general:

- La instalación eléctrica asociada a las redes informáticas de Madrid Digital deberá ser una red dedicada y de uso exclusivo para alimentar a los equipos de electrónica de red y servidores que hay en los distintos repartidores (RT, RE y RP) y tomas de corriente protegidas de color rojo/naranja a los que se conectan los equipos terminales de usuario (tener en cuenta que las impresoras y scanner no deben ir conectadas a corriente limpia).
- Se dotará al RTIC de un cuadro eléctrico exclusivo, dependiente del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del edificio. La potencia requerida en este cuadro vendrá definida por el número de puntos de red finales, del número de salas de repartidores que cuelguen de él y del equipamiento del entorno técnico de la sala de comunicaciones. Su esquema unifilar se ajustará a los modelos definidos en el apartado correspondiente de esta normativa.
- La alimentación de este cuadro estará respaldada por SAI y grupo electrógeno en aquellos casos en que dichos equipos existan y estén convenientemente dimensionados para poder dar servicio a estos circuitos. Para los casos en los que se requiera garantizar una continuidad del servicio eléctrico, será necesario tanto un SAI como un grupo electrógeno. La mera existencia de SAI no supone más que una continuidad eléctrica de unos 15 minutos, tiempo en el cual debería arrancar el grupo electrógeno que será quien suministre una continuidad eléctrica prolongada.
- Se dotará cada sala técnica secundaria, cuando existan, de un cuadro eléctrico exclusivo dependiente del cuadro eléctrico del RTIC. La potencia requerida en este cuadro vendrá definida por el número de puntos de red finales, del número de salas de repartidores que cuelguen de él y del equipamiento del entorno técnico de la sala de comunicaciones. Su esquema unifilar se ajustará a los modelos definidos en el apartado correspondiente de esta normativa.
- El cuadro eléctrico principal de edificio para la red informática, dispondrá de una acometida trifásica independiente desde el cuadro general de baja tensión del edificio.
- Las líneas de conexión entre el cuadro de edificio y los cuadros de planta que sean necesarios también se realizarán en trifásica.
- La salida de los cuadros de planta a los equipos y tomas de corriente se realizarán en monofásico.
- Cualquier variación que se considere necesaria sobre lo indicado en la presente normativa deberá ser aprobada por el técnico responsable de Madrid Digital.



**Figura 1 – Esquema general enlaces de cuadros eléctricos**

Se instalarán las canalizaciones, circuitos eléctricos y elementos funcionales necesarios para dotar al RTIC y a las salas de repartidores secundarias con:

- Alumbrado interior de las salas mediante luminarias adecuadas para este tipo de entorno y con interruptores de servicio junto al acceso a las salas, dependientes del cuadro eléctrico correspondiente de cada sala técnica (circuitos NO SAI). Este circuito será de usos varios y nunca de corriente limpia.
- Alumbrado de emergencia. Según el apartado de luces de emergencia del reglamento electrotécnico de baja tensión, así como en el Código Técnico DB-SI (Seguridad antiincendios), se hace necesario instalar en todos los cuartos una luminaria de emergencia que indique la salida de evacuación.
- Como en la mayoría de los casos en estos cuartos se aloja un cuadro eléctrico se hará necesaria la instalación de una segunda luminaria de emergencia siempre y cuando no se asegure con la luminaria de evacuación una iluminación mínima de 5 luxes en la zona del cuadro. Este circuito será de usos varios y nunca de corriente limpia.
- Al menos una toma de corriente tipo schuko de 230V/16 A, a 30 cm del suelo, junto al acceso a la sala, para servicios varios, que se suministrarán desde el cuadro eléctrico de cada sala técnica (circuito de usos varios, NO SAI). Este circuito será de usos varios y nunca de corriente limpia.
- Circuito de alimentación para el equipo de climatización interior de la sala en caso de que dicho equipo lo requiera. Este circuito será de usos varios y nunca de corriente limpia.



- Líneas de acometida y elementos de maniobra de protección para el Sistema de Alimentación Ininterrumpida.
- Líneas desde el Cuadro General de SAI a los cuadros eléctricos secundarios de infraestructura de telecomunicaciones en las salas de repartidores secundarias.
- La toma de tierra prevista por el REBT para este tipo de salas.

## 6.2 Envoltentes

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección están ubicados en el interior de uno o varios cuadros de distribución, de montaje en superficie, desde donde partirán los circuitos interiores.

Las envoltentes de los cuadros de Madrid Digital se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1:2006, Cajas y envoltentes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales y UNE- EN 61439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según PNE- EN 60529, Grados de protección proporcionados por las envoltentes (Código IP) e IK07 según UNE 50102.



**Figura 2 – Modelos de envoltentes de diferentes dimensiones**

Estarán contruidos en chapa de acero de espesor mínimo 1 mm, con tratamiento por cataforesis más polvo de epoxy poliéster polimerizado en horno.

Todos los componentes de material plástico deberán responder a los requisitos de autoextinguibilidad a 960 °C en conformidad a la norma CEI 695.2.1 y NF C 20-455.

Su cara delantera estará completamente aislada, para protección de los usuarios, estando provistos de puerta transparente dotada con cerradura y con una maneta de tipo tirar-empujar integrada en el diseño de la envoltente. Las manetas admitirán cualquier tipo de bombín.

**La envolvente se seleccionará con un dimensionamiento de reserva de espacio libre del 25% del total del espacio operativo del cuadro eléctrico.**

Los cuadros eléctricos deberán ir instalados en el mismo recinto en el que se ubique el armario repartidor (RT/RE/RP), colocado a una altura que permita la operación con todos sus elementos y a una distancia lo más corta posible del SAI (o de la posible futura ubicación de este). En todo momento se tendrá en cuenta que exista espacio suficiente frente al mismo para poder abrir su puerta y manipular sus elementos.

### **6.3 Resistencia a Cortocircuitos**

Los cuadros de distribución eléctrica de Madrid Digital deben construirse de forma que resistan las tensiones térmicas y dinámicas causadas por una corriente de cortocircuito mediante interruptores automáticos.

Para prevenir los riesgos de corrientes de cortocircuito todo dispositivo de protección debe respetar las dos reglas siguientes:

- El poder de corte del aparato debe ser al menos igual a la corriente máxima de cortocircuito que se supone en el punto de instalación.
- El tiempo de corte, para un cortocircuito que se produzca en cualquier punto de la instalación, no debe ser superior al tiempo que hace aumentar la temperatura de los conductores hasta su valor máximo admisible.

Conforme a estas reglas, es necesario determinar, para cada circuito, la corriente máxima de cortocircuito en su origen, así como la corriente mínima de cortocircuito en su extremo. La corriente máxima de cortocircuito se utiliza para determinar el poder de corte necesario de los dispositivos de protección y para garantizar la protección de los conductores contra las limitaciones térmicas. La corriente mínima de cortocircuito en el extremo del circuito se utiliza para comprobar las condiciones de corte para la regulación magnética de los cuadros.

Como norma general se indican a continuación los valores de los poderes de corte de los interruptores a instalar en los cuadros eléctricos de Madrid Digital, aunque serán objeto de justificación en cada proyecto técnico:

- Protecciones en cabecera o primer nivel: 25 kA.
- Protecciones de segregación o de segundo nivel: 10 kA.
- Protecciones de circuitos o de tercer nivel: 6 kA.

Se debe comprobar el efecto de la limitación de la impedancia de los conductores de circuitos largos en el valor de las corrientes de cortocircuito y se debe limitar, en consecuencia, la longitud del circuito.

### **6.4 Protección al Contacto Directo**

La protección contra el contacto directo consiste en tomar medidas destinadas a proteger a las personas de los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para este propósito deberán cumplirse los siguientes puntos:

- La protección mediante aislamiento que recubra las partes activas y que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo, que se cumplirá con la utilización de aparamenta prefabricada con las envolventes originales de los fabricantes y mediante el uso de conductores aislados.



- La protección por medio de barreras o envoltentes que impidan acceder a las partes activas, que sólo se puedan suprimir mediante el uso de una llave o herramienta y garantizando que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente, que se cumplirá con la utilización de envoltentes dotadas de puertas de acceso mediante llave y señalización del riesgo eléctrico.
- La protección por medio de obstáculos, situando los elementos de mando y protección en locales de servicio eléctrico sólo accesibles por personal autorizado, que se cumplirá ubicando los cuadros eléctricos en las salas de repartidores con acceso restringido.
- La protección por puesta fuera del alcance por alejamiento, de modo que las partes activas accesibles simultáneamente que se encuentren a tensiones diferentes no se encuentren en el mismo volumen de accesibilidad, que se cumplirá mediante la separación de las unidades funcionales para servicios diferentes integradas en cuerpos de envoltentes diferentes.
- La protección complementaria por dispositivos de corte de corriente diferencial residual (DDR) asignada inferior o igual a 30 mA que protegen contra el contacto directo de las partes activas de la instalación eléctrica en caso de imprudencia de los usuarios y el fallo de las medidas anteriores.

## 6.5 Protección al Contacto Indirecto

La protección contra el contacto indirecto consiste en tomar medidas destinadas a proteger a las personas de los peligros que pueden derivarse de un contacto con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento de los materiales eléctricos. Las medidas de protección contra el contacto indirecto que deberán cumplirse según cada caso son:

- Protección por corte automático de la alimentación, destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente (50 V en condiciones normales y 24 V en instalaciones de alumbrado público) se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. Deberá existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación y los dispositivos de protección.
- Protección por empleo de equipos con aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Protección por alejamiento, interposición de obstáculos o disposición aislada de los elementos conductores en locales con suelo y paredes aislantes.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.
- Protección por separación eléctrica con transformador de aislamiento o equivalente.

## 6.6 Protección contra Sobretensiones

Las instalaciones interiores se deben proteger contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas. El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del nivel isocerámico estimado, del tipo de acometida (aérea o subterránea), de la proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, las instalaciones y los equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.

- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Dado que las instalaciones eléctricas asociadas a las redes de cableado de los inmuebles parten del Cuadro General de Baja Tensión del edificio y se trata de alimentar equipos de telecomunicaciones e informáticos que requieren un alto nivel de fiabilidad estas instalaciones se deberán proteger mediante descargadores de sobretensiones en el origen (CGBT) y al menos en el cuadro eléctrico principal de la sala de comunicaciones utilizando elementos de la categoría adecuada según la instalada en el CGBT para sistemas trifásicos 230/400 V y monofásicos 230 V con una tensión soportada de capacidad para 4 kV o superior ante impulsos de 1,5/50 kV, tal y como se detalla en el punto 8.4 de este documento.

## 6.7 Filiación

La coordinación o filiación es la técnica que consiste en aumentar el poder de corte de un interruptor automático, coordinándolo con otro dispositivo de protección situado después que él. Esta coordinación permite utilizar un aparato de protección que posea un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito máxima presumible en su punto de instalación.

Gracias a la limitación de la corriente de cortocircuito, un interruptor limitador permite utilizar en todos los dispositivos aguas abajo del mismo, interruptores con poderes de corte inferiores a los habituales. Esto trae como ventajas las siguientes:

- Cálculos simplificados de la corriente de cortocircuito.
- Simplificación de la elección de la aparamenta situada aguas abajo.
- Uso de aparamenta de menor rendimiento (ahorro de costes).
- Menor requisito de espacio físico.

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de un fabricante para la coordinación entre interruptores automáticos.

Aguas arriba	NS160N	NS160SX	NS160H	NS160L	NS250N	NS250SX	NS250H	NS250L
Poder de corte (kA ef)	85	90	100	150	85	90	100	150
Aguas abajo	Poder de corte (kA ef)							
DPN	20	20	20	20	20	20	20	20
DPN	30	30	30	30	30	30	30	30
C60N	40	60	60	60	40	60	60	60
C60H	50	80	80	80	50	65	65	65
C60L ≤ 25A	65	80	80	80	65	80	80	80
C60L ≤ 40A	65	80	80	80	65	80	80	80
C60L ≤ 63A	65	80	80	80	50	65	65	65

**Tabla 1 – Tabla de filiación dispositivos de protección**

Se admite que el poder de corte sea inferior al cortocircuito máximo presumible, con las siguientes condiciones:

- Que esté asociado a un aparato instalado antes que él con el poder de corte necesario en su propio punto de instalación.

- Que la energía limitada por la asociación de los aparatos pueda ser soportada por el aparato situado a continuación en la instalación, así como por las líneas protegidas.

La coordinación puede realizarse a tres niveles si se cumplen al menos una de las siguientes condiciones:

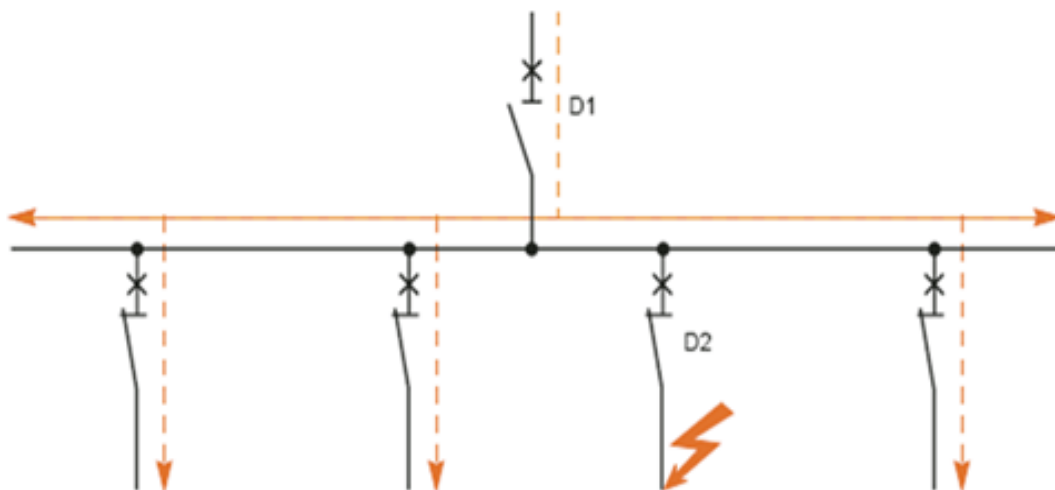
- El dispositivo situado aguas arriba debe tener un poder de corte suficiente en su punto de instalación. Los dispositivos situados en los dos niveles siguientes se asocian con el primero.
- La coordinación se realiza entre dispositivos sucesivos. El primer dispositivo tiene un poder de corte suficiente en su punto de instalación, el dispositivo de tercer nivel se asocia con el de segundo nivel que, a su vez se asocia con el de primer nivel.

## 6.8 Selectividad

Por selectividad se entiende que ninguno de los dispositivos de protección aguas arriba por el que pasa la corriente de defecto (o sobrecarga) funcionará antes de que entre en acción el dispositivo de protección que controla el circuito defectuoso.

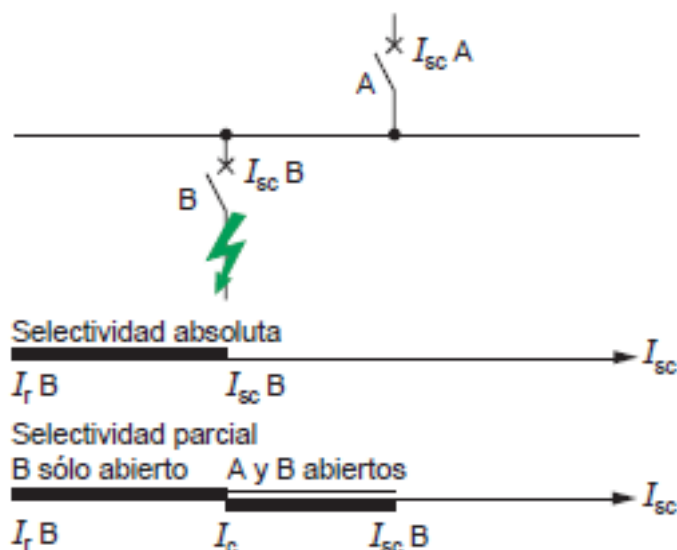
Por lo general, la selectividad se consigue incrementando el tiempo de funcionamiento de los dispositivos de protección a medida que su ubicación en una red se acerca a la fuente de alimentación. Así si el dispositivo de protección más próximo al defecto no entra en funcionamiento, el siguiente dispositivo situado aguas arriba entrará en funcionamiento algo más tarde.

Se consigue la selectividad cuando un defecto eléctrico en cualquier punto de la instalación es eliminado por el dispositivo de protección situado inmediatamente aguas arriba del defecto.



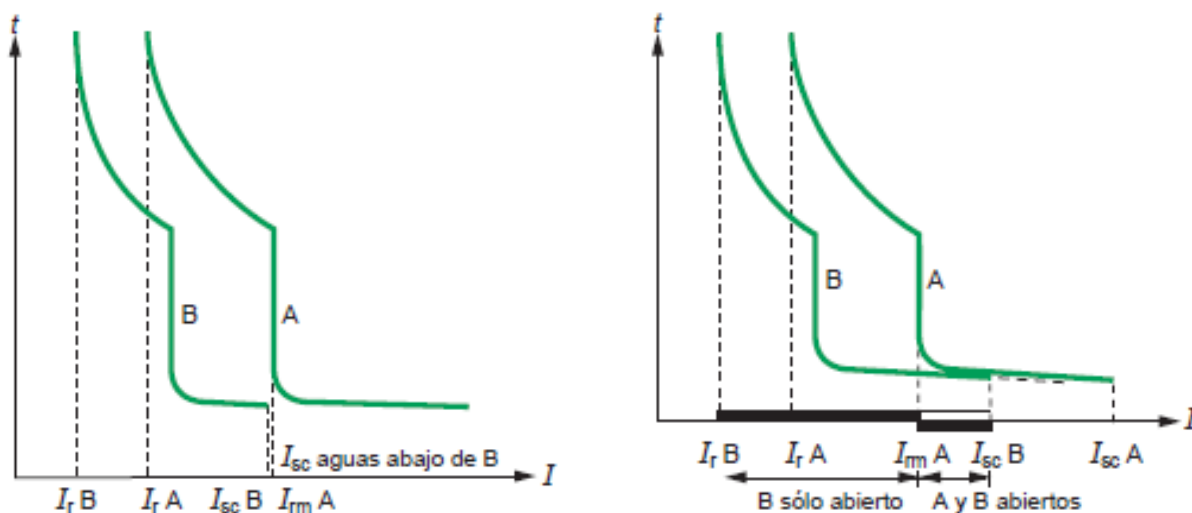
**Figura 3 – Selectividad**

La selectividad puede ser **“total”** si el valor máximo de cortocircuito del interruptor aguas abajo no supera el ajuste de disparo por cortocircuito del automático aguas arriba. La selectividad será **“parcial”** si la mayor corriente de cortocircuito posible en el interruptor aguas abajo es mayor que el ajuste de disparo por cortocircuito del automático aguas arriba.



**Figura 4 - Selectividad absoluta y parcial**

La selectividad entre los interruptores automáticos A y B es total si el valor máximo de la corriente de cortocircuito en el circuito B no supera el ajuste de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición sólo disparará el interruptor automático B (véase la figura siguiente, curva derecha). La selectividad es parcial si la máxima corriente de cortocircuito posible en el circuito B es superior al ajuste de la corriente de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición dispararán los interruptores automáticos A y B.



**Figura 5 - Selectividad total y parcial**

La coordinación de disparo selectiva se consigue mediante temporización o mediante la subdivisión de los circuitos que se protegen individualmente o por grupos, o bien combinando ambos métodos.

Esta selectividad evita el disparo de cualquier interruptor diferencial que no sea el que se encuentre

inmediatamente aguas arriba de la posición de defecto. La selectividad es posible en tres o cuatro niveles diferentes de distribución:

- En el cuadro general de baja tensión del edificio.
- En el cuadro principal de distribución.
- En los cuadros secundarios de distribución.
- En las tomas de corriente para la protección de aparatos individuales.

La selectividad se consigue utilizando los diferentes niveles de sensibilidad normalizados: 30 mA, 100 mA, 300 mA y 1 A, así como con el ajuste de los correspondientes tiempos de disparo.

En las instalaciones de Madrid Digital, debido a la sensibilidad de los equipos, aplicaciones y servicios alimentados, los cuadros eléctricos deberán diseñarse para una **selectividad total**.

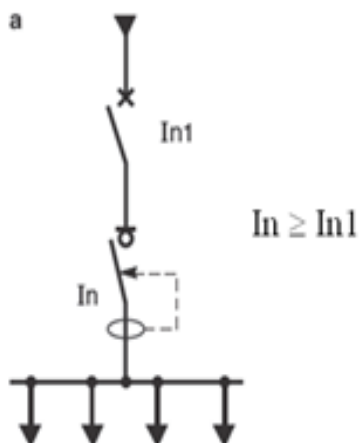
## 6.9 Coordinación entre Interruptores Diferencial y Automático

El objetivo de cualquier esquema de protección automática contra defectos de aislamiento, sobrecargas, etc., es disparar el interruptor que controla el circuito defectuoso únicamente, sin que se vean afectados los demás interruptores. Es decir, que dispare únicamente aquella salida del cuadro eléctrico afectada por una avería y que el corte de tensión se produzca lo más cerca de ésta sin que funcionen otras protecciones en serie (aguas arriba) o paralelas.

Los fabricantes disponen de tablas de sus productos que dan la factibilidad de coordinación entre un interruptor situado aguas arriba con otro situado aguas abajo en función del calibre (A), poder de corte y el tipo de curva de disparo.

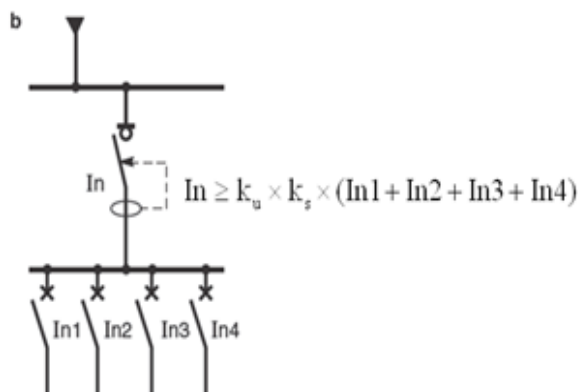
La corriente nominal de un interruptor diferencial se elige de acuerdo con la corriente de carga sostenida máxima que llevará. Disponemos de dos escenarios posibles:

**Conexión en serie y aguas abajo de un interruptor automático:** Si el interruptor diferencial se conecta en serie y aguas debajo de un interruptor automático, la corriente nominal de ambos sistemas será la misma.



**Figura 6 - Interruptor diferencial aguas abajo de un automático**

**Conexión aguas arriba de un grupo de interruptor automático:** Si el interruptor diferencial se conecta aguas arriba de un grupo de circuitos protegidos por interruptores automáticos, la corriente nominal de interruptor diferencial se obtendrá mediante la siguiente fórmula.



**Figura 7 - Interruptor diferencial aguas arriba de un grupo de automáticos**

Los fabricantes ofrecen tablas de asociación entre interruptores diferenciales e interruptores automáticos en función de la máxima intensidad de cortocircuito:

Interr. autom.	aguas arriba		C60N	C60H	C60L	C120N	C120H	NG125N	NG125H
Int. autom. de corr. res. aguas abajo	2 P 230 V	I 20 A	6,5	6,5	6,5	3	4,5	4,5	4,5
		IN-A 40 A	20	30	30	10	10	15	15
		IN-A 63 A	20	30	30	10	10	15	15
		I 100 A				15	15	15	15
	4 P 400 V	I 20 A	4,5	4,5	4,5	2	3	3	3
		IN-A 40 A	10	15	15	7	7	15	15
		IN-A 63 A	10	15	15	7	7	15	15
		NG 125 NA				10	16	25	50

**Tabla 2 – Asociación interruptores diferencial y automáticos**

## 6.10 Compatibilidad electromagnética

Deberán cumplirse las normas de compatibilidad electromagnética garantizada por los fabricantes de material eléctrico además de organizar el interior de la instalación eléctrica de baja tensión para obtener una distribución de energía de alta calidad según las circunstancias de cada proyecto:

- Garantizando la equipotencialidad de las masas.
- Reduciendo al mínimo posible los recorridos de los cableados de masa.
- Evitando y distanciando el paralelismo de cables con diferentes tipos de tensión y/o señal.
- Estableciendo pantallas en las canalizaciones.
- Alimentando las aplicaciones más sensibles con sistemas de alimentación ininterrumpida.



- Los interruptores diferenciales, independientes o en bloques VIGI, deberán ser en todo momento superinmunizados, dado que incorporan un filtro de altas frecuencias que limita el riesgo de disparos intempestivos y los bloqueos habituales que existen con los interruptores diferenciales estándar en instalaciones con receptores informáticos o electrónicos.

Se deberán instalar canalizaciones independientes para el cableado eléctrico y para el de la red de comunicaciones. Cuando esto no sea posible (por ejemplo, caso de mini canales a los puestos de trabajo) se seleccionarán canales compartimentadas con el número necesario de tabiques de separación de acuerdo con el tipo de cableado a instalar según se especifica en el apartado “*Compatibilidad Electromagnética*” del documento “*Normativa*”, en su última versión disponible.

### 6.11 Regímenes de neutro

Los diferentes esquemas de conexión y regímenes de neutro en las instalaciones eléctricas se caracterizan por la forma de conexión del neutro del secundario del transformador a la tierra y de las masas conductoras de la instalación.

Para la determinación de las características de las medidas de protección de la apartamentada contra choques eléctricos en caso de defecto y contra sobreintensidades será preciso tener en cuenta el esquema de distribución del neutro empleado.

El esquema de neutro para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT, con la alimentación puesta a tierra, su distribución como neutro a todos los receptores y puesta a tierra de estos mediante conductor de protección independiente.

No obstante, puede establecerse el esquema IT en partes de una instalación alimentada desde una red de distribución pública en baja tensión mediante el uso de transformadores adecuados.

En instalaciones alimentadas a partir de un centro de transformación de abonado se podrá establecer cualquiera de los tres esquemas principales de neutro: TN con sus variantes, TT estándar o IT.

Para las instalaciones eléctricas asociadas a las redes multiservicio gestionadas por Madrid Digital en los diferentes inmuebles de las Consejerías de la Comunidad de Madrid **siempre se utilizará el esquema TT** adecuado tanto para instalaciones alimentadas directamente en baja tensión como para las instalaciones alimentadas a través de centro de transformación.

Para la protección contra contactos directos e indirectos en el esquema TT se utilizarán los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual fijos o temporizados con un tiempo de funcionamiento máximo de 1 segundo.
- Dispositivos de protección de máxima corriente como interruptores automáticos solamente aplicables cuando la suma de la resistencia de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas en muy baja.

### 6.12 Puesta a tierra

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

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

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

Siempre y cuando las corrientes circulen en el sistema de tierras y no en los circuitos electrónicos, no tendrán efectos dañinos. Sin embargo, cuando las redes de tierra no son equipotenciales, por ejemplo, cuando están conectadas en estrella a la barra de tierra, las corrientes residuales de alta frecuencia se propagarán por todos los sitios, por ejemplo, también en los cables de comunicaciones. En esta situación los equipos pueden sufrir perturbaciones e incluso pueden destruirse.

La norma EN 50310: Aplicación de la unión equipotencial y de la puesta a tierra en edificios con equipos de tecnología de la información, establece las prescripciones técnicas que deben cumplir las instalaciones de tecnología de la información para alcanzar unas condiciones óptimas de unión y puesta a tierra. La norma EN 50310 deberá aplicarse al menos en el caso de edificios de nueva construcción, y siempre que sea posible, en edificios existentes (por ejemplo, en el caso de una rehabilitación).

El valor de la resistencia de puesta a tierra debe ser conforme con las normas de protección y funcionamiento de la instalación, y debe mantenerse de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo presente los requisitos generales indicados para la protección contra los contactos directos e indirectos y los requisitos particulares de las instrucciones técnicas aplicables a cada instalación.

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

- El conductor de tierra.
- El conductor de protección.
- El conductor de unión equipotencial principal.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

**Tabla 3 – Selección del conductor de protección**

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

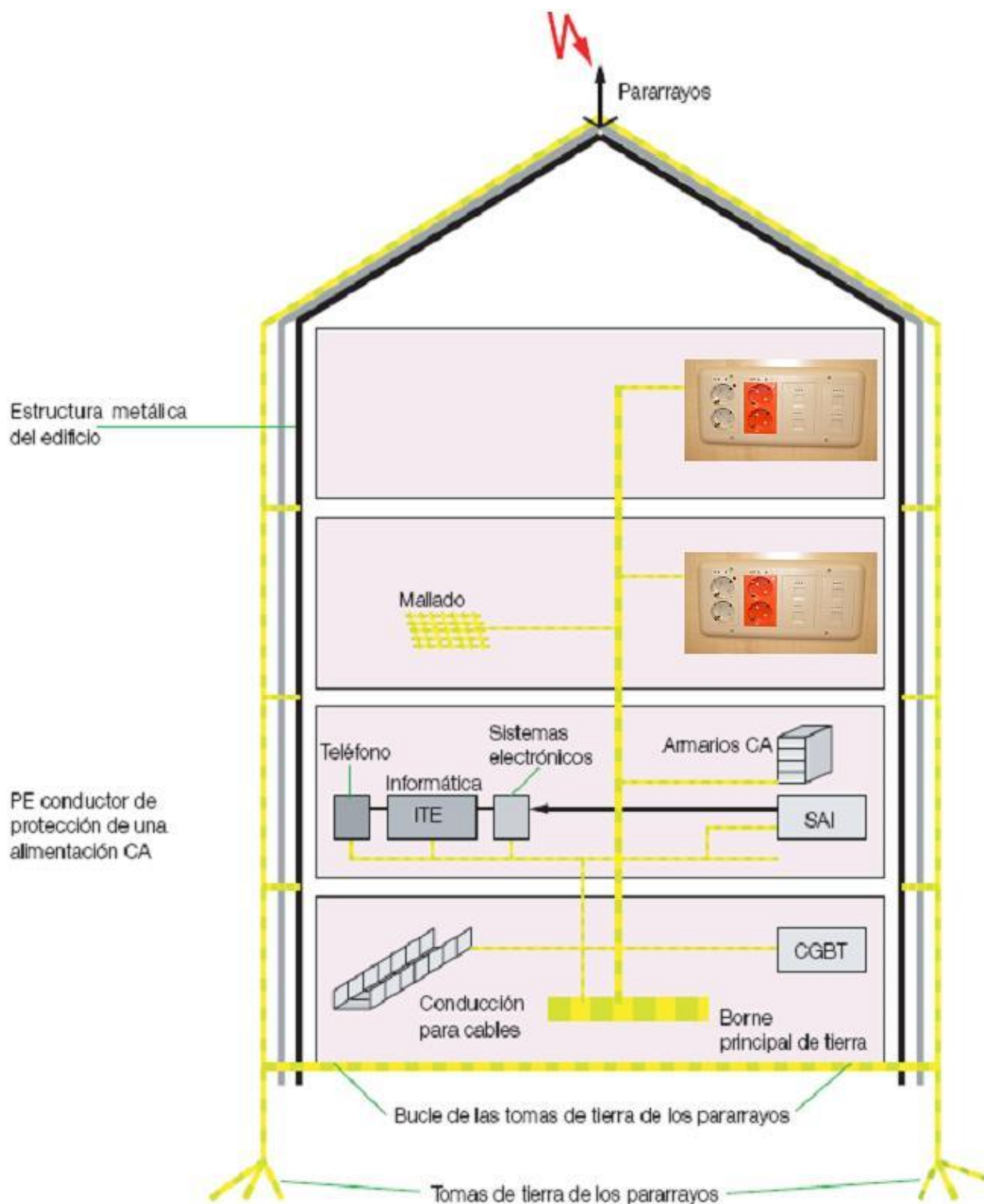


La calidad de la toma de tierra depende en gran medida de su distribución dentro del edificio, por ello, hay que asegurar que desde todos los puntos a los que se hace llegar la toma de tierra, hay continuidad de ésta y, que la resistencia desde las masas de los elementos que se conectan a tierra (armarios, paneles de rosetas y bases de enchufes de alimentación de armarios, principalmente) hasta los electrodos de la toma de tierra es de apenas un par de  $\Omega$ .

Aunque lo ideal es que una conexión a tierra tenga una resistencia de cero Ohmios y no hay ningún umbral de resistencia de tierra estándar que se haya reconocido de manera unánime por parte de todas las agencias de normativas; no obstante, los valores deseables de resistencia de la toma de tierra son los siguientes:

- Lugares alimentados en AT (Alta Tensión): resistencia  $< 1 \Omega$
- Lugares alimentados en BT (Baja Tensión): resistencia  $< 5 \Omega$  (en especial en instalaciones con equipos sensibles)

De acuerdo con el Apartado 12 de la ITC-BT-18 la toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de obra o instalador autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento, así como personal técnicamente competente efectuará la comprobación de puesta a tierra al menos anualmente.



**Figura 8 – Vista general de un sistema de puesta a tierra del edificio**

## 7. 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.

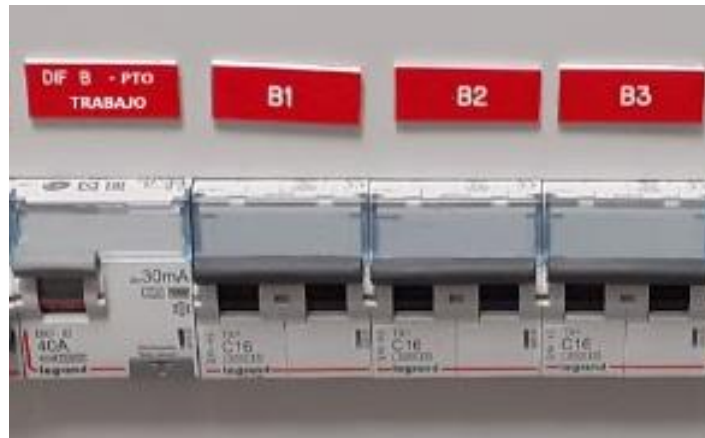
El reglamento establece requisitos diferentes en función del tipo de inmueble y la actividad a la que se destina. Así, los edificios y locales dependientes de las Consejerías de la Comunidad de Madrid deben considerarse edificios y locales de pública concurrencia en general, salvo locales específicos que deban englobarse en otros tipos como locales con riesgo de incendios o explosión, quirófanos y salas de intervención, etc.

Antes de proyectar una instalación eléctrica se deberán estudiar las características generales y utilización prevista de la red, su estructura general y sus alimentaciones.

Para definir la red eléctrica a instalar se tendrán en cuenta las características siguientes.

### 7.1 Protecciones para puestos de trabajo

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 rojo/naranja, evitando así la sobrecarga de circuitos y limitando las corrientes de fugas generadas por los equipos informáticos y los disparos imprevistos.



**Figura 9 - Interruptor diferencial con sus automáticos asociados**

### 7.2 Consumos cargas de comunicaciones e informática

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 pequeños equipos ofimáticos (ni scanner ni impresoras entre ellos) y comunicaciones, cuyos consumos estimados se incluyen a continuación.

Las estimaciones de consumo realizadas se basarán en el dimensionado de la red conocido. Esto es, por número de cajas (información extraída del Proyecto Técnico) y número de equipos (estimado por Madrid Digital:

- PC (monitor + unidad central)  $\approx 220$  W

- Conmutadores secundarios (48 puertos con PoE)  $\approx 800$  W
- Conmutador Principal (tipo Cisco 4507)  $\approx 2.000$  W
- Router  $\approx 250$  W
- Tomas de corriente en salas y cuartos de comunicaciones  $\approx 1.500$  W

### 7.3 Consumo del sistema de Aire Acondicionado

El RTIC así como eventualmente las salas de repartidores secundarias requieren la dotación de equipos de climatización que mantengan las condiciones ambientales de dichas salas dentro de los parámetros de funcionamiento adecuados para el tipo de equipamiento que albergan.

El diseño e instalación de los sistemas de climatización se realizarán conforme a las normas y especificaciones descritas en la Normativa Técnica de ICM para Sistemas de Climatización.

Las especificaciones técnicas de los equipos seleccionados habrán de ser tenidas en cuenta para determinar las líneas y protecciones desde los cuadros eléctricos correspondientes, siguiendo las especificaciones establecidas en esta normativa.

### 7.4 Consumos y usos del Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) es un equipo capaz de mantener en funcionamiento constante la red eléctrica del centro asociada al sistema de cableado estructurado multiservicio.

El diseño e instalación del Sistema de Alimentación Ininterrumpida se realizará conforme al documento de Normativa de SAI de Madrid Digital.

Las especificaciones técnicas del equipo seleccionado habrán de ser tenidas en cuenta para determinar las líneas y protecciones desde el cuadro del RTIC.

El cuadro eléctrico del **RTIC** deberá prever, en zona claramente diferenciada dentro del cuadro, la instalación de protecciones para alimentación, disyuntores por enclavamiento mecánico por llave y salida del Sistema de Alimentación Ininterrumpida en la sala.

**Con la alimentación SAI de dicho cuadro eléctrico del RTIC se prestará servicio a los siguientes elementos:**

- Cuadros secundarios de las salas secundarias de repartidores (RE/RP).
- Armarios repartidores y de servidores de la sala (al menos dos circuitos por armario, que serán de fases diferentes para obtener la máxima seguridad en la redundancia de las fuentes de alimentación de los conmutadores de red local y hasta tres circuitos cuando el número de conmutadores sea tres o más unidades. Cada circuito irá en una fase diferente y a la hora de conectar los conmutadores se repartirán sus conexiones entre las regletas de cada circuito para conseguir así un equilibrio de fases).
- Alimentación de SAI a los puestos y áreas de trabajo que dependan de los repartidores RT, RE y RP.

El cuadro eléctrico de cada una de las **salas secundarias de repartidores**, cuando existan, será un cuadro eléctrico exclusivo alimentado desde SAI, dependiente del cuadro eléctrico del RTIC. Este cuadro prestará servicio SAI a los siguientes elementos:

- Armarios repartidores de la sala (al menos dos circuitos por armario, que serán de fases diferentes para obtener la máxima seguridad en la redundancia de las fuentes de alimentación de los conmutadores de red local y hasta tres circuitos cuando el número de conmutadores sea tres o más unidades. Cada circuito irá en una fase diferente y a la hora de conectar los conmutadores se repartirán sus conexiones entre las regletas de cada circuito para conseguir así un equilibrio de fases).
- Alimentación de SAI a los puestos y áreas de trabajo que dependan de los repartidores RE y RP ubicados en la sala.

El resto de los servicios de la sala (alumbrado, aire acondicionado, usos varios, etc.), que no necesiten alimentación por SAI, serán alimentados desde la sección de usos varios.

## 8. Cuadros tipo Madrid Digital

Los cuadros de mando y protección tendrán unas dimensiones suficientes para instalar en su interior las protecciones mínimas de diseño y una capacidad adecuada para la previsión de futuras ampliaciones de hasta el **25% del espacio físico operativo de la envolvente**.

Serán de montaje superficial y la envolvente se ajustará a las normas UNE-EN 60670-1:2006 y UNE-EN 60493-3, con un **grado de protección mínimo IP 30** según PNE-EN 60529 e **IK07** según UNE-50102.

Estarán contruidos en chapa de acero con un espesor mínimo de 1 mm, siendo todos sus componentes aislantes autoextinguibles según CEI 695.2.1 y NF C 20-455.

Su cara delantera estará completamente aislada, para protección de los usuarios, estando provisto de puerta transparente. El cuadro de protección se situará lo más próximo posible a los RT, RE y RP.

El cuadro será de construcción funcional, formado por conjuntos de apartamentas que comprende todos los elementos mecánicos y eléctricos que contribuyen a la ejecución de una sola función (unidad funcional), interconectadas eléctricamente para la ejecución de sus funciones.

Dispondrán de un regletero apropiado para la conexión del cable de puesta a tierra.

El cuadro deberá ser realizado en un taller cuadrista (que disponga de la Norma de Calidad ISO 9000), utilizando exclusivamente componentes específicos del fabricante, siguiendo sus instrucciones de montaje del catálogo y recomendaciones documentadas, para que el cuadrista pueda auto certificar la realización de las tres verificaciones individuales a cada cuadro finalizado conforme a la norma UNE EN 61439-1.

El cuadro deberá ser terminado en el taller cuadrista completamente, tanto desde el punto de vista electrotécnico, como funcional, de forma que en el momento de la instalación en obra sólo sea necesario realizar el conexionado de los cables de entrada y salida.

El cuadro podrá ser ampliable por ambos lados, sin tener que efectuar ninguna operación de corte, taladro o soldadura. La parte delantera llevará puerta trasparente, cerradura con llave y el índice de protección.

Para garantizar la seguridad de los usuarios de los cuadros se cubrirá la apartamentas, cableado, etc., con tapas metálicas de protección que dejará únicamente accionar las manetas de maniobra.

Las **características eléctricas soportadas por los cuadros** podrán ser (según cada esquema unifilar):

- Tensión asignada de empleo: hasta 1000 V.

- Tensión asignada de aislamiento del juego de barras principal: hasta 1000 V.
- Intensidad asignada de empleo: hasta 630 A.
- Corriente asignada de cresta admisible: hasta 52,5 KA.
- Corriente asignada de corta duración admisible: hasta 25 KA.
- Frecuencia: 50/60 Hz.



**Figura 10 – Agrupaciones en un cuadro eléctrico tipo Madrid Digital**

El conexionado interior (repartición) del cuadro se realizará utilizando exclusivamente componentes prefabricados por el fabricante (y preferiblemente con conexión rápida, bornas resorte, para aparamenta modular sobre carril DIN hasta 50 A): distribución con peines, multclip, distribloc, polybloc, conexiones prefabricadas o juegos de barras planas.

La identificación de la aparamenta se realizará en las tapas frontales de los cuadros y en el frente de las diferentes aparamentas, de forma que se pueda realizar una identificación rápida de los circuitos con las tapas protectoras tanto puestas como retiradas.

Los cuadros deberán llevar una placa identificadora (Guía-BT-17, sep.03, rev.1) con:

- Nombre del instalador o empresa.
- Fecha de la instalación.
- Intensidad del interruptor general.

Se muestran a continuación unas tablas a modo de resumen con las características de todos **los elementos que componen un cuadro principal de RTIC**. Si bien la composición y características finales irán en función de las necesidades específicas de cada proyecto.

A modo de ejemplo, en la columna elementos, se incluyen referencias de **Schneider Electric** siendo válido cualquier fabricante de calidad equivalente.



CUADRO PRINCIPAL		
FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS
ACOMETIDA	Protección en CGBT	C60N C120N– NSX curva D
		ID – 300 mA clase A SI Selectivo
	Línea de acometida	Trifásica 0,6/1 kV RZ1
ENVOLVENTE	Cuadros	PRISMA Plus
ENTRADA	Protección IGA	C60N –C120N NSX curva D
	Central de medida	protección + equipo de medida
	Limitador de sobretensiones Tipo 3	Protección + limitador
	Bornero	Distribloc
AIRE ACONDICIONADO (no protegido por SAI)	Protección	DPN Vigi XX A – 300 mA clase AC
	Línea	Monofásico 3xXX mm2
ALUMBRADO Y USOS VARIOS (no protegidos por SAI)	Diferencial común	ID 2x25 A – 30 mA clase AC
	Parcial Usos Varios	C60N 2x25 A curva C
	Automático alumbrado	C60N 10 A curva C
	Línea	Monofásico 3x1,5 mm2
	Aut. alumbrado emergencia	C60N 10 A curva C
	Línea	Monofásico 3x1,5 mm2
	Automático enchufes	C60N 16 A curva C
	Línea	Monofásico 3x2,5 mm2
RECTIFICADOR	Alimentación a SAI	C60N – C120N- NSX curva D
BY-PASS ESTÁTICO	Alimentación a by-pass SAI	C60N –C120N- NSX curva D
DE SAI	Salida de SAI a cuadro	C60N-C120N– NSX curva C
BY-PASS MANTENIMIENTO	By-pass manual de SAI	C60N-C120N– COMPACT NSX curva C Con mecanismo de bloqueo y candado
ACOMETIDAS SAI	Líneas cuadro - SAI	Trifásica 0,6/1 kV RZ1
ACOMETIDA A PLANTAS (si existen)	Protección	C60N – C120N curva C ID clase A-SI – 300 mA
	Línea	Trifásica 0,6/1 kV RZ1
PARCIAL PLANTA	Parcial A-C	C60N 4x32 A curva C

CUADRO PRINCIPAL		
FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS
DISTRIBUCIÓN Diferenciales A-B-C	Protecciones A-B-C	3x ID 40 A – 30 mA clase A SI
	Parcialización a puestos	3x C60N 16 A curva C
	Líneas 1 a 9	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
PARCIAL PLANTA	Parcial D-F	C60N 4x32 A curva C
DISTRIBUCIÓN Diferenciales D-E-F	Protecciones D-E-F	3x ID 40 A – 30 mA clase A SI
	Parcialización a puestos	3x C60N 16 A curva C
	Líneas 10 a 18	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
PARCIAL DE SALA	Parcial Sala	C60N 4x32 A curva C
CIRCUITOS DE ARMARIOS	Protección regleta enchufes	DPN Vigí 16 A – 30 mA clase A SI
	Ventiladores	DPN Vigí 16 A – 30 mA clase A SI
	Líneas	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
RESERVA	Reserva equipada para puestos	Un circuito equipado y libre
RESERVA	Espacio de reserva	25% del total de elementos
<p>Notas:</p> <p>Las protecciones en el CGBT y la de IGA deberá seleccionarse en función del dimensionamiento del cuadro, cumpliendo en todo momento con los requerimientos de la presente normativa.</p> <p>Las protecciones para el equipo SAI deben seleccionarse de acuerdo con las necesidades del equipo que se defina.</p> <p>La protección o protecciones para el aire acondicionado de la Sala de Comunicaciones debe seleccionarse de acuerdo con el equipo o equipos que se definan.</p> <p>El calibre (amperios) de los elementos se seleccionará en función de potencia máxima prevista coordinándose con la sección del cableado de las líneas de acometida.</p> <p>La protección prevista a plantas se equipará si hay cuadros y repartidores de cableado en plantas, instalando una protección por cada cuadro que sea necesario, calculando en cada caso la protección necesaria.</p> <p>Desde cada magnetotérmico de salida a puestos sólo se podrán conectar un máximo de cinco cajas de puestos de trabajo (cada caja corresponde a dos tomas schuko de color naranja).</p> <p>Para la parcialización de las protecciones de los equipos de comunicaciones del RTIC se preverá un interruptor general del que partirán los circuitos a los armarios y equipos de sala.</p> <p>Se dejará un circuito equipado y libre a modo de reserva para dotación de futuros puestos de usuarios.</p>		

**Tabla 4 - Tabla de selección rápida elementos Cuadro Principal de RTIC**



Se muestran a continuación unas tablas a modo de resumen con las características de todos los **elementos que componen un cuadro secundario de planta**.

A modo de ejemplo, en la columna elementos, se incluyen referencias de **Schneider Electric** siendo válido cualquier otro fabricante de calidad equivalente.

CUADROS SECUNDARIOS DE PLANTAS		
FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS
ENVOLVENTE	Cuadros	PRISMA G
ENTRADA	Protección IGA	C60N –C120N–curva C
	Bornero	Distribloc
PARCIAL DE PLANTA	Parcial A-C	C60N 4x32 A curva C
DISTRIBUCIÓN Diferenciales A-B-C	Protecciones A-B-C	3x ID 40 A – 30 mA clase A SI
	Parcialización a puestos	3x C60N 16 A curva C
	Líneas 1 a 9	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
PARCIAL DE PLANTA	Parcial D-F	C60N 4x32 A curva C
DISTRIBUCIÓN Diferenciales D-E-F	Protecciones D-E-F	3x ID 40 A – 30 mA clase A SI
	Parcialización a puestos	3x C60N 16 A curva C
	Líneas 10 a 18	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
CIRCUITOS DE ARMARIOS	Protección regletas enchufes	DPN Vigi 16 A – 30 mA clase A SI
	Ventiladores	DPN Vigi 16 A – 30 mA clase A SI
	Líneas de salida	Monofásico 3x2,5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV RZ1
RESERVA	Reserva equipada para puestos	Un circuito equipado y libre
RESERVA	Espacio de reserva	25% del total de elementos
ENTRADA USOS VARIOS	Protección IGA	C60N – X curva C
	Bornero	Distribloc
AIRE ACONDICIONADO (no protegido por SAI)	Protección	DPN Vigi XX A – 300 mA clase AC
	Línea	Monofásico 3xXX mm <sup>2</sup>
ALUMBRADO Y USOS VARIOS (no protegidos por SAI)	Diferencial común	ID 2x25 A – 30 mA clase AC
	Parcial Usos Varios	C60N 2x25 A curva C
	Automático alumbrado	C60N 10 A curva C

CUADROS SECUNDARIOS DE PLANTAS		
FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS
	Línea	Monofásico 3x1,5 mm2
	Aut. alumbrado emergencia	C60N 10 A curva C
	Línea	Monofásico 3x1,5 mm2
	Automático enchufes	C60N 16 A curva C
	Línea	Monofásico 3x2,5 mm2
<p><b>Notas:</b></p> <p>La protección o protecciones para el aire acondicionado de las Salas de Repartidores en Planta debe seleccionarse de acuerdo con el equipo o equipos de cada planta (en caso de existir). Será en todo caso un circuito de Usos Varios (no SAI).</p> <p>El calibre (amperios) de los elementos se seleccionará en función de potencia máxima prevista coordinándose con la sección del cableado de las líneas de acometida.</p> <p>Se dispondrán tantos interruptores parciales como sea necesario siempre con la máxima distribución de equipos como se muestra en el modelo de la tabla.</p> <p>Desde cada magnetotérmico de salida a puestos sólo se podrán conectar un máximo de cinco cajas de puestos de trabajo (cada caja corresponde a dos tomas schuko de color naranja).</p> <p>Se dejará un circuito equipado y libre a modo de reserva para dotación de futuros puestos de usuarios.</p>		

**Tabla 5 - Tabla de selección rápida elementos Cuadros Secundarios**

## 8.1 Juegos de barras

Para limitar el volumen de cobre dentro de los cuadros por motivos de coste y de peso, recomendamos diseñar la arquitectura eléctrica asociando juegos de barras horizontales y verticales. El papel del juego de barras horizontal consiste en llevar la energía a todos los juegos de barras verticales. El papel del juego de barras vertical consiste en distribuir la energía a todas las salidas, por un doble motivo:

- Una reducción de la longitud de los conductores eléctricos dentro del cuadro del 20%, lo que reduce los costes del proyecto global respecto de una arquitectura con un solo juego de barra horizontal.
- Una mejora de la calidad y de la rapidez del montaje - se acelera el tiempo de montaje gracias a la prefabricación de la conexión aguas arriba (misma longitud en todo el largo de la columna). Su diseño favorece la compactibilidad y la reducción de peso y mejora la convección natural gracias a unos perfiles de aluminio especialmente estudiados. Para garantizar un excelente contacto eléctrico, el aluminio va recubierto de una capa de cobre proyectado a alta velocidad sobre toda la longitud de la barra. Permite la conexión a cualquier altura de las salidas instaladas por cualquier lado sin perforación previa. Además, desde un punto de vista ergonómico, es preferible

conectar el equipo al juego de barras por la parte frontal e instalar un juego de barras vertical con las barras separadas, tanto en profundidad como en anchura, unas de otras.

Todas las unidades funcionales del mismo tipo y del mismo calibre serán intercambiables por la parte frontal. El dispositivo de placas va equipado con guías y señales de localización rápida del aparato. La fijación del aparato y de la placa se hace con tornillo sin tuerca, para evitar la caída de una tuerca dentro del equipo. Las viseras funcionales se montan sobre un marco pivotante y reversible que facilita el acceso en las intervenciones.

Las barras correspondientes estarán formadas por pletinas de cobre de alta conductividad, de dimensiones adecuadas para una intensidad de servicio continuo, con funda de PVC a lo largo de su recorrido. El material del soporte de las barras deberá ser no higroscópico y retardador de la llama, e irá sujeto mediante tornillería al bastidor del cuadro. La barra del neutro será paralela a las barras de fase y estará provista a la altura de cada interruptor de salida de un terminal de pletina para conexión del conductor de neutro correspondiente.

La secuencia de fases será RSTN, la disposición física de los conductores deberá ser RSTN de izquierda a derecha, de arriba abajo y de delante atrás, mirando el embarrado desde la parte frontal del panel.

La distribución del embarrado será por la parte posterior o superior del cuadro, y se colocarán de tal forma que se eviten sobrecalentamientos por efectos inductivos. La derivación desde las barras generales de distribución del cuadro hasta los interruptores automáticos se hará siempre con pletina de cobre rígido para intensidades nominales iguales o superiores a 125 A. Para intensidades inferiores, las derivaciones se podrán realizar mediante conductor de cobre flexible, clase 5, 0,6/1kV.

Las uniones entre barras y las conexiones de éstas con la aparamenta se realizará mediante superficies plateadas, que aseguren la máxima conductividad, con tornillería de acero bicromatada provista de accesorios de apriete adecuados para mantener en todo momento la presión de contacto.

## **8.2 Centrales de Medida / Analizadores de Redes**

Las instalaciones evolucionan en todo momento por lo que para realizar una gestión energética efectiva es necesario un flujo de información constante (demandas, consumos, temperaturas, etc.). Un primer paso esencial en todo proyecto de optimización energética de una instalación es, por tanto, implantar un sistema de supervisión de energía, compuesto por unidades de medida y control con las prestaciones requeridas, que permita obtener esa información con garantía y calidad.

En cabecera del cuadro principal de la sala de comunicaciones se deberá instalar un equipo medidor de datos eléctricos fundamentales como tensiones de fase y compuesta, intensidades por fase, factor de potencia, potencia total y potencia aparente, así como con capacidad para obtener valores máximos y mínimos alcanzados de cada uno de los parámetros, todo ello presentado en una pantalla de fácil lectura con retroiluminación y con botonera de manejo fácil e intuitiva.

En edificios de mediano a gran tamaño el equipo a instalar dispondrá de puerto de comunicaciones RS485 para conexión a un posible sistema de supervisión y alarmas centralizado.

Su instalación se realizará completa incluyendo alimentación protegida desde el propio cuadro y las necesarias tomas de tensión e intensidad para lectura desde la acometida del cuadro.

En último término deberá consultarse con el técnico responsable de Madrid Digital la necesidad de incluir este tipo de equipamiento y sus características técnicas.

### 8.3 Borneros de conexión

Para la optimización y etiquetado del conexionado de los cableados tanto de acometidas, enlaces y distribución se utilizarán borneros de conexión a tornillo de las dimensiones adecuadas a las secciones de los cables a instalar.

Para los cuadros secundarios que no dispongan de barras de distribución de potencia en su interior se equiparán con regletas de reparto modulares de conexión rápida tipo distribloc, polibloc o multclip que permiten la modificación o ampliación de las instalaciones sin corte general de tensión.

La conexión de todos los elementos de los cuadros se realizará siempre por la parte superior, de manera que sea por esta conexión superior por donde circule la corriente de entrada. El uso de peines de distribución sólo será permitido en los casos en los que se cumpla esta norma, del modo que muestra la siguiente imagen:



**Figura 11 – Conexión de aparamenta mediante peine de distribución**

Todos los conjuntos de armarios estarán provistos de una barra de cobre continua de tierra, que recorra toda su longitud y dimensionada con arreglo a la normativa UNE y al REBT según la corriente de cortocircuito prevista y el tipo de conexión de neutro de la instalación.

### 8.4 Protección contra Sobretensiones

Según el artículo 16 del REBT, los sistemas de protección para las instalaciones eléctricas interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos.

La instrucción **ITC-BT-23 del REBT** trata la protección de estas instalaciones contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas. Dicha ITC establece que la **protección contra sobre tensiones es obligatoria donde exista un riesgo de fallo que afecte a los servicios públicos**.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores.

La Categoría I es la más sensible a sobretensiones y se aplica a equipos que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija, tales como ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta (Tipo 1), media (Tipo 2) y fina (Tipo 3), logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

Por todo esto, para el diseño de nuestra instalación, consideramos la siguiente casuística:

1. Si no existe limitador en la instalación eléctrica del edificio:
  - 1.1. Se deberá instalar un limitador de sobretensiones en el CGMP o CGBT del edificio del tipo 1+2.
  - 1.2. Se deberá instalar un limitador de sobretensiones de tipo 3 en el Cuadro Principal del RTIC o Cuadro de Edificio de Madrid Digital.
2. Si existe limitador en la instalación eléctrica del edificio:
  - 2.1. Si en la Centralización de Contadores o cuadro que aloja el Equipo de Medida existe una protección contra sobretensiones tipo 1 y en el GCMP otra de tipo 2, se deberá instalar en el cuadro principal de RTIC o de Cuadro de Edificio de Madrid Digital una protección tipo 3.
  - 2.2. Si en la Centralización de Contadores o cuadro que aloja el Equipo de Medida no existe una protección contra sobretensiones y en el GCMP existe un limitador de sobretensiones de tipo I, se deberá sustituir esta protección existente por otra de tipo 1+2 e instalar en el cuadro principal de RTIC o Cuadro de Edificio de Madrid Digital una protección tipo 3.
  - 2.3. Si en la Centralización de Contadores o cuadro que aloja el Equipo de Medida no existe una protección contra sobretensiones y en el GCMP existe un limitador de sobretensiones de tipo 1+2 o tipo 2, se deberá instalar en el cuadro principal de RTIC o Cuadro de Edificio de Madrid Digital una protección tipo 3.

No se considera necesario instalar limitadores de sobretensión en los **cuadros secundarios** de fuerza informática cuya acometida proviene del cuadro principal del RTIC o del Cuadro de Edificio de Madrid Digital.

## 8.5 Interruptores Automáticos

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante la instalación de interruptores automáticos de corte unipolar y protección magnetotérmica en la cabecera de todos y cada uno de los circuitos y líneas de distribución.

**Su elección se realizará en función de las características eléctricas de la instalación a proteger y con el fin de conseguir una adecuada filiación y selectividad entre protecciones aguas abajo del cuadro de mando y protección del fabricante (consultar documento “10 - Fabricantes Homologados”).**

## **GAMA TERCIARIO (0,5A – 63A)**

Normas: UNE-EN 60898 para 6 kA; UNE-EN 60947-2: para 10 kA

Curvas B, C y D

### **Principales aplicaciones**

- Mando y protección contra las sobrecargas y cortocircuitos en:
  - Instalaciones domésticas.
  - Distribución terminal, terciaria e industrial.

### **Características**

- Calibre  $I_n$ : 0,5 a 63 A.
- Temperatura de referencia: 30 °C.
- Tensión de empleo: 230/400 V CA.
- Poder de corte: según UNE-EN 60898 ( **$I_{cn}$**  en kA): 6 kA (1P, 2, 3, 4P, 1P+N)
- Poder de corte: según UNE-EN 60947-2 ( **$I_{cu}$**  en kA): 10 kA (1P, 2, 3 y 4P, 1+N)
- $I_{cs} = 75 \%$  de  $I_{cu}$
- Maniobras (A-C): 20.000.
- Curvas de disparo
- Curva B: disparo magnético entre 3 y 5  $I_n$ .
- Curva C: disparo magnético entre 5 y 10  $I_n$ .
- Curva D: disparo magnético entre 10 y 14  $I_n$ .
- Tropicalización: ejecución 2 (humedad relativa 95% a 55 °C).
- Conexión: Bornes para cables rígidos de hasta:
  - 25 mm<sup>2</sup> para calibre  $\leq 25$  A.
  - 35 mm<sup>2</sup> para calibres 32 a 63 A.
- Tipos: 1P, 1P+N, 2P, 3P, 4P
- Calibre(A): 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 y 63

## **GAMA INDUSTRIAL (63A – 125A)**

UNE-EN 60947-2: 10 kA

Curvas B, C y D

### **Principales aplicaciones**

- Protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos en distribución terminal.
- Permite el mando manual y es apto al seccionamiento.



- Protección diferencial por asociación con un bloque Vigi C120 sin decalaje por temperatura: según la norma UNE-EN 61009.
- Disparo y señalización a distancia mediante la incorporación de idénticos auxiliares que la gama C60.

#### **Características:**

- Calibre In: 63 a 125 A.
- Temperatura de referencia: 30 °C.
- Tensión de empleo Ue máx.: 440 V CA.
- Tensión asignada de aislamiento Ui: 500 V.
- Tensión asignada impulsional Uimp: 6 kV.
- Conformes a la norma UNE-EN 60898: aparatos utilizables por personas no expertas.
- Poder de corte según UNE-EN 60898 (Icn): 10 kA; Polos: 1, 2, 3 y 4P
- Poder de corte según UNE-EN 60947 (Icu): 1P- 3, 10 y 20 kA; 2, 3 y 4P – 6,10 y 20 kA.
- Poder de corte de servicio: Ics = 75% Icu.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Cierre brusco asegurando un cierre simultáneo de los polos. La velocidad de cierre de los contactos es independiente de la velocidad con que cierre la maneta el operario.
- Endurancia eléctrica
  - 63 A: 10.000 ciclos de apertura-cierre a In.
  - 80/125 A: 5.000 ciclos de apertura-cierre a In.
- Clase de limitación: 3.
- Endurancia mecánica: 20.000 ciclos de apertura-cierre a In.
- Clip de fijación biestable: facilitando el montaje en el carril.
- Dimensiones conformes al estándar modular, compatibles con los cofrets Pragma, Prisma G y armarios Prisma P.
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
  - Para cable flexible: de 1,5 a 35 mm<sup>2</sup>.
  - Para cable rígido: de 1 a 50 mm<sup>2</sup>.
- Estos bornes permiten asegurar:
  - Grado de protección IP20.
  - Correcto apriete de los cables de gran sección.
  - Alta resistencia al arranque de los cables.
  - Guiado automático al introducir el cable para conseguir la posición correcta.

- Etiquetado
  - Es posible engatillar etiquetas en las bornas superiores.
  - Porta etiquetas en la maneta (sólo en bi, tri, tetra).
- Grado de polución: 3 (apto para uso industrial).
- Grado de protección
  - Aparato sin envolvente: IP2.
  - Aparato en cofret Pragma o Prisma: IP4 (IPxxD).
- Curva B
  - El disparo magnético se produce entre 3,2 y 4,8 In.
  - Protección de cables de gran longitud.
  - Protección de líneas alimentadas por generadores.
- Curva C
  - El disparo magnético se produce entre 7 y 10 In.
  - Protección de receptores estándar.
- Curva D
  - El disparo magnético se produce entre 7 y 10 In.
  - Protección receptores con fuertes puntas de arranque, transformadores, motores...
- Tipos: 1P, 2P, 3P y 4P
- Calibres: 63, 80, 100 y 125
- Ancho en pasos de 9 mm: 3



**Figura 12 - Ejemplos de interruptores automáticos**

## 8.6 Interruptores Diferenciales

Para protección contra contactos indirectos se dispondrán interruptores diferenciales parciales variando la sensibilidad y tiempo de respuesta aguas abajo del cuadro de mando y protección hasta una sensibilidad máxima de 30 mA con un tiempo de actuación de 150 ms, de clase A superinmunizados,



dispuestos en todos los grupos finales de alimentación a los puestos de trabajo para conseguir una adecuada protección ante fugas de corriente por defectos al mismo tiempo que garantizan un filtrado a los disparos intempestivos por la presencia de armónicos y otras perturbaciones de la red eléctrica.

### **CLASE A “SI” (6A – 40A)**

UNE-EN 61009

Curva C 6000. Sensibilidad: 30 y 300 mA (instantáneos)

#### **Principales aplicaciones**

- El interruptor automático diferencial monobloque DPN N Vigi “si” efectúa la protección completa de los circuitos monofásicos de distribución terminal (sobrecargas, cortocircuitos y defectos de aislamiento), con una anchura de 36 mm:
- Protección de personas contra los contactos indirectos (30 o 300 mA).
- Protección complementaria de las personas contra los contactos indirectos (30 mA).
- Protección de las instalaciones contra el riesgo de incendio (300 mA).
- Óptima protección y continuidad de servicio en instalaciones que presenten:
  - Riesgos de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales provocados por rayos, iluminación fluorescente, maniobras bruscas de la red, etc.
  - Riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales en presencia de defecto por bloqueo o cegado debido a presencia de altas frecuencias en la red, de componentes continuas (diodos, tiristores, triacs, etc.) o bajas temperaturas.

#### **Características:**

- Calibre In: 6 a 40 A.
- Temperatura de referencia: 30 °C.
- Tensión de empleo: 230 V CA.
- Poder de corte (según UNE-EN 61009): 6 kA.
- Curva de disparo tipo C: el disparo magnético se produce entre 5 y 10 In.
- Visualización del defecto diferencial en el frontal del aparato.
- Endurancia o número de ciclos (A-C):
  - Mecánica: 20.000.
  - Eléctrica: ≤ 16 A. 20.000
  - 20 A. 15.000
  - 25-40 A. 10.000
- Cierre brusco.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Tropicalización: ejecución 2 (humedad relativa 95% a 55 °C).

- Homologación: conforme a la Norma UNE-EN 61009.
- Anchura total del aparato: 36 mm.
- Compatibilidad electromagnética (CEM) reforzada.
- Son de clase A.
- Inmunidad contra disparos intempestivos: nivel de inmunidad de 3 kA según onda de corriente tipo 8/20 s.
- Conexión
- Bornes de caja con lengüeta antierror, con capacidad para cables rígidos de hasta 16 mm<sup>2</sup> (conforme con la Norma EN 50027).
- Tipos: 1P+N
- Calibre: 6, 10, 16, 20, 25, 32 y 40
- Ancho en pasos de 9 mm: 4



**Figura 13 - Ejemplos de interruptores diferenciales**

## 8.7 Conductores

Los conductores a emplear por defecto en los proyectos serán de cobre aislados, con una tensión asignada de 450/750 V, 0,6/1 kV o de alta seguridad, dependiendo de su empleo y deberán cumplir la normativa europea CPR que obliga a los fabricantes, distribuidores, prescriptores e instaladores de toda la Unión Europea a fabricar, distribuir, prescribir e instalar cables que cumplan la norma armonizada EN 50575.

La clasificación de los cables deberá ser como **mínimo C<sub>ca</sub> s1a, d1, a1** y debe estar debidamente identificada en el cable, el embalaje llevará el Marcado CE y la Declaración de Prestaciones (DoP) estará disponible en la página web del fabricante.

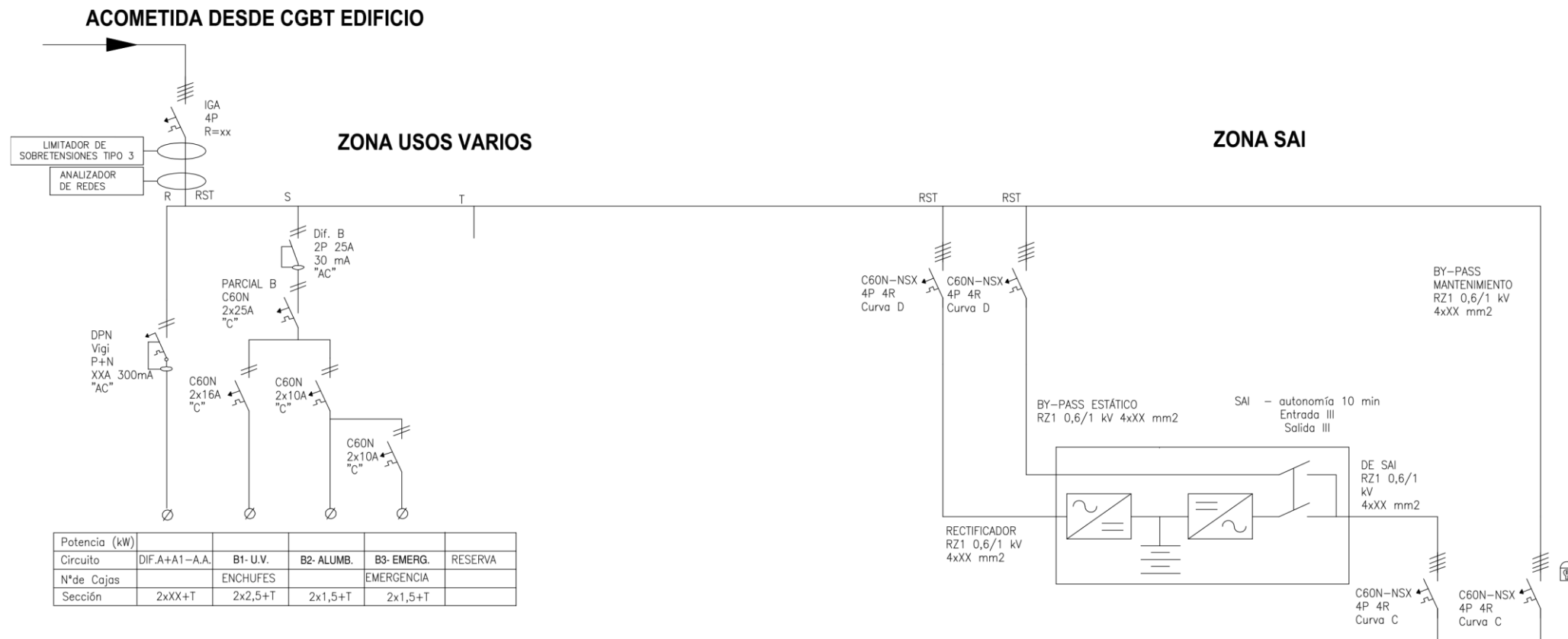
Las acometidas y los circuitos eléctricos se realizarán preferentemente mediante mangueras frente al uso de cables unipolares y en todo caso irán protegidos por canalización adecuada.

Se ha de respetar en todo momento los colores establecidos para la diferenciación de fases según la norma mencionada: negro, marrón y gris, por este orden; azul, para el neutro y amarillo-verde para el conductor de protección, permitiendo siempre su perfecta identificación (ITC-BT-19-2.2.4 R.D. 842/2002).

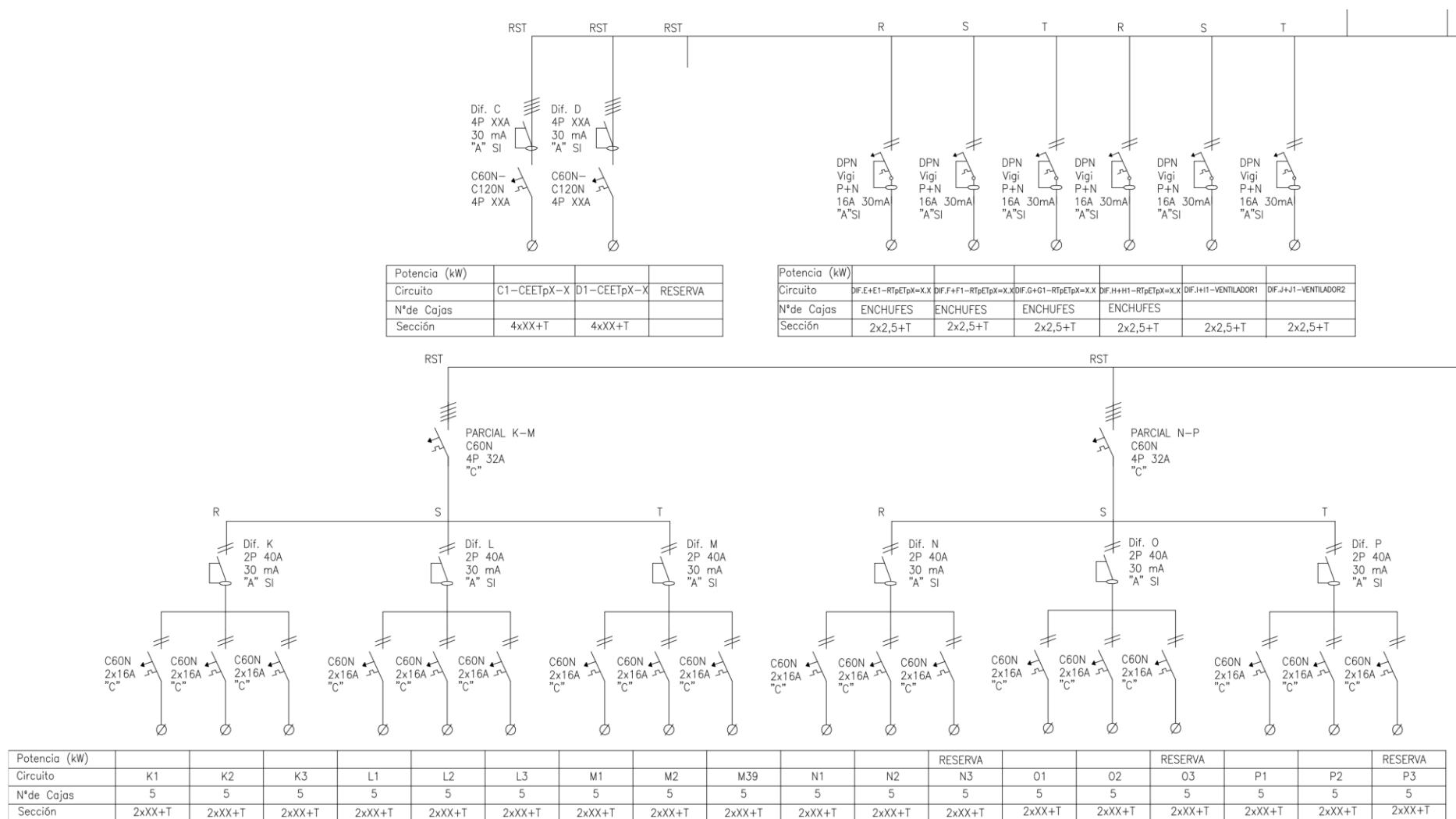
La sección de los conductores dependerá de la potencia demandada y la distancia del receptor, siendo la sección mínima a utilizar de 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de alumbrado o de intensidades menores o iguales a 10 A y de 2,5 mm<sup>2</sup> en el resto de los casos. La terminación en los cuadros eléctricos se realizará siempre mediante punteras o terminales adecuados a su sección.

Las canalizaciones, sus dimensiones y su instalación se realizarán en función de las necesidades del edificio, del número y de la sección de los conductores según las ITC-BT-20 y 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

## 9. Modelo de Cuadro Eléctrico Principal con SAI



**Figura 14 - Esquema Unifilar Tipo Cuadro Eléctrico de RTIC (parte 1)**



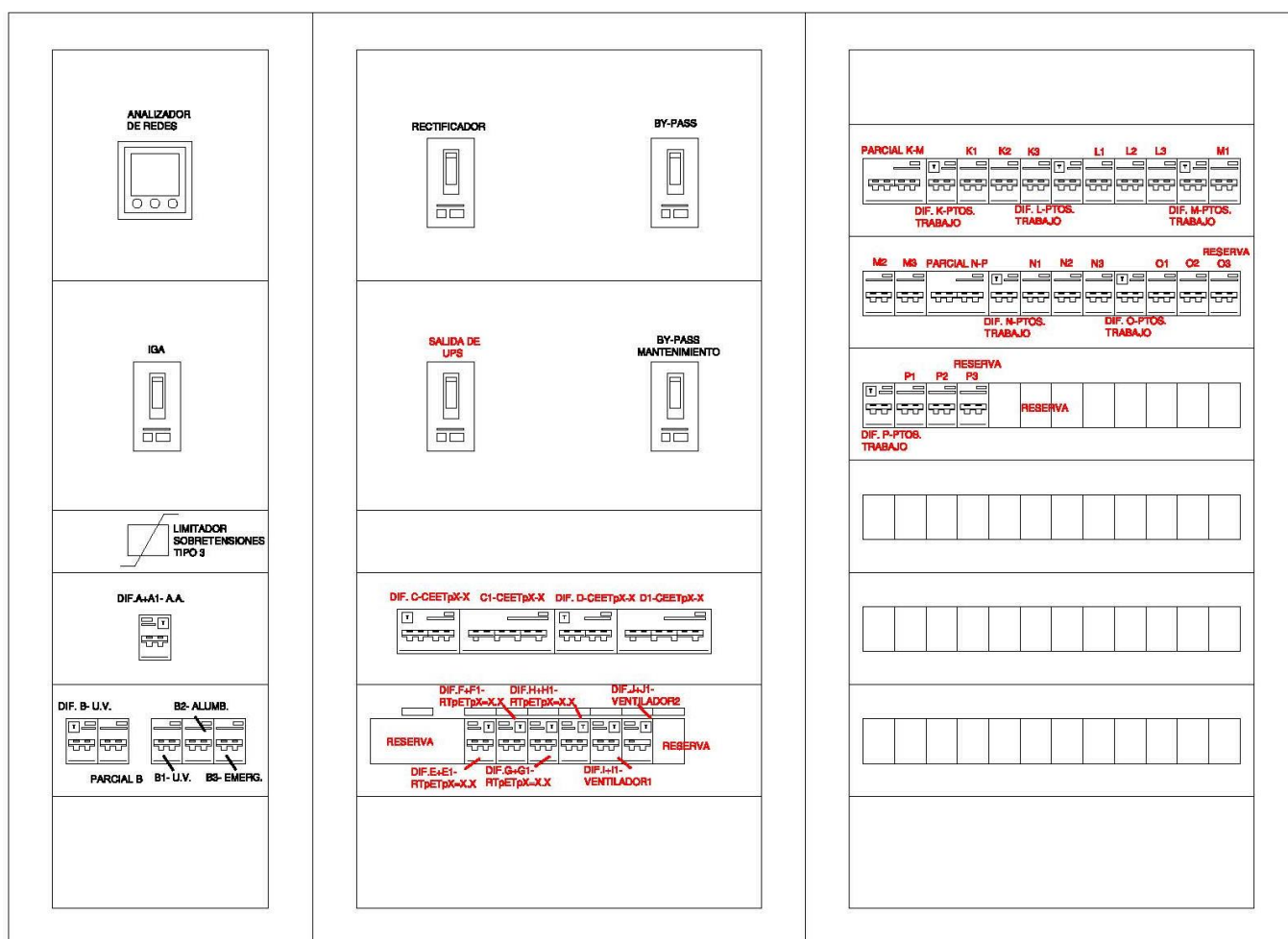
**Figura 15 - Esquema Unifilar Tipo Cuadro Eléctrico de RTIC (parte 2)**



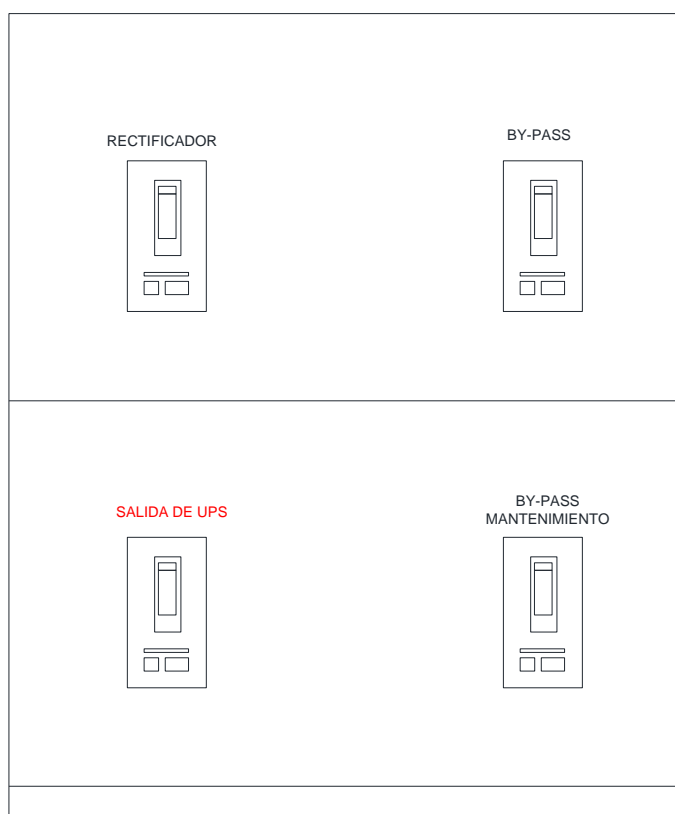
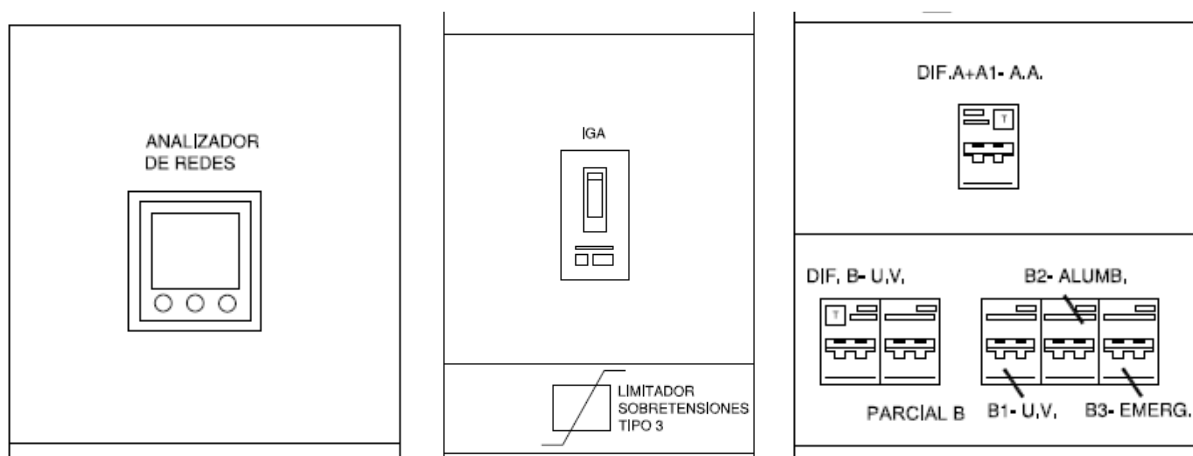
## 11. Disposición de elementos en el Cuadro Eléctrico

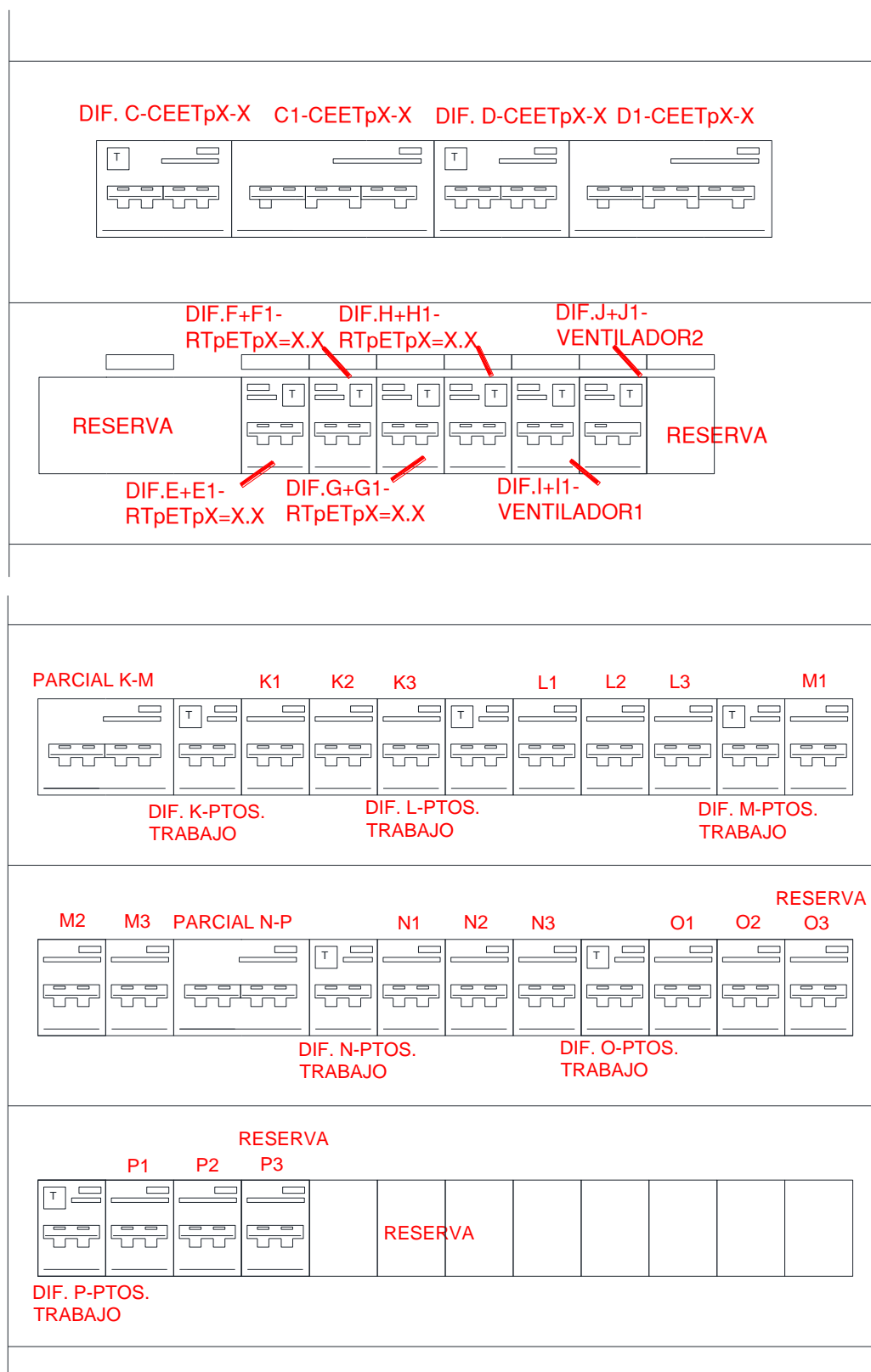
La implantación del material en el interior del cuadro, de los elementos de soporte y de los elementos de conexión deberá realizarse de la manera que se especifica a continuación y conforme a las normas de los fabricantes y buenas prácticas de ingeniería para conseguir:

- La accesibilidad de los mandos y de la señalización.
- Mantener las distancias necesarias de aislamiento.
- Mejorar el comportamiento térmico del conjunto.
- Obtener la configuración mecánica adecuada para soportar los esfuerzos electrodinámicos.

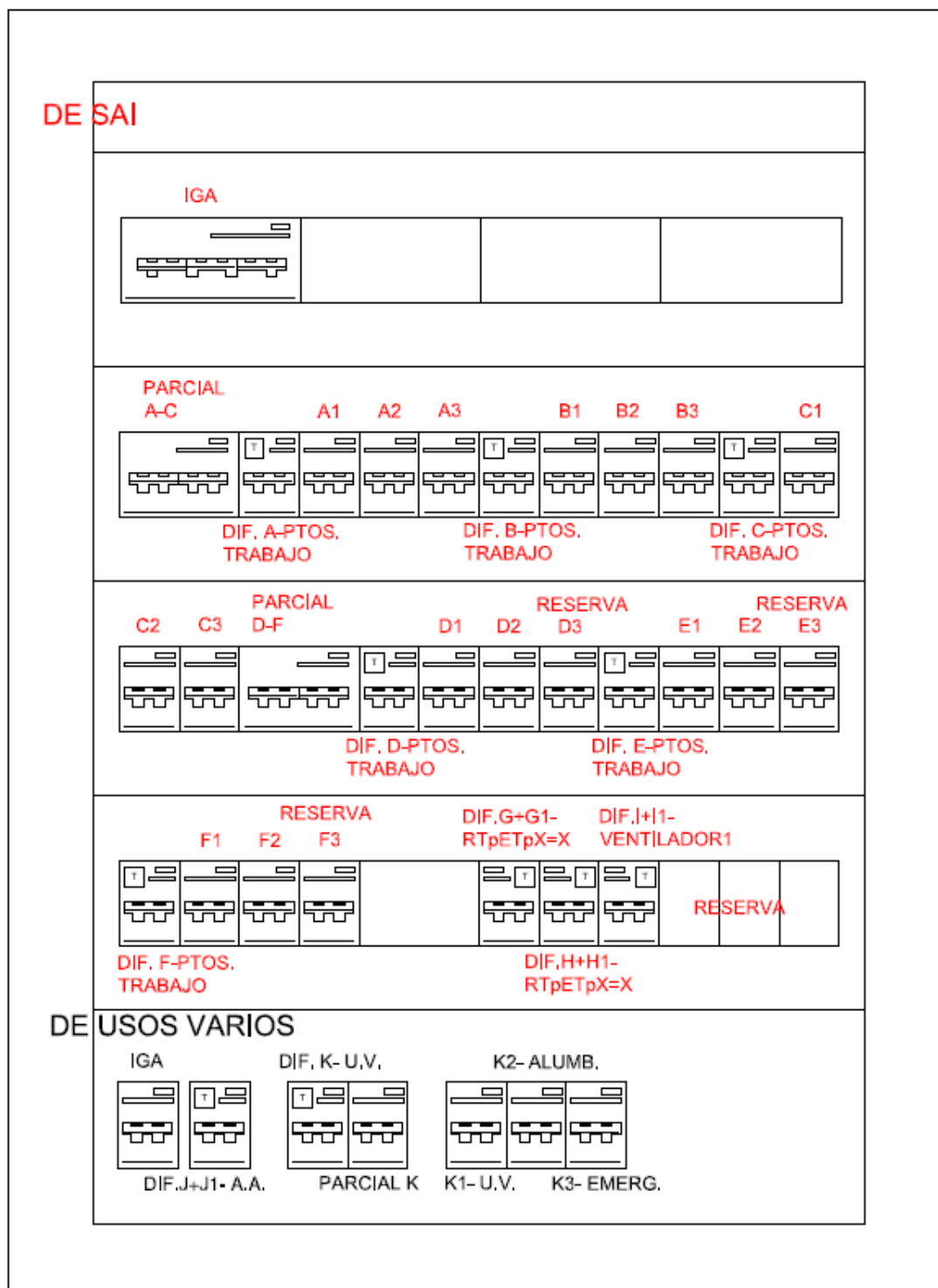








**Figura 17 – Gráfico de disposición de elementos en Cuadro Principal**



**Figura 18 – Gráfico de disposición de elementos en Cuadro Secundario**

## 12. Identificación y etiquetado de los elementos

Madrid Digital dispone de una norma técnica denominada “*Etiquetado y Registro*”, que en su última versión disponible será la que tengan que aplicar los contratistas en todas las instalaciones incluyendo la parte eléctrica.

## 13. Verificación para puesta en servicio

La serie de normas europeas UNE-EN 61439: Conjuntos de aparamenta de baja tensión, especifica las verificaciones que se deben llevar a cabo para la comprobación y aseguramiento de las propiedades eléctricas de un cuadro eléctrico de mando y protección.

El fabricante de los materiales componentes del cuadro eléctrico garantiza el cumplimiento de las normas mediante el cumplimiento de las normas de fabricación que le competen que vendrán impresas en cada dispositivo o componente y mediante la correspondiente declaración CE.

El instalador o montador cuadrista deberá realizar las verificaciones y pruebas particulares del cuadro definidas en la norma después de montar los componentes e instalar el cableado del cuadro. Estas verificaciones tienen como objeto detectar posibles fallos en los materiales, en la fabricación de los componentes o la estructura del cuadro:

- Conformidad del cuadro con diagramas, designaciones, planos, tipo de envolvente, número y características de los equipos, secciones y tipo de embarrados y conductores y marcado de identificación de conductores, borneros y elementos.
- Grado de protección IP proporcionado por la envolvente.
- Distancias de aislamiento en aire y superficial.
- Protección contra descarga eléctrica.
- Instalación mecánica de los aparatos y componentes de maniobras.
- Circuitos y conexiones eléctricas internas.
- Terminales para conexión de conductores externos.
- Funcionamiento mecánico de palancas y pulsadores.
- Propiedades dieléctricas destinadas a verificar el aislamiento y la correcta conexión de equipos.

Las pruebas se realizarán con aparatos calibrados y homologados de acuerdo con la intensidad máxima del cuadro instalado. Los equipos de ensayo deben tener un certificado de calibración vigente que respalde su utilización en el momento de comienzo de las pruebas.

Tras la completa instalación del cuadro eléctrico y la correspondiente verificación, el contratista deberá proporcionar a Madrid Digital un informe certificando las verificaciones y pruebas realizadas:

Puesta en tensión el cuadro:

- Comprobación de interruptores magnetotérmicos.
- Comprobación de todas las maniobras.
- Comprobación de los interruptores diferenciales por derivación y test.
- Comprobación de todos los aparatos de medida.

Prueba de rigidez dieléctrica:

- La tensión aplicada: 2.500 V 50 Hz.
- El tiempo de aplicación: Superior a 1 minuto.
- La tensión es aplicada entre todas las masas activas y las masas interconectadas del conjunto.
- La tensión es aplicada entre cada polo y todos los demás polos conectados a las masas interconectadas del conjunto.

Prueba de aislamiento:

- La medida de aislamiento se realiza a 500 Vcc con lectura estable.
- Medida realizada entre cada polo (fase o neutro) y todos los demás unidos al chasis metálico del cuadro.

Control de proceso de montaje:

- Colocación correcta de la aparamenta.
- Revisión de conexiones.
- Sección correcta del cable.
- Revisión del par de apriete.
- Par de apriete obtenido.
- Comprobación de regleteros y etiquetado.

Las verificaciones y pruebas a realizar en obra por el instalador del cuadro son las siguientes:

- Repaso general de todo el cuadro, limpieza interior de todos los residuos, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento del circuito principal.
- Introducir tensión y verificar la regulación de las protecciones.

Se entregará un documento, que formará parte de la documentación final de la instalación, con la verificación realizada donde se haga constar el “check list” realizado por el instalador encargado del montaje del cuadro, tal y como se indica en la normativa de Madrid Digital “*Documentación*”, en su última versión disponible.

## **14. Inspección de la instalación**

La inspección de las instalaciones se realizará siguiendo el documento “*Control de Calidad*”, en su última versión disponible, para los diferentes cuadros instalados y siguiendo un listado de puntos de inspección donde que determina el “pasa” o “no pasa” y aquellos reparos que se consideran bloqueantes para obtener el acta de recepción de los trabajos realizados.

## **15. Documentación y entrega final de la instalación**

La documentación que se exigirá a las empresas contratistas será de acuerdo con la norma de Madrid Digital denominada “*Documentación*”, en su última versión disponible, y estará basada en la documentación elaborada como resultado de la toma de datos y replanteo o en el proyecto técnico que les ha servido para la ejecución de las instalaciones, actualizando la documentación según el alcance y disposición de las obras realmente llevadas a cabo.

## **16. Anexos**

No aplica.

## **17. Roles**

No aplica.

## **18. Documentos relacionados**

Normativa

Certificación

Etiquetado y Registro

Control de Calidad

Documentación

Guía de Diseño

Guía de Instalación