

# Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

ANEXO

AN-01-ES-GEIN-0001-2.0



**AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE****Participantes en la elaboración de esta versión del documento:**

Elaboradores	Consultores	Revisores	Aprobadores
Gustavo Fernández del Prado	Juan Ignacio Costero Sánchez José Antonio Peláez Pamos (UOR de organización)	José María Domínguez García Margarita Gil Trinidad (UOR de organización)	Luis Gómez González del Tánago

**Histórico del documento:**

Nº de Versión	Razones de los cambios respecto a la versión anterior	Fecha puesta en vigor
1.0	Versión inicial	21/9/2012
2.0	Actualización de normativas internacionales, limitación de servicios de operadores únicamente sobre fibra e inclusión de nuevas categorías de cableado.	Ver fecha de aprobación al final del documento

*Cualquier copia en papel o archivada fuera de CCRN **no tiene validez como original**, debiendo contrastar en este sistema la versión “En Vigor” para poder ser utilizada.*

## Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Objeto del documento.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Ámbito de aplicación.....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Términos y definiciones.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Normativa técnica aplicable.....</b>	<b>15</b>
5.1	Normas de fabricantes.....	16
5.2	Normas de sistemas de cableado estructurado .....	16
5.3	Normativa sobre compatibilidad electromagnética .....	18
5.4	Normativa sobre red eléctrica .....	18
5.5	Normativa sobre protección contra incendios .....	18
5.6	Normas ICT y de edificación .....	19
5.7	Normas de electrónica y redes de datos .....	22
<b>6</b>	<b>Diseño de una red de cableado estructurado en Madrid Digital .....</b>	<b>22</b>
6.1	Características generales .....	22
6.2	Arquitectura y topología de red .....	22
6.2.1	Esquemas de Cableado entre Repartidores .....	25
6.2.2	Redundancia de fibra por verticales distintas.....	25
6.2.3	Subsistema vertical y de campus.....	27
6.3	Instalación de equipos electrónicos .....	28
6.4	Cableado de paneles .....	28
6.5	Prestaciones de canal y enlace .....	28
6.6	Compatibilidad electromagnética .....	30
<b>7</b>	<b>Salas técnicas.....</b>	<b>34</b>
7.2	Salas secundarias de comunicaciones .....	43
<b>8</b>	<b>Armarios de distribución .....</b>	<b>43</b>
8.1	Armario de Bastidor (RT/RE/RP) .....	44
<b>9</b>	<b>Parcheo y maceado de armarios .....</b>	<b>60</b>
9.1	Asignación de puertos de parcheo.....	60
9.2	Encaminado y maceado de latiguillos .....	63

<b>10 Tipos y categorías de cableado</b>	<b>68</b>
10.1 Cableado de fibra óptica	68
10.2 Cableado de cobre	73
10.3 Codificación de colores de cubiertas de cables	77
<b>11 Subsistema horizontal</b>	<b>78</b>
11.1 Tendido del cableado horizontal	78
11.2 Suelo técnico	80
11.3 Cableado para ascensores y alarmas	81
<b>12 Puestos de usuario</b>	<b>82</b>
12.1 Toma de telecomunicaciones (TT)	82
12.2 Cajas para puesto de usuario	83
<b>13 Requisitos de cableado para la infraestructura wifi</b>	<b>87</b>
13.1 Cableado para puntos wifi	87
13.2 Densidad de conexiones wifi	88
<b>14 Criterios de diseño de proyectos técnicos</b>	<b>89</b>
14.1 Documento I: Memoria y Anexos	89
14.2 Documento II: Planos	90
14.3 Documento III: Prescripciones Técnicas	90
14.4 Documento IV: Estado de Mediciones y Presupuesto	90
<b>15 Criterios de diseño de las instalaciones eléctricas</b>	<b>91</b>
15.1 Criterios eléctricos generales	91
15.2 Instalaciones eléctricas en los recintos	91
15.3 Criterios de dimensionado de los circuitos eléctricos	91
<b>16 Instalaciones especiales en entorno técnico</b>	<b>92</b>
16.1 Sistema de Aire Acondicionado	92
16.2 Sistema de Alimentación Ininterrumpida	94
16.3 Control de acceso	97
16.4 Protección contra Incendio	97
16.5 Supervisión de alarmas	98
<b>17 Canalizaciones de exterior</b>	<b>98</b>
17.1 Infraestructura de la red de acceso	98
17.2 Infraestructura de la Red de Campus	100

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

17.3	Especificaciones de la canalización exterior .....	100
17.4	Instalaciones en Fachada .....	113
<b>18</b>	<b>Canalizaciones de interior .....</b>	<b>114</b>
18.1	Bandejas.....	115
18.2	Tubos .....	119
18.3	Cajas de derivación .....	120
18.4	Canaletas .....	121
18.5	Perforaciones entre plantas .....	125
18.6	Ayudas de albañilería .....	126
18.7	Maquinaria especial .....	127
18.8	Infraestructura de la Red de Acceso .....	128
<b>19</b>	<b>Identificación y etiquetado de elementos .....</b>	<b>128</b>
<b>20</b>	<b>Pruebas y medidas finales.....</b>	<b>129</b>
<b>21</b>	<b>Garantía de la instalación .....</b>	<b>130</b>
<b>22</b>	<b>Verificación de la instalación.....</b>	<b>130</b>
<b>23</b>	<b>Documentación y entrega final de instalación .....</b>	<b>131</b>
<b>24</b>	<b>Intervinientes en el ciclo de aprobación de esta versión del documento .....</b>	<b>132</b>

## Figuras

<b>Figura 1 – Estructura del cableado genérico (UNE-EN 50173-1)</b> .....	23
<b>Figura 2 – Estructura jerárquica del cableado genérico (UNE-EN 50173-1)</b> .....	24
<b>Figura 3 - Emplazamiento de los elementos funcionales (UNE-EN 50173-1)</b> .....	24
<b>Figura 4 - Conexión de armarios de distribución con redundancia de fibra y un único nodo central de electrónica de red</b> .....	26
<b>Figura 5 - Conexión de elementos funcionales que proporcionan redundancia de fibra y doble nodo central</b> .....	27
<b>Figura 6 - Modelo de cableado horizontal</b> .....	28
<b>Figura 7 - Modelo de cableado troncal de campus o edificio</b> .....	29
<b>Figura 8 - Representación problema de compatibilidad electromagnética (UNE-EN 50174-2)</b> .....	30
<b>Figura 9 – Cruce en ángulo recto del cableado de datos y eléctrico</b> .....	31
<b>Figura 10 – Unión entre partes de bandejas porta cables</b> .....	33
<b>Figura 11 – Conexión a tierra de bandejas porta cable</b> .....	33
<b>Figura 12 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y sin SAI.</b> ..	39
<b>Figura 13 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con baterías integradas en el módulo de potencia</b> .....	40
<b>Figura 14 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con armario de baterías externo al módulo de potencia.</b> .....	41
<b>Figura 15 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con una bancada de baterías</b> .....	42
<b>Figura 16 - Armarios de 42 U</b> .....	47
<b>Figura 17 - Armarios de 24 U</b> .....	50
<b>Figura 18 - Armario de 15 U y de 9U</b> .....	51
<b>Figura 19 - Repartidor Principal del Recinto TIC de Datos (RT)</b> .....	56
<b>Figura 20 - Repartidor de Edificio de Datos (RE)</b> .....	57
<b>Figura 21 - Repartidor de Planta (RP)</b> .....	58
<b>Figura 22 - División Vertical de Armario de Referencia</b> .....	61
<b>Figura 23- Encaminado de Latiguillos en el Parcheo de un Panel de la Red Horizontal</b> .....	62
<b>Figura 24 - Encaminado de latiguillos en el parcheo de un conmutador</b> .....	62
<b>Figura 25- Criterio de ocupación de puertos en el conmutador de los extremos hacia el centro</b> ..	63
<b>Figura 26 - Panel pasahilos de cepillo</b> .....	64



<b>Figura 27 - Encaminado de latiguillos a través del pasahilos de cepillo para su conexión en un panel de la Red Horizontal.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 28- Encaminado de latiguillos a través del pasahilos de cepillo para su conexión en un conmutador o switch .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 29 - Encaminado vertical de los latiguillos por los laterales del interior del armario .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 30 - Latiguillos dúplex LC .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 31 - Subsistema horizontal con cableado directo a las TTs .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 32 – Tendido de cable por bandeja sin disposición en mazos.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 33 – Tendido de cable por bandeja con disposición en mazos simples.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 34 – Tendido de cable por bandeja con disposición en mazos apilados .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 35 – Conector RJ45 de Toma de Telecomunicaciones .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 36 – Asignación de pines .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 37 - Caja empotrada tipo 2UV+2EE+4TT .....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 38 - Modelo de caja en puesto de usuario con conexión horizontal .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 39 - Modelos de cajas en puestos de usuario .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 40 - Caja especial para audiovisuales .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 41 - Manguitos de unión .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 42 - Soportes distanciadores .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 43 - Tapones de obturación conductos .....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 44 - Alzado salida lateral a fachada de la Red de Acceso.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 45 - Planta salida lateral a fachada de la Red de Acceso.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 46 - Canalización de entrada a edificios con planta sótano .....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 47 - Manguitos de reducción tubos de fachada.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 48 - Tubos de fachada .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 49 - Caja estanca de derivación.....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 50 - Elementos salida lateral fachada.....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 51 - Disposición de los conductos .....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 52 - Tipos de anclaje a la pared .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 53 - Esquema instalación cruce aéreo .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 54 - Arqueta de Entrada 600x600x800 mm.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 55 - Arqueta de Registro de Enlace 400x400x540 mm .....</b>	<b>112</b>
<b>Figura 56 - Puesta a tierra de bandejas (rejilla y chapa).....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 57 - Montaje de una bandeja a través de pared .....</b>	<b>118</b>



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

---

<b>Figura 58 - Montaje de cableados a través de pared con pasamuros .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 59 - Reducción de la sección mediante la tapa final (bandeja) .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 60 - Derivación de canal a tubo .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 61 - Compartimentos de una canal 60 x 150 mm.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 62 - Montaje de los elementos de acabado.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 63 - Canales superficiales de suelo abovedados y cajas .....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 64 - Calos entre plantas.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 65 - Paso de la canal a través de paredes y muros .....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 66 - Paso de canal a través de suelo .....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 67 - Herramientas especiales de perforación horizontal .....</b>	<b>128</b>



## **Tablas**

<b>Tabla 1 - Separación mínima entre cableado de datos y cableado de red de alimentación, distribuidos por la misma canalización .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 2 - Estimación orientativa de tamaño del RTIC con Rack, SAI y Cuadro Eléctrico .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3 - Dimensiones de latiguillos según tamaño de armario .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 4 - Resumen de distancias de fibra óptica Multimodo.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 5 - Resumen de distancias de fibra óptica Monomodo OS2 .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 6 - Características de latiguillos fibra óptica multimodo .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 7 - Características de pigtails multimodo .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 8 - Características de los pigtails.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 9 - Prestaciones garantizadas de canal categoría 6A con 4 conexiones .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 10 - Márgenes sobre UTP categoría 6A con 4 conexiones .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 11 - Codificación de colores de cables por servicios .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 12 - Tipología de cajas en puestos de usuario.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 13 - Tabla de aproximación a Tecnologías PoE .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 14 - Secciones de cables de uso más frecuente .....</b>	<b>115</b>

## 1 Introducción

La Agencia para la Administración Digital de la Comunidad de Madrid (Madrid Digital) es la responsable del diseño y mantenimiento de los puntos de datos de telecomunicaciones necesarios para el correcto funcionamiento de los centros públicos de la Comunidad de Madrid.

## 2 Objeto del documento

Este documento tiene como objeto indicar las especificaciones técnicas requeridas por Madrid Digital para el despliegue de las infraestructuras de informática y comunicaciones mediante el diseño, la instalación y puesta en servicio de sistemas de cableado estructurado (SCE).

Para ello se describe la normativa técnica a seguir para una eficaz instalación de los distintos elementos que compondrán la red de comunicaciones.

## 3 Ámbito de aplicación

Las prescripciones técnicas contenidas en el presente documento aplican al diseño —criterios de alcance y dimensionado de la red— y a las instalaciones de las infraestructuras de las redes de comunicaciones basadas en un SCE en edificios e inmuebles de la Administración de la Comunidad de Madrid.

## 4 Términos y definiciones

Término	Definición
<b>Administración</b>	Metodología que define los requisitos de documentación de un sistema de cableado y su contenido, el etiquetado de los elementos funcionales y el proceso de registro de movimientos y cambios.
<b>Ancho de banda</b>	El rango de frecuencia disponible para la transmisión de la información por el canal. El valor indica la capacidad de transmisión del canal. A mayor ancho de banda, mayor información puede ser transportada. Se expresa en hertzios (Hz) o Bit/s o MHz.km (en fibras ópticas).
<b>Área de trabajo</b>	Espacio del edificio donde los ocupantes interactúan con los equipos terminales de telecomunicaciones.
<b>Armario</b>	Recinto independiente y que se sostiene por sí mismo sirviendo de envoltorio para los equipos electrónicos, capaz de ser usado sólo o en combinación con otros armarios para formar un conjunto.
<b>ARA (Armario registro de acceso)</b>	Armario situado en el punto de entrada general (PE) del centro que sustituye a la arqueta de entrada en aquellos casos excepcionales en que, por insuficiencia de espacio en acera o prohibición expresa del organismo competente, la instalación de este tipo de arquetas no fuera posible.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Término	Definición
<b>ARE (Armario de registro enlace)</b>	Elemento de instalación superficial que se intercala en la canalización de enlace en el interior de los edificios para facilitar la transición entre la canalización de tubos de PVC y las canales que llegan hasta el Recinto TIC o hasta los armarios repartidores de los edificios.
<b>AE (Arqueta de entrada)</b>	Recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicaciones de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicaciones del centro. Se encuentra en la zona exterior del centro y a ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT del centro. Su construcción corresponde a la propiedad.
<b>AR (Arqueta de registro de enlace)</b>	Elementos que se intercalan en la canalización de enlace, cada 50 m de longitud como máximo en canalización subterránea y en los puntos de intersección de dos tramos rectos no alineados.
<b>Bastidor</b>	Estructura metálica sin puertas o cubiertas.
<b>Cableado</b>	Un sistema de cables de telecomunicaciones, latiguillos y hardware de conexión que puede soportar la conexión de equipos de tecnología de la información.
<b>Cableado genérico</b>	El cableado que es independiente del tipo de aplicación. También se le denomina cableado estructurado, multiservicio o cableado universal. Un sistema de cableado genérico está compuesto por hasta tres subsistemas: Subsistema Troncal de Campus (SC), Subsistema Troncal de Edificio (SE) y Subsistema Horizontal (SH).
<b>Campus</b>	Centro o inmueble que contiene dos o más edificios.
<b>Canal</b>	Camino de transmisión extremo a extremo que conecta dos equipos cualesquiera específicos para una aplicación. Los latiguillos de equipo y de área de trabajo están incluidos en el canal.
<b>CEX (Canalización Externa)</b>	Conductos que discurren por la zona exterior desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del centro (normalmente será la valla perimetral).
<b>CEM</b>	Compatibilidad Electromagnética.
<b>CEN (Canalización de enlace)</b>	Es la que soporta los cables de la red de alimentación desde el punto de entrada general del centro hasta la sala principal de comunicaciones o Recinto TIC.
<b>CPD (Centro Proceso de Datos)</b>	Instalación en la que se ubican y concentran los sistemas técnicos de una organización que permiten el almacenamiento y procesamiento de datos y la distribución de la información a sus usuarios. Dada la complejidad de los elementos electrónicos e informáticos que alojan, los CPD se han de albergar en salas o edificios con características técnicas especializadas.
<b>CPR (Reglamento de Productos de la Construcción)</b>	Nueva legislación europea en la que se establecen los requisitos básicos y características esenciales armonizadas que todos los productos destinados a la construcción deben cumplir con ámbito de aplicación en la UE.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Término	Definición
<b>Dimensión de armarios y paneles</b>	Se miden en unidades "U" de altura. El símbolo "U" indica un incremento vertical de 44,45 mm. Las tolerancias no son acumulativas.
<b>EMI (Electromagnetic Interference)</b>	Interferencia Electromagnética.
<b>EQP</b>	Equipo.
<b>Estructura fija de un bastidor</b>	Serie de pares de montantes verticales espaciados en un paso determinado, fijado en el suelo en la parte de abajo y al techo y a la pared en la parte de arriba. Cada par de miembros verticales permitirá la unión de paneles, etc.
<b>ET</b>	Equipo terminal.
<b>Etiqueta</b>	Medio para marcar claramente un componente específico de la infraestructura de telecomunicaciones con su identificador y (opcionalmente) información adicional.
<b>FDDI (Fiber Distributed Data Interface)</b>	Interfaz de Datos por Fibra.
<b>ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones)</b>	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.
<b>IDC (Insulation Displacement Connection)</b>	Conexión por desplazamiento de aislante.
<b>Interfaz de equipo</b>	Punto en el que el equipo específico para una aplicación puede conectarse al cableado genérico.
<b>Identificador</b>	Elemento de información único que permite distinguir un componente específico de la infraestructura de telecomunicaciones en los registros de administración.
<b>IE</b>	Interfaz de Equipo.
<b>Interconexión</b>	Método de conectar un subsistema de cableado a un equipo (o a otro subsistema de cableado) sin usar un latiguillo de parcheo ni un puente.
<b>IT</b>	Interfaz de Test.
<b>Latiguillo</b>	Elemento o unidad de cable con dos conectores normalizados en sus terminaciones.
<b>Latiguillo de equipo</b>	Latiguillo que conecta un equipo a un distribuidor.
<b>Latiguillo de área de trabajo</b>	Latiguillo que conecta la toma de telecomunicaciones al equipo terminal.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Término	Definición
<b>LSZH (Low Smoke Zero Halogen)</b>	Cable libre de halógenos y baja emisión de humos. Del inglés Low Smoke Zero Halogen.
<b>PBX (Private Branch Exchange)</b>	Centralita de Telefonía.
<b>PCI (Protección Contra Incendios)</b>	Sistema de Protección Contra Incendios sujeto a la normativa en vigor en el momento de la instalación.
<b>PCR (Punto de Conexión de Red)</b>	Se entenderá el dispositivo en el que finaliza un cable de la red de cableado estructurado de un edificio. Equivale a un conector RJ45.
<b>PdC (Punto de Consolidación)</b>	Lugares de interconexión entre cableado horizontal proveniente del repartidor horizontal y cableado horizontal que termina en las áreas de trabajo o en los "Dispositivo de múltiples conectores de telecomunicaciones".
<b>PE (Punto de entrada general)</b>	Es el lugar por donde la canalización externa que proviene de la arqueta de entrada accede al centro. Normalmente será el elemento pasamuros que permite la entrada por la valla perimetral del centro (o por la fachada del centro si es que da directamente a la vía pública), capaz de albergar los conductos de 63 mm de diámetro exterior que provienen de la arqueta de entrada.
<b>PE</b>	Polietileno.
<b>PEAD</b>	Polietileno de Alta Densidad.
<b>Plénium</b>	Espacio técnico que se extiende sobre el falso techo o bajo el suelo técnico sobreelevado y la estructura horizontal de cada planta del edificio, utilizado para conducción de instalaciones.
<b>Proveedor de sistemas de cableado</b>	Empresa que suministra los componentes de cableado y materiales accesorios de tal modo que se configura un sistema de cableado pasivo.
<b>Puesto de Usuario</b>	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.
<b>Puesto de sala</b>	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.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Término	Definición
<b>PTR (Punto de Terminación de Red)</b>	Punto de interconexión que realiza la unión entre las redes de acceso de los operadores del servicio y la red de comunicaciones del centro, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad del inmueble. Los pares de las redes de alimentación se terminan en unas regletas de conexión (regletas de entrada) independientes para cada operador del servicio. Estas regletas de entrada serán instaladas por dichos operadores.
<b>Radio mínimo de curvatura (instalación)</b>	Radio mínimo, como lo define el fabricante/proveedor del cable, que puede admitir la curvatura del cable durante la instalación.
<b>Radio mínimo de curvatura (funcionamiento)</b>	Radio mínimo, como lo define el fabricante/proveedor del cable, que puede admitir la curvatura del cable en su posición de funcionamiento final.
<b>Red de acceso o de alimentación</b>	Parte de la red del operador del servicio que utiliza la infraestructura común de telecomunicaciones del centro hasta llegar a la sala principal de comunicaciones, donde se ubica el punto de interconexión y desde donde arranca la red de comunicaciones del centro.
<b>Registro</b>	Conjunto de información sobre, o relacionada con, un elemento específico de la infraestructura de telecomunicaciones.
<b>Repartidor</b>	Término empleado para el conjunto de componentes como armario, paneles de conexión y latiguillos de equipo, usado para conectar el cableado genérico.
<b>RT (Repartidor de Recinto TIC)</b>	Elemento central en una topología en estrella del que parten los distintos cables que conforman el Cableado Estructurado de un inmueble.
<b>RE (Repartidor de Edificio)</b>	Elemento que sirve para interconectar el cableado Distribuidor de Campus o del Recinto TIC con el Cable Distribuidor de Edificio. Todos los RE se conectarán directamente al RT o Repartidor de Recinto TIC mediante el Subsistema Troncal.
<b>RP (Repartidor de Planta)</b>	Elemento que sirve para efectuar la interconexión entre el Cableado Horizontal y el Cableado Vertical.
<b>RTIC (Recinto TIC)</b>	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.
<b>SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)</b>	También conocido por UPS (Uninterruptible Power Supply). Dispositivo que gracias a sus baterías, es capaz de proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado tras una caída de la red eléctrica a todos los dispositivos que tenga conectados (en espera de arranque del grupo electrógeno, que será el que dará una mayor continuidad eléctrica) 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.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Término	Definición
<b>Sistema de cableado</b>	Combinación específica de cables, hardware de conexión y otros componentes suministrados como una sola entidad.
<b>TT (Toma de Telecomunicaciones)</b>	Es el elemento –normalmente una caja, superficial o empotrada, con su correspondiente placa y módulos de conexión– donde finaliza el cableado horizontal que da servicio a uno o varios puestos de usuario. Una toma puede tener diferentes configuraciones y alojar varios Puntos de Conexión de Red RJ45 (PCRs). Está dotada de 1 cable UTP de 4 pares por cada Punto de Conexión de Red (PCR) que se aloje en la TT. De esta forma, 1TT dispone de 1 Punto de Conexión de Red, 2TT de dos Puntos de Conexión de Red, etc., y puede tener asociada varias conexiones schuko de corriente eléctrica tanto de Usos Varios (UV) como protegidas por SAI (EE). Por ejemplo: 2TT+2EE, 2TT+2EE+2UV, 4TT+4EE+2UV, etc.
<b>TTMU (Tomas de Telecomunicaciones Multiusuario)</b>	Elementos que facilitan la terminación del cableado horizontal en una ubicación común dentro de un grupo de muebles o un espacio abierto. Pueden ser ventajosas en espacios de oficinas abiertas que se modifican o reconfiguran con frecuencia. Su uso permite que el cableado horizontal permanezca intacto cuando se modifica la distribución de la oficina abierta.
<b>UTP (Unshielded Twisted Pair)</b>	Cable formado por pares de cobre trenzados con conductores no apantallados protegidos por un dieléctrico para uso en edificios y capaz transmitir tasas altas de datos.

## 5 Normativa técnica aplicable

A continuación, se exponen las normas que deberán tenerse en cuenta en las diferentes fases del proyecto y que serán de obligado cumplimiento para las empresas que lleven a cabo los trabajos de ingeniería, instalación, pruebas y puesta en servicio del sistema.

Las normas principales que se han tenido en cuenta son aquellas que especifican un SCE para uso en un entorno que puede incluir uno o varios edificios y que engloban cableado de pares de cobre trenzados y cableado de fibra óptica.

El sistema a instalar deberá cumplir los estándares requeridos, en el bien entendido que se trata de requerimientos mínimos. La empresa de instalación deberá garantizar, antes de ejecutar los trabajos, que cada uno de los productos seleccionados cumplen con las normas exigidas en la presente normativa, aportando los certificados de laboratorios reconocidos y las especificaciones técnicas de cada uno de ellos.

Las normas técnicas tienen en cuenta además del rendimiento y características técnicas de cada uno de los elementos individuales, el comportamiento del sistema en su conjunto.

**Por esta razón, se exigirá que todos los elementos del canal de comunicaciones pertenezcan a un mismo fabricante, de forma que se asegure la compatibilidad entre los distintos componentes, maximizando el rendimiento.**





## 5.1 Normas de fabricantes

Se seguirán las normas, especificaciones técnicas, instrucciones de montaje e instalación, normas de medidas y certificación de la red, configuración y pruebas de los dispositivos electrónicos, pruebas de los dispositivos de protección eléctrica y pautas de inspección, pautas de operación y mantenimiento de las instalaciones, recomendadas por cada uno de los fabricantes que componen el suministro, referidas a los siguientes elementos:

- Elementos de obra civil: Tubos, cajas, arquetas, etc.
- Sistema de Cableado Estructurado.
- Armarios repartidores.
- Equipos electrónicos de red.
- Instrumentación de medida.
- Envolvertes y dispositivos de protección de la red eléctrica de B.T.
- Canalizaciones.
- Cables eléctricos.
- Etc.

## 5.2 Normas de sistemas de cableado estructurado

### 5.2.1 Diseño cableado genérico

- UNE-EN 50173-1: Tecnología de la Información. Sistemas de cableado genérico Parte 1. Requisitos generales. UNE-EN 50173-2: Tecnología de la Información. Sistemas de cableado genérico Parte 2. Edificios de oficina. EN VIGOR UNE-EN 50173-5: Tecnología de la Información. Sistemas de cableado genérico Parte 5. Centro de datos.
- ISO/IEC 11801-1 Information technology -- Generic cabling for customer premises -- Part 1: General requirements y la ISO/IEC 11801-2: Information technology -- Generic cabling for customer premises -- Part 2: Office premises.
- IEC 60793-2 Ed. 6.0: Optical fibres - Part 2: Product specifications – General.

### 5.2.2 Planificación e instalación

- UNE-EN 50174-1: Tecnología de la Información. Instalación del cableado. Parte 1: especificación y aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN 50174 -2: Tecnología de la Información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de los edificios.
- UNE-EN 50174–3: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 3: Métodos y planificación de la instalación en el exterior de edificios.
- UNE-EN 50310: Aplicación de la unión equipotencial y de la puesta a tierra en edificios con equipos de Tecnología de la Información.





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- UNE-EN 60297-3-100: Estructuras mecánicas para equipos electrónicos. Dimensiones de las estructuras mecánicas de la serie de 482,6 mm (19 pulgadas). Parte 3-100 Dimensiones básicas de los paneles frontales, subracks, chasis, de los racks y armarios (Ratificada por AENOR en marzo de 2009).
- UNE-EN 61386-1: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50085-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales. (20-11-2006).
- UNE-EN 50085-2-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para montaje en paredes y techos.
- UNE-EN 61537: Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera.
- UNE 133100-1: Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 1: Canalizaciones subterráneas.
- UNE 133100-2: Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 2: Arquetas y cámaras de registro.
- UNE 133100-4: Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 4: Líneas aéreas.
- UNE 133100-5: Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 5: Instalación en fachada.
- ISO/IEC 14763-3: Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling. Part.2: Planning and installation of copper cabling.
- T568B: Diagrama de cableado.

### 5.2.3 Medidas y certificación

- UNE-EN 50346: Tecnología de la información. Instalación de cableado. Ensayo de cableados instalados.
- EN 61935-1: Ensayo de cableado genérico. Especificación para el ensayo de cableado simétrico y coaxial para tecnología de la información. Parte 1: Cableado simétrico instalado según se especifica en la serie de Normas EN 50173 (Ratificada por AENOR en abril de 2010).
- EN 61935-2: Ensayo de cableado genérico. Especificación para el ensayo del cableado coaxial equilibrado de tecnologías de la información. Parte 2: Cables según se especifica en la norma ISO/IEC 11801 y en las normas relacionadas. (Ratificada por AENOR en octubre de 2010).
- ISO/IEC 60793-1-1 Edition 3.0: Optical fibres - Part 1-1: Measurement methods and test procedures - General and guidance.
- ISO/IEC 14763-3: Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling. Part.3: Testing of optical fibre cabling.
- TIA TSB-140 : Additional Guidelines for Field- Testing Length, Loss and Polarity of Optical Fiber Cabling Systems.

## **AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE**

- TIA TSB-67: Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted – Pair Cabling Systems (Superceded by TIA-EIA-568-B.1, TIA/EIA-568-B.2 and TIA/EIA-568-B.3).

### **5.2.4 Administración**

- ISO/IEC 14763-2: Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling. Part.1: Administration.
- TIA/EIA-606-A: Administration Standard for Commercial Telecommunications Infrastructure (ANSI/TIA/EIA-606-A-2002).

### **5.3 Normativa sobre compatibilidad electromagnética**

- R.D. 1580/2006 de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN 61000-6-3: Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6: Normas genéricas. Sección 3: Norma de emisión en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.
- UNE-EN 50561-1: Equipos de comunicación sobre la red eléctrica utilizados en instalaciones de baja tensión. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medida. Parte 1: Equipos de uso doméstico.
- UNE-EN 61000-6-1: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-1: Normas genéricas. Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera. (IEC 61000-6-1)
- EN 55024: Norma de producto sobre inmunidad ante perturbación electromagnética en equipos de Tecnologías de la Información.

### **5.4 Normativa sobre red eléctrica**

- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (REBT) según el R.D. 842/2002 e instrucciones técnicas complementarias del Ministerio de Industria.

### **5.5 Normativa sobre protección contra incendios**

- UNE-EN 60332-1-2: (Versión corregida en fecha 2017-05-24) Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1kW.
- UNE-EN 60332-3-24: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C.
- UNE-EN 60754-1: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 61034-1: Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo y la UNE-EN 61034-2 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimiento UNE-EN 50290-2: Cables de Comunicación. Reglas comunes de diseño y construcción para cables libres de halógenos y retardantes a la llama.

- Reglamento de Productos de la Construcción (CPR), legislación europea en la que se establecen los requisitos básicos y características esenciales armonizadas que todos los productos destinados a la construcción deben cumplir con ámbito de aplicación en la Normativa sobre redes eléctricas de baja tensión
- IEC 60364: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE-EN 61439-1: Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 61439-1: Parte 2: Conjuntos de aparamenta de potencia.
- UNE-EN 61439-3: Parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO).
- IEC 60479-1-2-3: Efectos de la corriente eléctrica en seres humanos y animales domésticos.
- IEC 60529: Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP)
- UNE-EN 62040-1: Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) Parte 1: Requisitos generales y de seguridad para los SAI (Ratificada por AENOR en abril de 2009.)
- EN 50171: Sistemas de alimentación eléctrica centralizados.

### 5.6 Normas ICT y de edificación

La última normativa vigente que aplica a las infraestructuras a realizar por Madrid Digital es:

- R.D. 346/2011 de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. En vigor con sus correspondientes modificaciones:
  - ✓ SE MODIFICA el Anexo I, por Real Decreto 805/2014, de 19 de septiembre (Ref. BOE-A-2014-9667).
  - ✓ SE DECLARA:
    - la nulidad del inciso indicado de los arts. 8.2.a), 9.1 y 10.1 y 2 y del anexo IV del reglamento, por Sentencia del TS de 17 de octubre de 2012 (Ref. BOE-A-2012-13774).
    - la nulidad del inciso indicado de los arts. 8.2.a), 9.1 y 10.1 y 2, por Sentencia del TS de 17 de octubre de 2012 (Ref. BOE-A-2012-13773).
    - la nulidad del inciso indicado del art. 9.1 del reglamento, por Sentencia del TS de 9 de octubre de 2012 (Ref. BOE-A-2012-13532).
      - CORRECCIÓN de errores en BOE núm. 251, de 18 de octubre de 2011 (Ref. BOE-A-2011-16350).
      - SE DESARROLLA, por Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio (Ref. BOE-A-2011-10457).



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Orden ITC/1644/2011 de 10 de junio, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el R.D. 346/2011.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008. En vigor con sus correspondientes modificaciones:
  - ✓ SE MODIFICA la parte II del código, por Orden FOM/588/2017, de 15 de junio (Ref. BOE-A-2017-7163).
  - ✓ SE SUSTITUYE el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" de la parte II del Código, por Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre (Ref. BOE-A-2013-9511).
  - ✓ SE DEROGA el art. 2.5 y Modifica los arts. 1, 2 y el anejo III de la parte I, por Ley 8/2013, de 26 de junio (Ref. BOE-A-2013-6938).
  - ✓ SE DECLARA la nulidad del art. 2.7 y de lo indicado del Documento "SI", por Sentencia del TS de 4 de mayo de 2010 (Ref. BOE-A-2010-12213).
  - ✓ SE MODIFICA:
    - el art. 4.4 de la parte I, por Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo (Ref. BOE-A-2010-6368).
    - arts. 1, 2, 9, 12, de la Parte I, las secciones SI. 3, SI. 4, el Anejo SI. A y SE AÑADE el art. 9 de la Parte II, por Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero (Ref. BOE-A-2010-4056).
    - la Parte II, por Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (Ref. BOE-A-2009-6743).
      - SE DICTA DE CONFORMIDAD el art. 4.3, regulando el Registro General del CTE: Orden VIV/1744/2008, de 9 de junio (Ref. BOE-A-2008-10444).
      - CORRECCIÓN de errores y erratas en BOE núm. 22, de 25 de enero de 2008 (Ref. BOE-A-2008-1337).
      - SE MODIFICA, por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (Ref. BOE-A-2007-18400).
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En vigor con sus correspondientes modificaciones:
  - ✓ SE MODIFICA:
    - por Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (Ref. BOE-A-2009-6743).
    - las disposiciones transitorias 2 y 3, por Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre (Ref. BOE-A-2008-16789).
      - CORRECCIÓN de errores en BOE num. 304 de 20 de diciembre de 2007 (Ref. BOE-A-2007-21920).

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) según el R.D. 1027/2007 de 20 de julio. En vigor con sus correspondientes modificaciones:

✓ SE MODIFICA:

- la parte II del Reglamento, por Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero (Ref. BOE-A-2016-1460).
- determinados preceptos, por Real Decreto 238/2013, de 5 de abril (Ref. BOE-A-2013-3905).
- el capítulo VIII, arts. 17, 19, 20 a 26, 28, 34 a 42 y SE AÑADEN las disposiciones adicionales 1, 2 y los apéndices 4 y 5, por Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo (Ref. BOE-A-2010-4514).
- la parte II del anexo, por Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre (Ref. BOE-A-2009-19915).
  - CORRECCIÓN de errores en BOE núm. 51, de 28 de febrero de 2008 (Ref. BOE-A-2008-3745)

Según el Reglamento regulador de las ICT: Artículo 3: Ámbito de aplicación. Las normas contenidas en este reglamento, relativas a las infraestructuras comunes de telecomunicaciones se aplicarán:

1. A todos los edificios y conjunto inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre Propiedad Horizontal.
2. A los edificios que, en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

En los dos casos siempre se refiere a edificios de múltiples usuarios donde es necesario una infraestructura común para garantizar el acceso a las telecomunicaciones.

En el caso de Madrid Digital (y de las Consejerías que representa), donde la mayoría de las veces actúa de propietario o arrendatario de un inmueble para uso propio, sin llegar a compartirlo con otras entidades, no le resulta de aplicación estricta el Real Decreto 346/2011 que aprueba el citado reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicación.

En aquellos casos en los que Madrid Digital (y las Consejerías que representa) disponga de un espacio como propietario o como arrendatario en un edificio compartido, ya sea de viviendas o de oficinas, el edificio sí debería disponer de estas infraestructuras de acuerdo al reglamento, en las zonas comunes, para el acceso a los diferentes servicios de todos los posibles operadores para todos los copropietarios.

Desde la aprobación del reglamento, es de uso común en la edificación dedicada a edificios corporativos la aplicación de los criterios técnicos del reglamento de ICT, sobre todo en lo referente al acceso de líneas para servicios por cable, aunque no sea aplicable de forma obligatoria, ya que son infraestructuras lógicas y dotan al hoy diseñado como edificio corporativo de una infraestructura para el que mañana puede ser un edificio en régimen de multipropiedad, sin necesidad de realizar obras o reformas. Adicionalmente se sientan las bases para que diferentes operadores de comunicaciones puedan dar servicio al inmueble accediendo por la misma infraestructura común.



## 5.7 Normas de electrónica y redes de datos

- IEEE 802.3: Local Area Networks: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications.
- IEEE 802.3ab: 1000BASE-T Ethernet: Specifications for Gigabit Ethernet over copper.
- IEEE 802.1x: Port Based Network Access Control.
- IEEE 802.3z: media Access Control parameters, Physical Layers, Repeater and Management Parameters for 1000 Mbps/s Operation, 1000 Base SX y 1000 Base LX.
- IEEE 802.3ab: Especificación de nivel físico para operaciones de 1000 Mbps/s sobre cuatro pares de categoría 5 o cable de par trenzado balanceado superior (1000BaseT), Julio 1999
- IEEE 802.11b: Banda libre de 2,4 GHz para transmisión de información a 11 Mbps con codificación DSSS, 3 canales de 22 MHz sin solapamiento: 33 Mbps de rendimiento máximo, sin interferencias.
- IEEE 802.11g. Banda libre de 2,4 GHz para transmisión información a 54 Mbps con modulación OFDM. Compatible con 802. 11b 3 canales con 22 MHz sin solapamiento: 162 Mbps de rendimiento máximo.
- IEEE 802.3af: Power over Ethernet.

## 6 Diseño de una red de cableado estructurado en Madrid Digital

### 6.1 Características generales

Se entiende por Red o SCE a la infraestructura física y lógica de comunicaciones que soportará los Servicios Corporativos de Informática y Comunicaciones que se prestarán al personal usuario de los distintos Centros de la Comunidad de Madrid en los que se despliegue. Basada en tecnología IP, soporta todas las comunicaciones de voz y datos necesarias para los servicios que Madrid Digital presta, características típicas de una Red Multiservicio.

Desaparece la provisión de servicios de datos o voz sobre cobre, por parte de los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Toda provisión de nuevos servicios es actualmente sobre fibra (Datos y Voz).

Las redes Multiservicio se caracterizan porque el cableado y la distribución empleada hacen de ellas unas redes versátiles capaces de prestar cualquier servicio (susceptible de ser transmitido por cable) de datos. Estas redes permiten, por tanto, un ahorro de costes a medio y corto plazo en infraestructura de cableado ya que posibilitan la movilidad de usuarios y la incorporación de servicios con mínimas reconfiguraciones. El SCE consta de una topología en estrella dividida en diferentes subsistemas cuyos nodos o salas de comunicaciones están dotados de las instalaciones propias de estos entornos (Aire Acondicionado, Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI), etc.), necesarias para mantener el equipamiento interior en condiciones óptimas de funcionamiento.

### 6.2 Arquitectura y topología de red

El SCE se compone de una serie de elementos básicos, que a su vez se agrupan en una serie de subsistemas funcionales, cada uno de los cuales tiene un propósito diferente. La Norma Europea UNE-



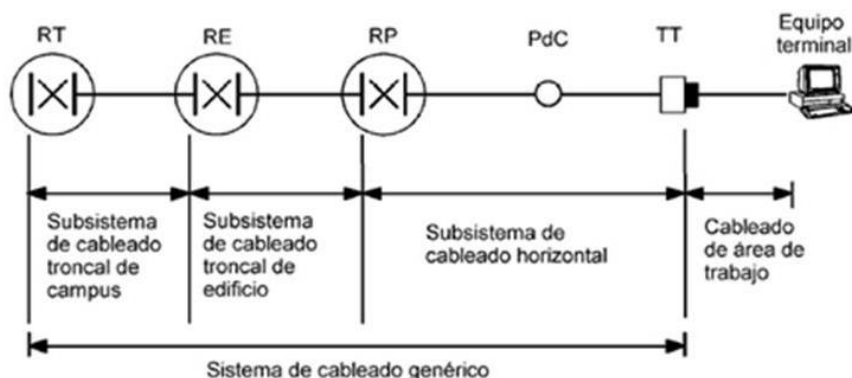


## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

EN 50173-1: Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico, distingue tres tipos de subsistemas: troncal de campus, troncal de edificio y cableado horizontal.

Además, se tendrán en cuenta: la Red de Acceso de los Operadores de Telecomunicaciones, las Salas de Comunicaciones y el Puesto de Trabajo.

Los subsistemas de cableado estructurado se conectan entre sí para formar una estructura de cableado genérica como se muestra en la figura siguiente:



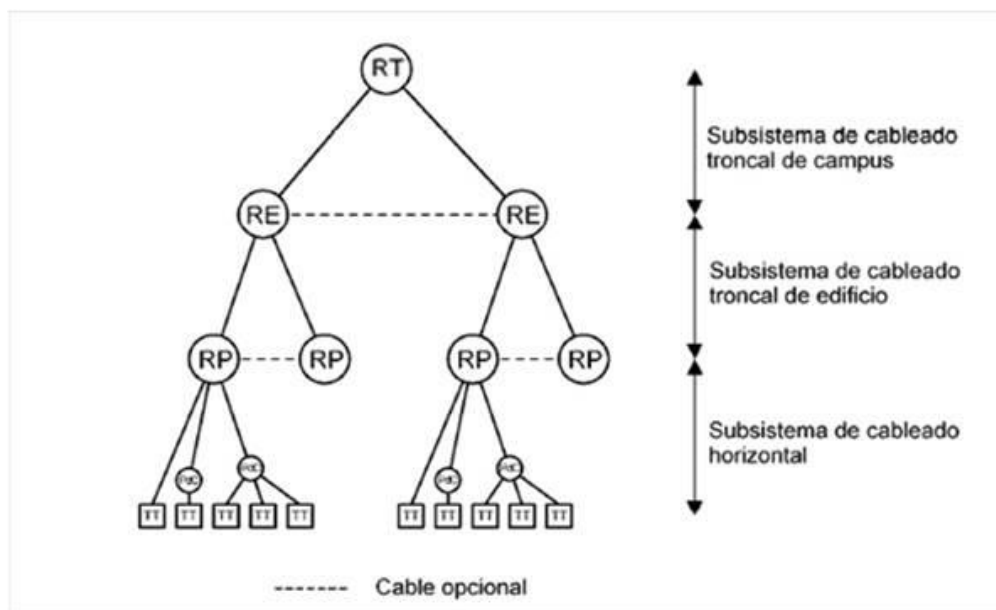
**Figura 1 – Estructura del cableado genérico (UNE-EN 50173-1)**

NOTA: Al uso de puntos de consolidación, PdC, como elemento funcional del cableado, se recurrirá sólo en casos muy particulares y siempre tras la aprobación directa del técnico de Madrid Digital que supervise la instalación en concreto. El punto de consolidación sólo podrá contener conectores pasivos homologados por el fabricante del cable. El

Los elementos funcionales del cableado genérico son los siguientes:

- Repartidor de campus - (RT).
- Cable troncal de campus.
- Repartidor de Edificio (RE).
- Cable troncal de edificio.
- Repartidor de planta (RP).
- Cable horizontal.
- Toma de telecomunicaciones (TT).

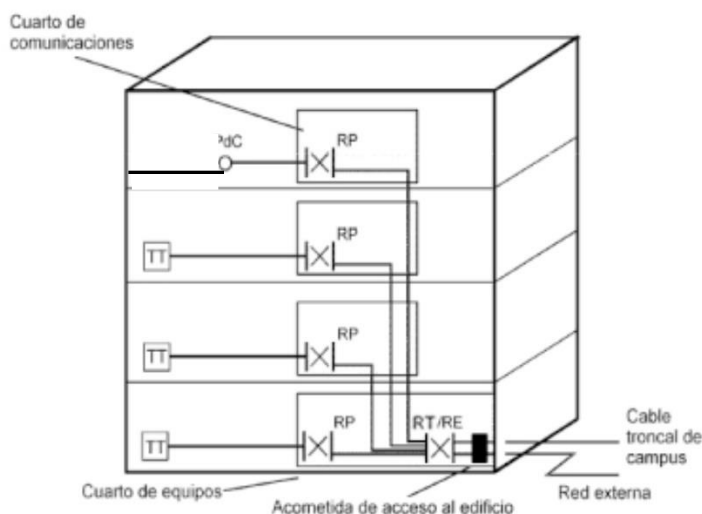
Los grupos de estos elementos se conectan entre sí para formar sistemas de cableado con una topología jerárquica básica, como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 2 – Estructura jerárquica del cableado genérico (UNE-EN 50173-1)**

NOTA: Al uso de puntos de consolidación, PdC, como elemento funcional del cableado se recurrirá sólo en casos muy particulares y siempre tras la aprobación directa del técnico de Madrid Digital que supervise la instalación en concreto. El punto de consolidación sólo podrá contener conectores pasivos homologados por el fabricante del cable.

La siguiente figura muestra un ejemplo de cómo se ubican en un edificio los elementos funcionales.



**Figura 3 - Emplazamiento de los elementos funcionales (UNE-EN 50173-1)**

El diseño del repartidor de planta debe garantizar que las longitudes de diseño se respetan durante el uso del sistema. Los repartidores deberían estar ubicados de tal manera que las longitudes de cable resultante sean consistentes con los requisitos de prestaciones de canal teniendo en cuenta, que para el cableado horizontal la distancia máxima de cable fijo UTP desde el armario de distribución al puesto de trabajo será 90 m. y no podrá superar la distancia de 100 m. teniendo en cuenta los latiguillos de equipo o usuario.



## **AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE**

---

Para enlaces de armarios con fibra multimodo OM4 se deberán tener en cuenta las siguientes distancias indicadas en el apartado de fibra óptica del presente documento.

Se deberán situar y dimensionar las salas de repartidores de plantas lo más próximas a la vertical de la sala principal de comunicaciones. Existirá un mínimo de una sala de repartidor por planta, o cada 200 puestos de trabajo o 1.000 m<sup>2</sup>, con la restricción de 90 m de tirada máxima.

Si una planta está escasamente ocupada y la distancia entre puestos de trabajo y racks lo permite es posible dar servicio a esta planta desde el repartidor más próximo en una planta adyacente.

### **6.2.1 Esquemas de Cableado entre Repartidores**

Todos los repartidores irán conectados por norma general en estrella con el repartidor principal RT mediante una conexión de 12 fibras del tipo especificado en el apartado “TIPOS Y CATEGORÍAS DE CABLEADO” del presente documento. En caso de que las distancias entre los repartidores sean elevadas, para garantizar el ancho de banda exigido por la electrónica se estudiará la opción de instalar fibra monomodo.

En los inmuebles con varios edificios, los armarios principales de cada edificio, RE, se enlazan por medio de la troncal de campus con el repartidor principal RT. Desde cada uno de estos RE se dará servicio a los armarios de planta del mismo edificio. Igualmente, estos enlaces se realizarán por conexiones de 12 fibras.

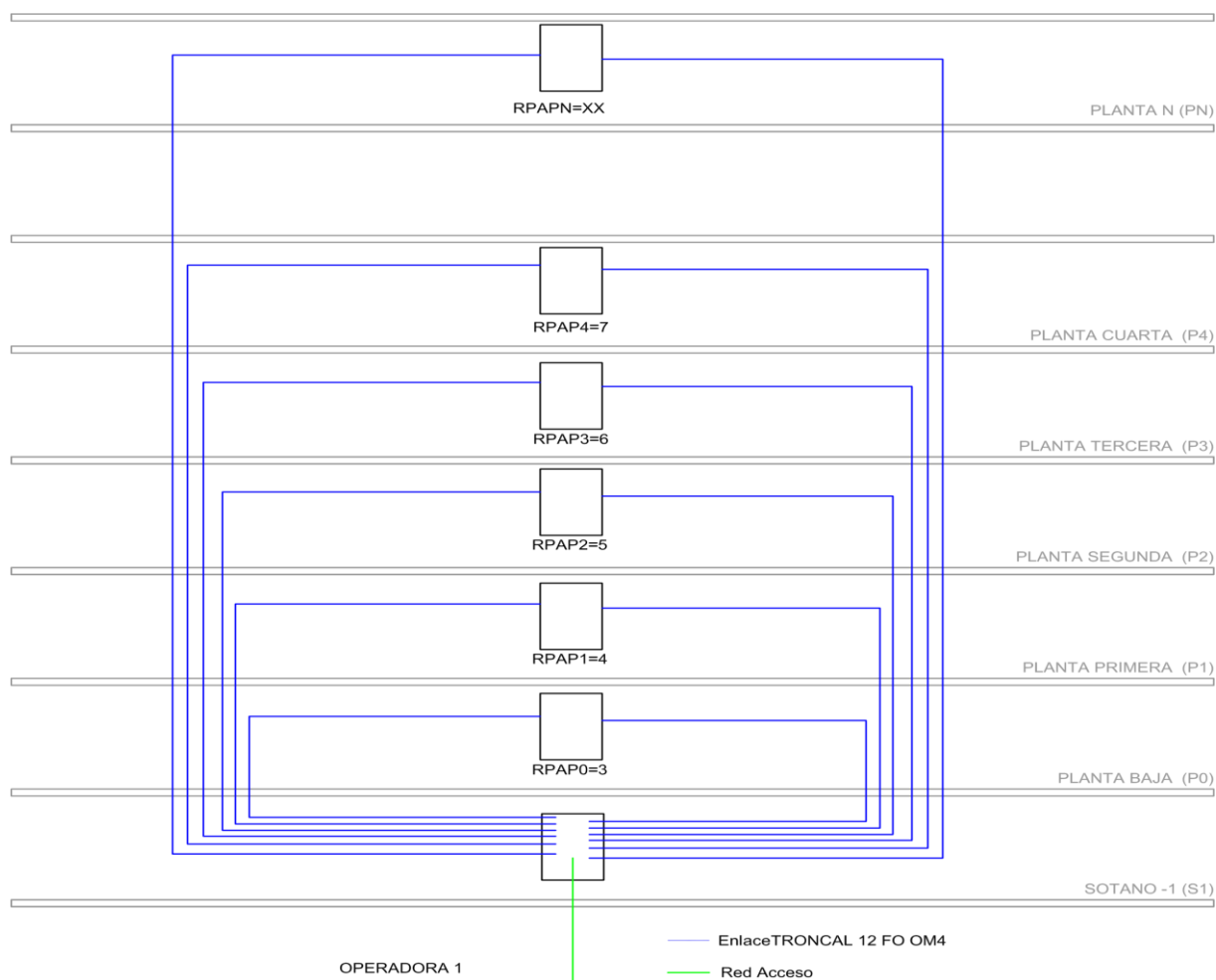
La configuración a instalar se definirá en cada caso por el responsable de Madrid Digital.

### **6.2.2 Redundancia de fibra por verticales distintas**

Por razones de seguridad y fiabilidad en la red de datos de un centro en aquellos edificios que se considere necesario, al diseño del cableado deberá añadirse redundancia de enlaces de fibra entre repartidores.

En las figuras siguientes se muestran dos posibles formas de diseñar la topología de red de un centro incluyendo redundancia de fibra.

En ambos casos, se definirá una topología de red en estrella desde el rack principal al resto de los repartidores diferenciándose en la existencia de un único nodo central o de un doble nodo central, instalando en este último caso un sistema redundante tanto a nivel de electrónica de red como de cableado estructurado.

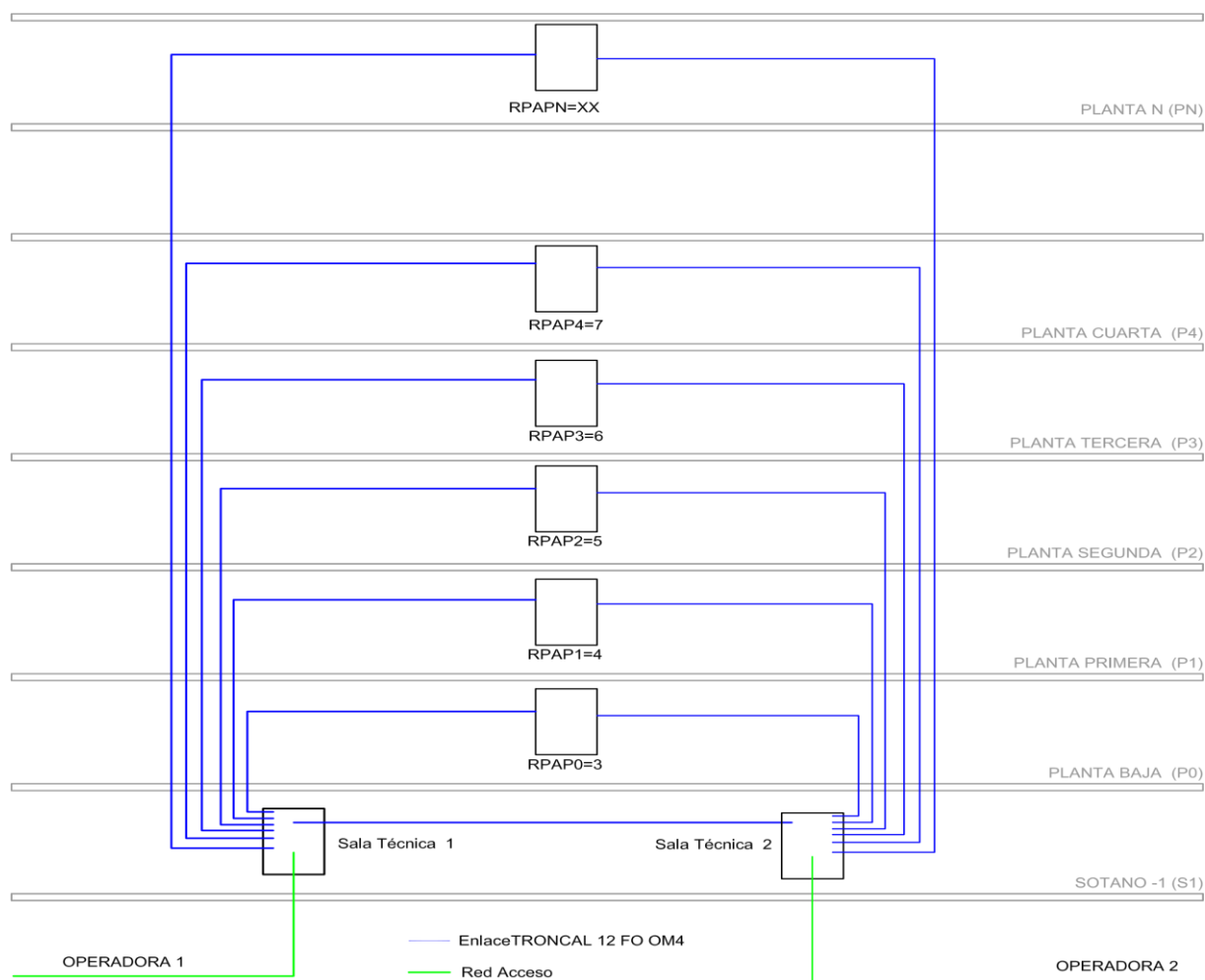


**Figura 4 - Conexión de armarios de distribución con redundancia de fibra y un único nodo central de electrónica de red**

En el caso de existir dos nodos centrales para un mismo centro, se dispondrán mínimo dos salas técnicas principales que alojarán sendos nodos de comunicaciones centrales enlazados entre sí mediante fibra óptica.

Así mismo, se instalarán, repartidos por el centro, tantos repartidores secundarios como sean necesarios para cumplir con los requerimientos de distancia máxima permitida para el cableado horizontal de alimentación de red de los puestos de trabajo.

Desde ambos nodos centrales y en estrella se alimentará a dichos distribuidores secundarios a través de enlaces verticales redundados en fibra.



**Figura 5 - Conexión de elementos funcionales que proporcionan redundancia de fibra y doble nodo central**

### 6.2.3 Subsistema vertical y de campus

En el diseño de los enlaces verticales y de campus se debe tener en cuenta:

- En fibra óptica especificar siempre enlaces entre racks de planta y rack de edificio o rack principal de al menos de 12 FO tipo OM4.
- Los enlaces entre rack principal (RT) y racks de edificio serán también enlaces de 12 FO tipo OM4, o Fibra Monomodo según la distancia entre repartidores y la velocidad de transmisión deseada cuya máxima vendrá definida por la electrónica de red. En el caso de que con la fibra tipo OM4 no cubramos las necesidades de velocidad de transmisión exigida por la electrónica de red debido a elevadas distancias entre los repartidores utilizaremos fibra monomodo OS2.
- Para la toma de decisión del tipo de fibra óptica a utilizar en los enlaces tendremos en cuenta la tabla de distancias máximas presentada en el capítulo “TIPOS Y CATEGORÍAS DE CABLEADO”.
- En la instalación de enlaces redundantes hay que buscar caminos independientes para las diferentes mangueras de fibra que alimentan un armario.



### 6.3 Instalación de equipos electrónicos

Los equipos electrónicos de la red de comunicaciones se ubicarán en los armarios repartidores de 19" siguiendo el orden marcado en el apartado "DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS". El rack dispondrá de bandejas soporte para aquellos equipos que no dispongan de sistema de montaje en formato 19".

### 6.4 Cableado de paneles

Al cablear cualquier grupo de paneles, se debe hacer de izquierda a derecha y de arriba abajo, sin dejar ningún puerto intermedio sin cablear.

En futuras ampliaciones de red, se debe comprobar si existe algún panel con puertos sin cablear (de existir debe ser exclusivamente el último) en iniciar en él la ampliación.

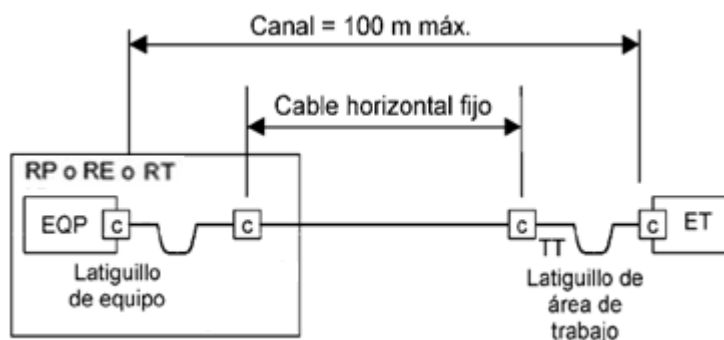
Cuando desde un mismo repartidor, formado por uno o varios armarios, se dé servicio a varias plantas, el cableado se realizará de forma ordenada pero consecutiva sin diferenciar entre paneles y plantas y los puertos quedarán identificados por el etiquetado.

### 6.5 Prestaciones de canal y enlace

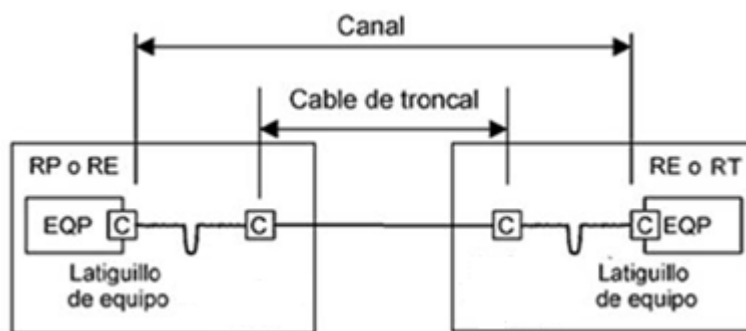
El cableado estará diseñado para cumplir la clase de prestaciones requeridas para las aplicaciones del centro donde va a prestar el servicio, tal como se describe más adelante en el apartado "Tipos y Categorías de cableado".

Las prestaciones de un canal se refieren a las características de transmisión extremo a extremo entre dos equipos terminales y comprende las secciones pasivas de cable, las conexiones, los latiguillos de área de usuario y los latiguillos de equipo. El canal se implementa con el cableado horizontal y troncal.

**La longitud máxima del cable horizontal fijo no debe superar los 90 m. y la de los latiguillos de equipo y de área de trabajo será inferior a 5 m. cada uno.**



**Figura 6 - Modelo de cableado horizontal**



**Figura 7 - Modelo de cableado troncal de campus o edificio**

La contribución a las prestaciones de las conexiones del equipo activo no se toma en cuenta. El soporte de aplicaciones depende únicamente de las prestaciones de canal, que a su vez depende de la longitud de cable, del número de conexiones, de las prestaciones de los componentes y de los métodos de instalación empleados.

En cuanto al enlace se tiene en cuenta el camino de transmisión entre dos interfaces de test. El enlace incluye las conexiones en los extremos del enlace de cableado sometido a inspección. Los enlaces deberán verificarse como parte del trabajo de instalación y, en la fase de explotación, para detectar posibles fallos del cableado. La norma define de igual forma que para el enlace cableado de cobre y cableado de fibra los parámetros de transmisión son los mismos que para el caso del canal.

Las prestaciones de enlace y canal de cableado balanceado que se deben cumplir están todas recogidas en la norma UNE-EN 50173-1, en función de la clase y frecuencia. A continuación, se relacionan los parámetros que se deben utilizar en el diseño y posterior verificación de las instalaciones según norma UNE-EN 50346:

- Pérdidas de retorno.
- Atenuación y pérdidas de inserción
- Pérdidas por paradiafonía (NEXT): par a par y suma de potencia NEXT (PSNEXT).
- Relación entre atenuación y pérdidas por diafonía, ACR: par a par y suma de potencia (PSACR).
- ACR-F (FEXT – Attenuation).
- Resistencia en bucle de continua (c.c.).
- Asimetría resistiva en c.c.
- Tensión de funcionamiento.
- Retardo de propagación.
- Retardo diferencial.
- Atenuación asimétrica.
- Atenuación de acoplamiento.

En cuanto al cableado de fibra óptica multimodo, la norma contempla los siguientes parámetros:

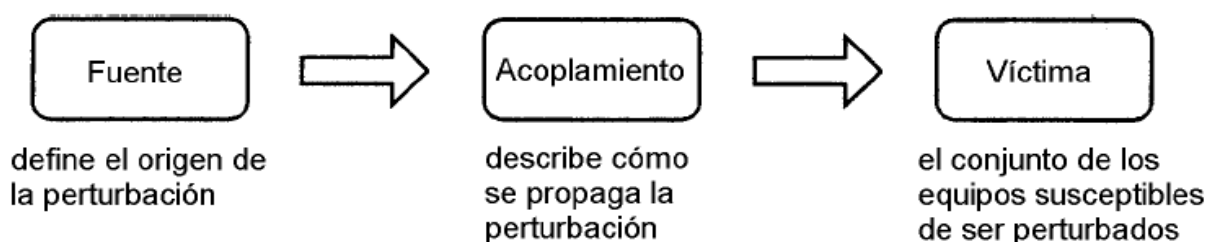
- Atenuación de canal: debe medirse de acuerdo con la norma UNE-EN 50346.
- Retardo de propagación.
- Longitud.
- Distancia entre componentes.
- Pérdida de retorno.

Las prestaciones de estos parámetros quedan definidas en el documento "*Certificación*", en su última versión disponible.

## 6.6 Compatibilidad electromagnética

La compatibilidad electromagnética (CEM) de una instalación implica que las emisiones provenientes de un sistema instalado se mantienen por debajo de los límites aceptados definidos en la norma aplicable y que el sistema instalado muestra la inmunidad especificada en un entorno electromagnético específico.

Por interferencia electromagnética (EMI) podemos entender la presencia de voltajes o corrientes no deseados que pueden aparecer en un equipo o en sus circuitos, como resultado de la operación de otro aparato eléctrico, o por fenómenos naturales.



**Figura 8 - Representación problema de compatibilidad electromagnética (UNE-EN 50174-2)**

El acoplamiento entre sistemas consiste en que un dispositivo interacciona y perturba el funcionamiento de otro. El camino de acoplo entre fuente y el receptor permite a la fuente interferir con el receptor. Existen cuatro modos de acoplamiento:

- Conducción o guiado (por corriente eléctrica). Se produce si distintos circuitos poseen segmentos de cable compartidos.
- Acoplo inductivo o transformador (a través de campo magnético). Tiene lugar entre conductores que fluyen en paralelo.
- Acoplo capacitivo (a través de un campo eléctrico), Se produce entre circuitos cercanos, como cables de alta tensión y cables de señal.
- Radiación (energía irradiada y transmitida a través de campo electromagnético).
- Los tres métodos posibles para eliminar las interferencias son:
- Suprimir la emisión en la fuente.
- Hacer el camino de acoplamiento poco efectivo.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Hacer el receptor menos sensible a las emisiones.

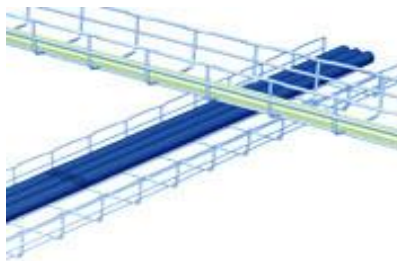
La mejor solución es la primera, aunque no siempre es posible identificar la fuente de la perturbación y algunas veces no es posible eliminarlas ya que son señales activas del sistema.

En estos casos sólo se puede actuar sobre el camino de acoplamiento o haciendo la víctima más inmune.

Por consiguiente, se debe tratar de hacer el camino de acoplamiento poco efectivo. Se seguirá en todo momento las instrucciones del fabricante, si bien la seguridad siempre debe prevalecer sobre la CEM y la protección (UNE-EN 50174-2).

En este sentido, otros aspectos generales a tener en cuenta en el momento de la instalación de un sistema de cableado genérico son:

- Hacer los cruces entre cables de información y electricidad en ángulo recto.
- Los cruces con alumbrado de descarga de alta intensidad (fluorescentes, luminarias de neón, luminarias de vapor de mercurio, etc) deberán hacerse igualmente en ángulo recto y una separación paralela mínima de 13 cm.
- Es conveniente que los cuadros eléctricos y los cuadros de comunicaciones estén separados y en armarios diferentes.
- Todas las partes metálicas del sistema, así como los apantallamientos de los cables (no es el caso de esta normativa) deben estar correctamente conectados a un sistema de tierra conforme la norma UNE-EN 50310.



**Figura 9 – Cruce en ángulo recto del cableado de datos y eléctrico**

En los siguientes apartados se detallan algunos puntos concretos de métodos de instalación para cumplir con los requisitos de compatibilidad electromagnética.

### 6.6.1 Tubos y cajas de derivación.

Cuando el diseño de las canalizaciones sea bajo tubo, siempre se instalarán los cableados de energía y de telecomunicaciones en tubos y cajas de derivación independientes.

Se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No más de 30 m entre cajas de registro.
- La sección más pequeña de tubo que se debe usar es de 20 mm.
- No más de dos curvas de 90° entre cajas de registro

## 6.6.2 Bandejas y canales

De manera genérica el cableado de datos deberá ir en canalizaciones diferentes al cableado eléctrico.

Para los casos en los que las canalizaciones por bandejas y canales estén compartidas por el cableado eléctrico y el de datos, siempre irán provistas de tabique divisor en todo su recorrido para formar compartimentos diferentes donde alojar cada uno de los cableados.

La norma recomienda el uso de bandejas perforadas de forma longitudinal o sólida. No se recomiendan las bandejas con perforados perpendiculares en bandejas metálicas.

Los sistemas de conducción del cableado no metálico son convenientes en entornos electromagnéticos con niveles de perturbación bajos y cuando el sistema de cableado tiene un bajo nivel de emisión.

Se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No se ocuparán al máximo las bandejas, dejando como poco un 25% para ampliaciones después de la instalación.
- Las bandejas estarán preparadas para no forzar los radios de curvatura de los cables (4 veces el diámetro exterior del cable), como mínimo 35 mm para cable UTP Cat 6A.
- En caso de tener que realizar empalmes o cambios de dirección en las bandejas, deberá utilizarse los accesorios proporcionados por los fabricantes de dicha canalización para tal propósito.

Para la disposición del cableado de energía y de telecomunicaciones, dentro de la misma canalización, se tendrá en cuenta el tipo de bandeja o canal seleccionado de acuerdo al número de compartimentos disponibles mediante la utilización de tabiques divisores.

Es necesario respetar las distancias mínimas de separación entre el cableado de datos y las canalizaciones eléctricas que transcurren por el edificio. Dicha separación dependerá de dos factores, el tipo de cable a usar y el tipo de canalización utilizada.

La norma UNE-EN 50174-2 indica la separación mínima entre cableado de datos y cableado de red de alimentación, distribuidos por la misma canalización:

Tipo de instalación	Distancia		
	Sin divisor o con divisor no metálico	Divisor de aluminio	Divisor de acero
Cable de datos UTP y cable eléctrico no apantallado	200 mm	100 mm	50 mm
Cable de datos FTP y cable eléctrico no apantallado	50 mm	20 mm	5 mm
Cable de datos UTP y cable eléctrico apantallado	30 mm	10 mm	2 mm
Cable de datos FTP y cable eléctrico apantallado	0 mm	0 mm	0 mm

**Tabla 1 - Separación mínima entre cableado de datos y cableado de red de alimentación, distribuidos por la misma canalización**





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Así pues, cuando las canales o bandejas estén instaladas fijando su base a la pared –en horizontal al suelo– los cables de energía irán situados en:

- En el compartimento inferior y los cables de telecomunicaciones en el superior cuando se trate de bandejas o canales con un único tabique divisor.
- Cuando se trate de canales con posibilidad de instalar más de un tabique separador, los cables eléctricos irán en el compartimento superior y los de telecomunicaciones en el compartimento inferior. En la Red Horizontal el número de cables de energía siempre será menor que el de telecomunicaciones<sup>1</sup>. Por consiguiente, el tabique divisor se situará de forma que quede el mayor espacio para los cables de telecomunicaciones.
- Estas indicaciones de distribución del cableado se respetarán independientemente del modo de montaje de canales y bandejas: suspendidas en paralelo al suelo, fijadas al paramento en vertical al suelo, etc.

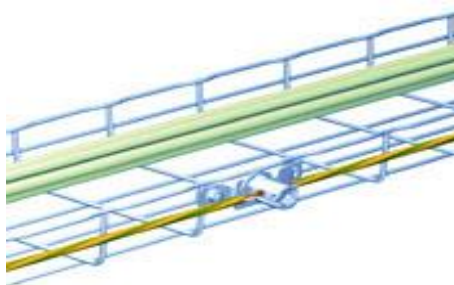
Se deberá optimizar el trazado del cableado de la Red Vertical, especialmente cuando coexista con cableado de la Red Horizontal en la misma canalización.

La mejor opción de canalización es una **bandeja porta cables metálica de rejilla**. Si presenta una continuidad eléctrica excelente y si está integrada en la red equipotencial de masa de la instalación, disminuye el impacto de acoplamiento y contribuye así a una buena CEM de la instalación eléctrica. En este sentido deberán seguirse las siguientes indicaciones:

- Asegurar la continuidad eléctrica en bandejas portacables metálicas con uniones.
- Conectar siempre las bandejas portacables a la red de masa (cada 15 a 20 m).



**Figura 10 – Unión entre partes de bandejas porta cables**



**Figura 11 – Conexión a tierra de bandejas porta cable**

<sup>1</sup> Un circuito eléctrico alimenta 5 cajas con un total de 10 PCR, lo que supone instalar 10 cables UTP de 4 pares.



### 6.6.3 Separación de lámparas fluorescentes o de neón

Las instalaciones de cableado estructurado deben mantener una distancia mínima con equipos de alumbrado fluorescente, luminarias de neón, luminarias de vapor de mercurio o cualquier otro tipo de alumbrado de descarga de alta intensidad.

- Se recomienda una separación mínima de 13 centímetros.
- Se recomienda los cruces en ángulo recto.

### 6.6.4 Separación con equipos de potencia

Otro aspecto a tener en cuenta para la protección contra perturbaciones electromagnéticas en el momento de la instalación de un sistema de cableado será la conveniencia de que los cuadros eléctricos y equipos de potencia, y los cuadros de comunicaciones, estén separados y en armarios diferentes.

En particular, los cuartos de comunicaciones estarán separados un mínimo de 2 metros de instalaciones como las siguientes:

- Centros de transformación.
- Maquinaria de ascensores.
- Maquinaria de aire acondicionado (compresores).

### 6.6.5 Pasos entre plantas

Cuando los cables pasen de una planta a otra es posible reducir los requisitos de distancias mínimas entre cableados siempre que se cumplan los siguientes puntos:

- La distancia total afectada por la reducción de separación no es mayor de 50 cm.
- Los cables del SCE y los de alimentación eléctrica estén confinados separadamente en tubos o canal metálico.

Consecuentemente, en los pasos entre planta siempre deberán utilizarse tubos diferentes o canales metálicos con separadores para el cableado estructurado y el cableado de alimentación eléctrica.

## 7 Salas técnicas

A la hora de tratar las salas de comunicaciones, en Madrid Digital, se hace la distinción entre lo que son Salas Técnicas de Comunicaciones y Centros de Proceso de Datos (CPDs):

- Salas Técnicas: Recintos cerrados donde se alojan los distintos repartidores de voz y datos que dan servicio a un edificio o varios edificios unidos por la red de campus. También conocidos como cuartos de repartidores. Por norma general no alojan servidores de aplicaciones ni de almacenamiento.
- CPDs: Instalaciones especializadas de tamaño superior al de las salas técnicas convencionales, donde están centralizados ubicados físicamente los servidores de aplicaciones y de almacenamiento, con sus correspondientes equipamientos redundados de continuidad eléctrica y seguridad, los cuales no forman parte de las especificaciones de esta normativa.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Las salas técnicas de comunicaciones para Madrid Digital ejecutadas en edificaciones de nueva planta o reformas deberán tener las siguientes características constructivas comunes:

- Debido a las necesidades de espacio y la geometría de los elementos a integrar, es necesario que las salas de comunicaciones tengan una distribución lo más próxima posible a la ortogonal, esto es, con forma cuadrada o rectangular.
- Se evitará su ubicación en Plantas de Sótano para eludir los peligros de inundación.
- En ningún caso deberán pasar por el interior de la sala tuberías o conductos que puedan originar pérdidas de agua en el interior de la sala.
- En ningún caso deberán existir sumideros, desagües, arquetas, etc. en el suelo que puedan provocar inundaciones en la sala.
- Por necesidades de seguridad y del mantenimiento de condiciones higrotérmicas en las salas, técnicas no deben existir ventanas. En el caso de que el espacio reservado dispusiera de ellas se deberá proceder a su cerramiento para conseguir un adecuado aislamiento.
- Para los edificios que dispongan de suelo técnico, es necesario que todas las salas de comunicaciones estén dotadas igualmente de suelo técnico. En su plénium se realizarán todas las instalaciones que se precisen: canaletas, líneas de datos, cables de energía, etc. El tipo de suelo técnico a instalar será el especificado en el mercado para su uso en este tipo de entornos con las adecuadas características de conductividad y resistencia mecánica, tal que pueda soportar el peso de los armarios y equipos SAI según cada instalación en concreto. Para edificios que no estén dotados de suelo técnico, no es requisito necesario que las salas técnicas descritas en este documento cuenten con el mismo. Realizándose la distribución del cableado horizontal mediante bandejas ubicadas en altura.
- Es recomendable, cuando exista posibilidad, la instalación de un falso techo en las salas de comunicaciones capaz de albergar una consola de techo (tipo cassette) para climatización. En todo caso el techo de la sala técnica deberá estar instalado, para evitar así la caída de suciedad sobre los elementos de la sala técnica.
- Se requiere una altura libre en la sala de, al menos, 2,50 m desde la terminación del suelo hasta el techo, o falso techo si lo hubiera.
- Si no se pudiera disponer de falso techo, la evaporadora del equipo de aire acondicionado será de tipo horizontal o de pared y se situará sobre el espacio de apertura de la puerta permitiendo su mantenimiento sin inutilizar el espacio bajo el equipo y evitando la posible caída directa de condensados sobre equipamiento.
- El acceso a las salas de comunicaciones se producirá de forma directa desde una zona común de circulación, sin tener que pasar por otros cuartos o dependencias que condicionen el acceso a las mismas.
- Se preverá siempre la existencia de al menos una ruta de acceso, desde el exterior del edificio hasta las salas de comunicaciones, con un paso mínimo libre de 90 cm de ancho en todo el recorrido.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- El acceso a las Salas de Comunicaciones destinadas a Madrid Digital en los Centros Públicos será restringido. Únicamente el personal de mantenimiento y/o seguridad autorizado por Madrid Digital tendrá permitido el acceso a estas salas.
- Para evitar choques eléctricos y mejorar la protección contra las perturbaciones electromagnéticas todos los equipos y estructuras metálicas deberán estar conectadas a tierra, no siendo necesario realizar un anillo equipotencial que sólo es apropiado en salas donde se prevea una gran movilidad y variedad de equipos montados en bastidores independientes, como en grandes CPDs o nodos de operadores de telecomunicaciones.
- Consideradas estas salas como locales de Riesgo Bajo según la clasificación establecida en el DB-SI del Código Técnico de Edificación: Las puertas de acceso a las salas de comunicaciones deberán cumplir las disposiciones del Código Técnico de Edificación con una resistencia al fuego mínima EI2 45-C5, dispondrán de una anchura libre mínima de 90 cm. para el paso del equipamiento de comunicaciones a su interior (Racks, Cuadros, SAI, etc.), con apertura hacia el exterior siempre que sea posible para aprovechar al máximo el espacio de la sala y dispondrán de cerradura con llave. En caso de que el espacio entre la puerta y el suelo sea de 1,5cm o superior, se instalará un burlete para evitar la entrada de polvo y la salida del aire climatizado.
- La resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio deben cumplir con una resistencia mínima EI 90.

En función de su utilización se distinguen dos tipos de Salas Técnicas de Comunicaciones. Es importante diferenciar las Salas de Comunicaciones de los Armarios Repartidores. En cuanto a salas de Comunicaciones, existirán la Principal (denominada Recinto TIC o RTIC) y las Secundarias (denominadas Recinto Secundario). La Principal es donde va alojado el armario repartidor TIC (RT), el cuadro eléctrico para fuerza informática y SAI en caso de que sea instalado. En las Secundarias irán los armarios repartidores de edificio (RE) o los repartidores de planta (RP).

En los casos que estas salas técnicas no cumplan las características requeridas por Madrid Digital, e indicadas a continuación, o simplemente, no existan salas específicas de comunicaciones como tal en los centros, la solución final se deberá ajustar a las características de la sala disponible o al espacio donde ubicar los armarios de comunicaciones, cumpliendo en la medida de lo posible las prescripciones dadas en este documento para el diseño del SCE, acordando previamente con Madrid Digital la solución a adoptar en tales casos.

### 7.1.1 Sala principal de comunicaciones (Recinto TIC o RTIC)

Es el recinto principal del edificio o conjunto de edificios, que actuará como nodo central de comunicaciones y será donde finalice la Red de Acceso de los Operadores de Telecomunicaciones.

Desde esta sala RTIC se realizará la distribución del servicio de datos al resto de edificios del inmueble y a los repartidores de planta (desde el armario RT a los RE y RP), en caso de que los hubiese.

Se deberá situar y dimensionar el RTIC en el centro del edificio, lo más **próximo a la vertical y a los patinillos**.

Habrà que tener en cuenta que en las salas se ubican armarios repartidores de hasta 42U y 47U de altura (aproximadamente 2.000 mm de altura, 1U = 44,45 mm) y de 800 x 800 mm o de 800 x 1000 mm (anchura

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

x profundidad) para alojar la infraestructura activa y pasiva del sistema de cableado estructurado, así como otros armarios, cuadros eléctricos y otros equipos para poder dar el servicio de comunicaciones.

En condiciones **óptimas** el armario o armarios de bastidor rack deberá disponer de **un espacio libre de 90 cm. en cada una de las caras** que no vayan unidas a otro armario (siempre que los armarios sean de doble puerta frontal). Dicha distancia como **mínimo** en todo caso **no deberá ser inferior a 60 cm.**

En casos **excepcionales**, donde la circunstancia así obligue y contando siempre con la autorización de los responsables correspondientes de Madrid Digital, **podrá ajustarse a la pared un lateral del armario y como mucho también la parte trasera**, de modo que la parte frontal y un lateral deberá quedar siempre despejado con una distancia mínima de 60 cm cada lado. En estos casos, la subida de los mazos de cableado horizontal se realizará por el lateral que queda pegado a la pared, de modo que el acceso por el lateral libre no esté dificultado por estos mazos de cableado.

Otro elemento importante que determinará las dimensiones de la sala técnica es la **existencia o no de SAI**. Aunque existan diferentes repartidores de planta en diferentes salas secundarias, siempre se contemplará la instalación de un SAI centralizado en el RTIC, en lugar de un SAI independiente en cada una de las salas técnicas. Por tanto, la existencia de un SAI sólo afectará a las dimensiones del RTIC en el centro en que se instale.

La potencia del SAI se dimensiona en función de los puestos de trabajo totales existentes en el centro, así como el equipamiento de los armarios que se definan en el RTIC. Por tanto, las dimensiones de la sala técnica principal se tendrán que modificar según la potencia del SAI necesario y de su tamaño según el fabricante.

Según la potencia del SAI, las baterías del mismo podrán estar:

- Integradas en el mismo módulo de potencia. Lo cual supone un único armario para SAI y baterías.
- Ubicadas en un armario independiente dedicado a bloques de baterías.
- Instaladas sobre bancada o bancadas.

Seguidamente se muestra la tabla de dimensiones de SAI de un fabricante, a modo de ejemplo, si bien deberá consultarse las dimensiones de cada fabricante para cada caso concreto:

Potencia nominal (kVA)	30	40	60	80	100	160	200
Medidas (LxP) (mm)	440 x 850		500 x 850			850 x 1050	

En modelos de potencia superior a 40 kVA y autonomía estándar (en torno a 15 minutos), las baterías necesarias se suministran en un armario independiente o instaladas sobre bancada externa. Las necesidades de espacio necesarias variarán dependiendo de la tipología de la bancada, la huella de la misma, o del número de bancadas que se instalen.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta las necesidades de espacio frontales y laterales recomendadas por el fabricante del SAI y de las baterías seleccionadas, que garanticen la ventilación necesaria, así como la accesibilidad suficiente para su mantenimiento.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Por tanto, para el dimensionamiento adecuado de una sala técnica (RTIC) que contenga un SAI, se tendrá que analizar cada caso de forma independiente, comprobando las necesidades de espacio según el SAI que se defina, y redimensionando el RTIC en función de dichas necesidades.

Como referencia tomaremos al menos las siguientes medidas de espacios libres para manipulación de los equipos SAI así como también para Armarios de Baterías independientes:

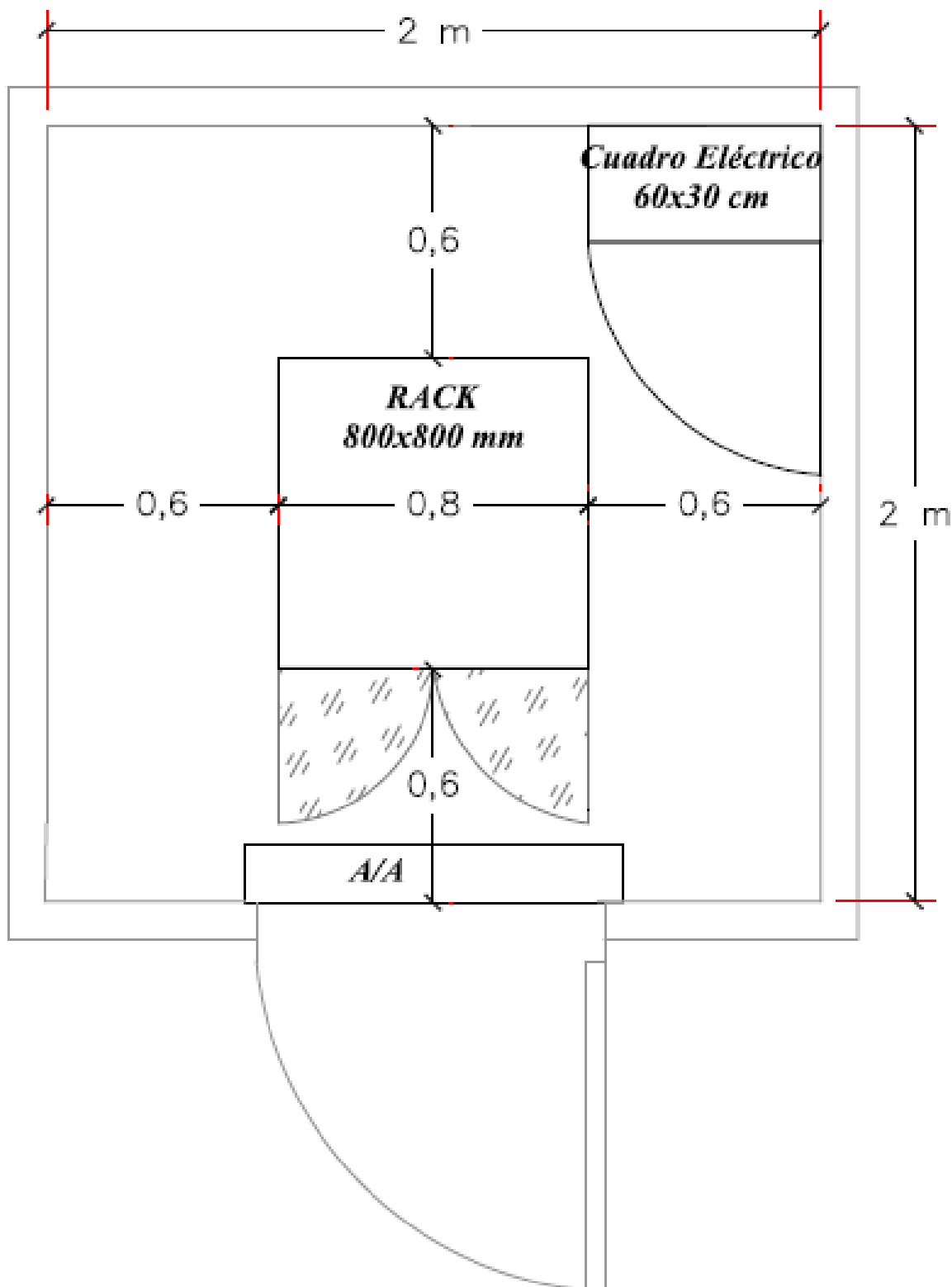
- Parte trasera: 60 cm como distancia mínima. Para distancias óptimas debe aplicarse 90 cm.
- Parte delantera: 60 cm como distancia mínima. Para distancias óptimas debe aplicarse 90 cm.
- Lateral sin ventilación: 20 cm
- Lateral con ventilación o extracción de baterías: 60 cm como distancia mínima. Para distancias óptimas debe aplicarse 90 cm.

En función de los espacios alrededor de los equipos definidos anteriormente se muestra **a modo de orientación** los tamaños mínimos definidos para cada uno de los siguientes casos, si bien esto no es más que una orientación y deberán realizarse los cálculos para cada caso en función del equipamiento existente en cada sala técnica.

Nº y tipo de armarios de bastidor rack	Tamaño <u>Óptimos</u> de la sala técnica	Pared con longitud mínima de	Tamaño <u>Mínimo</u> de la sala técnica	Pared con longitud mínima de
1 Rack 42U sin SAI	6,8 m <sup>2</sup> .	2,6 m.	4 m <sup>2</sup> .	2 m.
1 Rack 42U + SAI con baterías integradas	8,75 m <sup>2</sup> .	2,65 m.	5,5 m <sup>2</sup> .	2,05 m.
1 Rack 42U + SAI con armario de baterías aparte	10,1 m <sup>2</sup> .	2,65 m.	6,6 m <sup>2</sup> .	2,05 m.
1 Rack 42U + SAI con bancada de baterías aparte	20,8 m <sup>2</sup> .	4,3 m.	14,4 m <sup>2</sup> .	3,4 m.

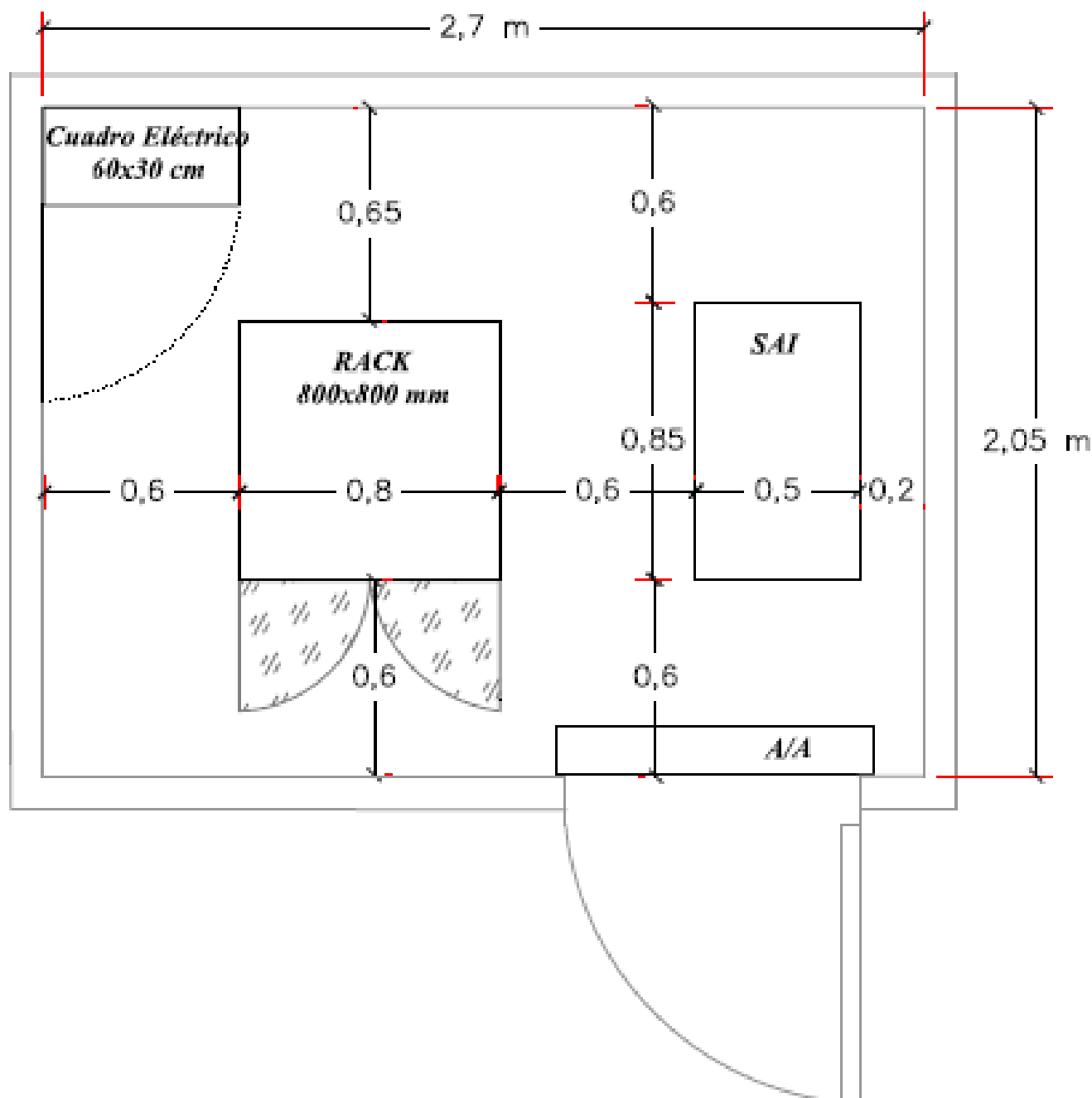
**Tabla 2 - Estimación orientativa de tamaño del RTIC con Rack, SAI y Cuadro Eléctrico**

- Los armarios de 42U indicados tienen unas dimensiones de 800x800 mm.
- Los armarios de 24U o 47U, se considerarán a efectos de la tabla anterior como armarios de 42U al tener unas dimensiones equivalentes de 800x800 mm.
- Los SAIs tipo rack instalado en el interior de los armarios de bastidor no se considerarán como SAIs en la tabla anterior; al estar en el armario no ocupan espacio adicional en la sala.



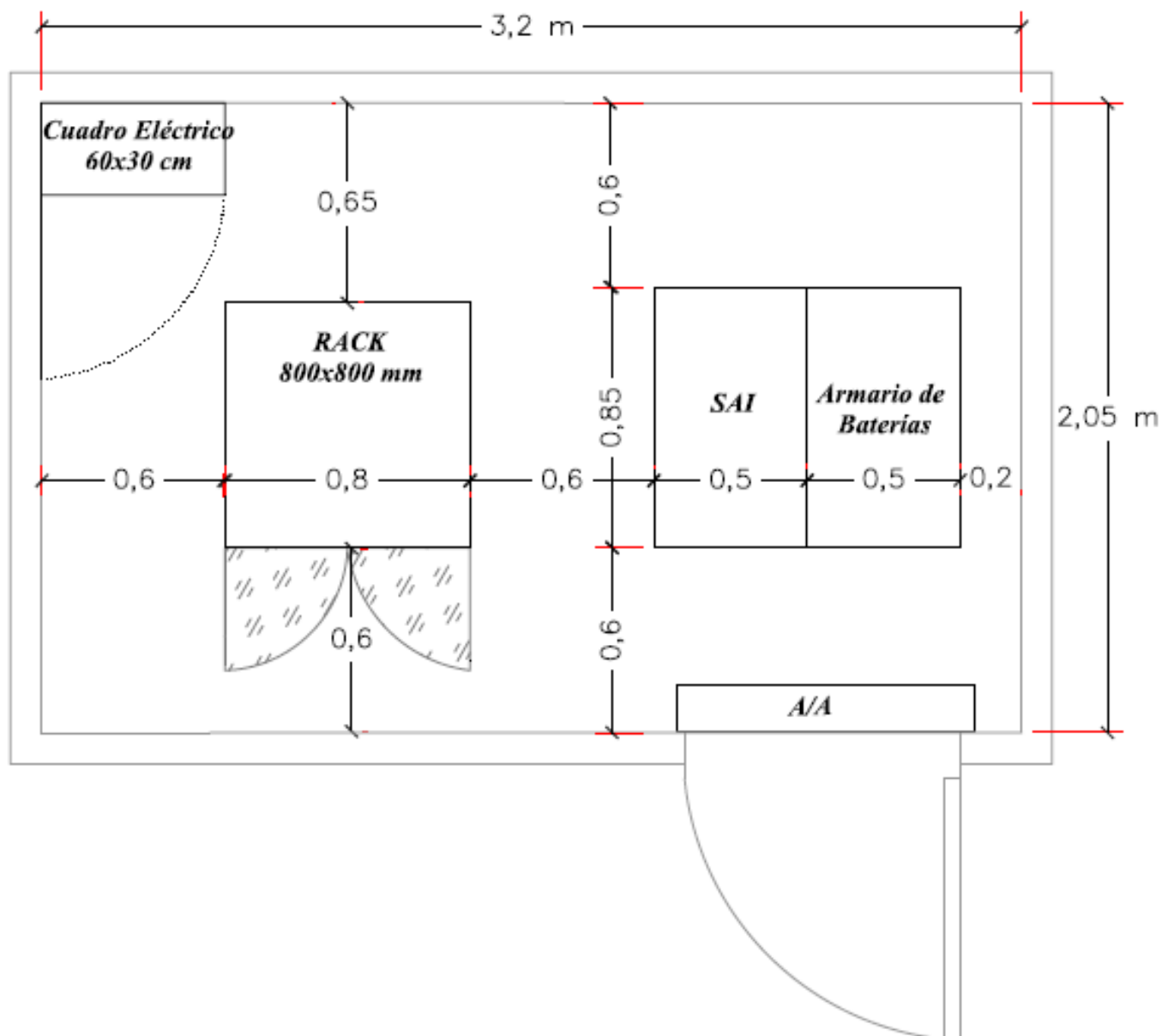
**Figura 12 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y sin SAI.**



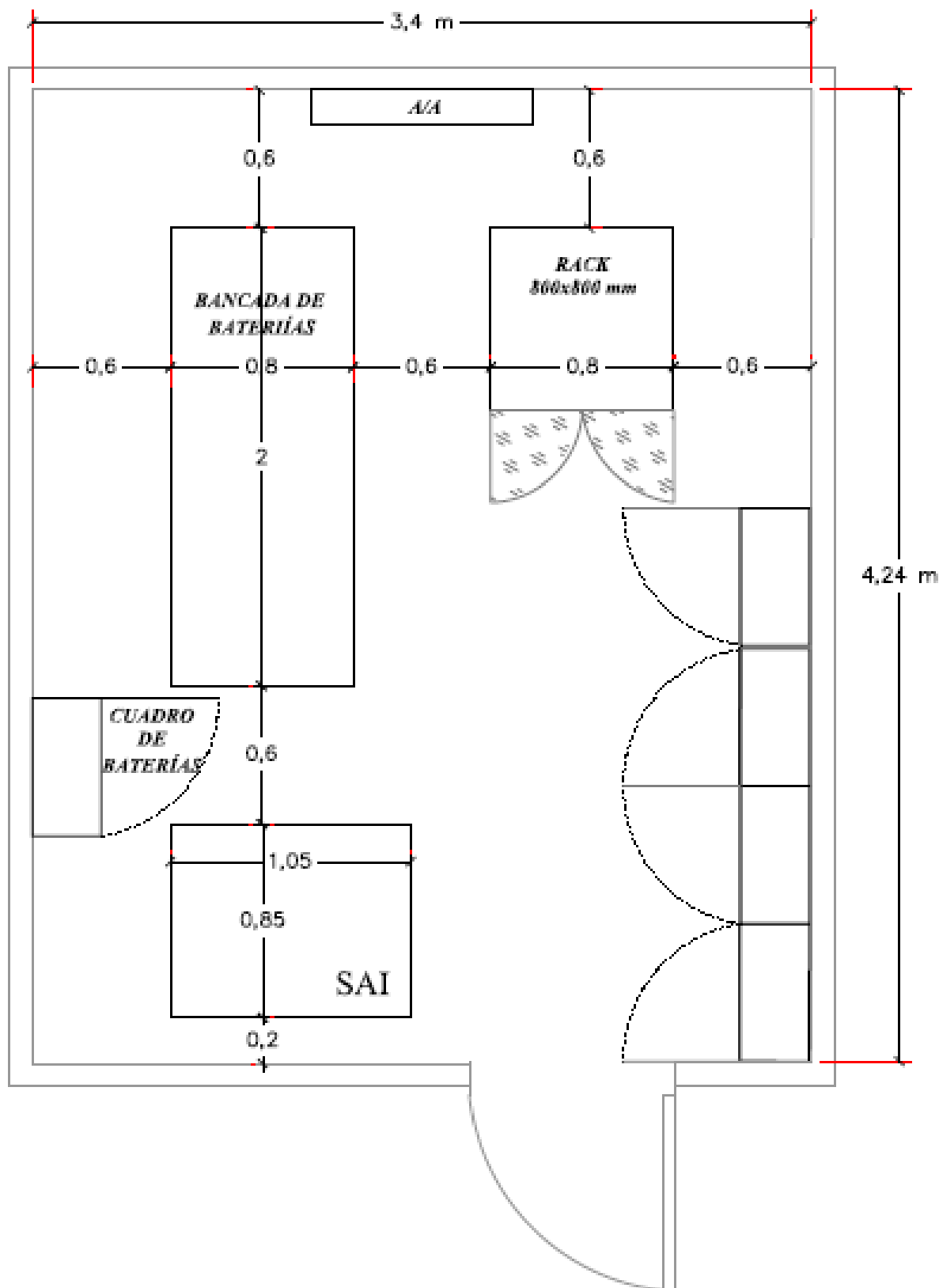


**Figura 13 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con baterías integradas en el módulo de potencia**





**Figura 14 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con armario de baterías externo al módulo de potencia.**



**Figura 15 - Distribución tamaño mínimo de RTIC con un armario de bastidor de 42 U y SAI con una bancada de baterías**

Los cálculos del tamaño de la sala técnica mostrados en la tabla y figuras anteriores están realizados para albergar un único armario de bastidor de 42U, con cuadro eléctrico de uso informático, unida interior de climatización y equipo SAI en sus diferentes modalidades de ubicación de baterías. **En caso de tratarse de elementos diferentes** (como dos o más armarios de bastidor, armarios de bastidor de mayor o menor tamaño, etc.) deberán hacerse los cálculos del dimensionamiento de la sala, teniendo en cuenta los requerimientos de espacio indicados en la presente normativa técnica. No deberá obviarse para el cálculo del tamaño de la sala técnica, el resto de los elementos que también forman parte de la misma (cuadro eléctrico, equipo de climatización, etc.).

## 7.2 Salas secundarias de comunicaciones

Son recintos secundarios de comunicaciones todos los que no sean el RTIC y que contendrán los repartidores de cada edificio (RE) o planta (RP) y que estarán comunicados con el RT. En ciertos casos pueden existir o no, dependiendo del número de TT y sus distancias al RT o RE en cada centro.

Se deberán situar y dimensionar las salas de repartidores de plantas lo más próximas a la vertical de la sala principal de comunicaciones. Existirá un mínimo de una sala de repartidor por planta, o cada 200 puestos de trabajo o 1.000 m<sup>2</sup>, con la restricción de 90 m de tirada máxima.

Aplicarán las mismas restricciones y dimensiones indicadas para el RTIC, si bien como ya se ha comentado las salas secundarias normalmente no llevarán SAI, al estar centralizado en el RTIC.

Se dispondrá de tantos RP como sea necesario para cumplir las especificaciones técnicas de cableado (90 m, como máxima distancia que pueden tener los cables, y por tanto las canalizaciones, entre el punto de conexión en el repartidor y la TT del puesto de usuario), de tal forma que se cubra toda la superficie de la planta.

Se recomienda distribuir los RP de manera estratégica para así poder llegar a cualquier punto de red de cualquier planta respetando la distancia máxima para este tipo de cableado.

## 8 Armarios de distribución

El número y tipo de subsistemas que se incluyen en una implementación de cableado genérico depende de la distribución geográfica y tamaño del campus o del edificio, y de la estrategia del usuario. Normalmente habrá un repartidor principal (RT), un repartidor de edificio (RE) por edificio y un repartidor de planta (RP) por planta, pero estos componentes pueden asumir diferentes funciones en los subsistemas según la tipología y topología del inmueble. En el diseño y dimensionado del sistema de cableado genérico habrá que tener en cuenta:

- El número de edificios que compone el inmueble.
- El número de plantas en cada uno de los edificios.
- El número de dependencias en cada una de las plantas.
- La superficie de cada una de las plantas.
- La densidad de los puestos de trabajo.
- El número de puestos de trabajo por metro cuadrado: previsión de la demanda.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Los armarios estarán dimensionados para alojar el número de componentes necesarios para la realización de las conexiones, tanto de voz como de datos, así como la electrónica de red. Así mismo, el tipo y altura del armario viene determinado por el tipo de subsistema al que pertenece, **dejando siempre una reserva del 25% del total de las unidades libres para crecimiento de la red o instalación de nuevos equipos.**

La estructura final de los repartidores y los elementos de conexión, así como el número de ellos a equipar, quedarán definidos en la documentación técnica a elaborar por el contratista de la instalación o en el proyecto de ingeniería. En ambos casos el alcance y dimensionado definitivo de los elementos deberá ser aprobado por los responsables técnicos de Madrid Digital.

### 8.1 Armario de Bastidor (RT/RE/RP)

Los armarios de bastidor (también conocidos como racks) son los elementos donde se integran las líneas con los servicios de datos de los operadores, los servicios de telefonía interior de los edificios, los servicios de datos provenientes de los servidores del edificio y los servicios que permiten conectar entre sí a todos los usuarios del inmueble mediante las líneas principales de distribución troncal de campus, las verticales de edificios y la distribución horizontal hasta las áreas de trabajo.

Estos armarios estarán basados en bastidores según la norma UNE-EN 60297-3-100: (Estructuras mecánicas para equipos electrónicos. Dimensiones de las estructuras mecánicas de la serie de 482,6 mm (19 pulgadas). Parte 3-100 Dimensiones básicas de los paneles frontales, subracks, chasis, de los racks y armarios (Ratificada por AENOR en marzo de 2009) y el estándar de formato rack de 19" de ancho con la altura y profundidad adecuada a cada uso de 47U, 42U, 24U o 15 U (según el tamaño de la instalación). Para su ubicación y gestión se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Los bastidores se situarán libres de obstáculos de forma que se permita el acceso a todas sus caras.
- En último término siempre deberemos tener acceso por el frontal y un lateral por rack.
- El criterio para la ubicación de los repartidores será próximo a la vertical del edificio y centrado lo máximo posible en la planta en la que se instale para evitar largos recorridos del cableado troncal vertical o de la red horizontal servida desde ellos.
- Deberán situarse de forma que se minimicen las perturbaciones electromagnéticas.
- Los bastidores y armarios, junto con las puertas y demás elementos metálicos (paneles, conmutadores, etc.), deberán estar puestos a tierra.
- Las tomas de corriente se fijarán siempre en los bastidores en la parte trasera y nunca en la parte delantera para optimizar el espacio. Deberán ser con piloto luminoso, pero sin interruptor, de modo que se eviten apagados fortuitos de las mismas.
- Los circuitos de las bases de enchufe de los armarios deben ir directamente embornados en las bases y los de los ventiladores enlazados en una clema protegida por una caja estanca.
- Si fuese necesario ensamblar dos armarios dado que en un único armario no tengamos espacio suficiente para alojar los equipos pasivos y activos de la instalación y se decidiese instalar uno para electrónica y otro para las conexiones de los puestos de trabajo, se pondrán los paneles de

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

comunicaciones tanto de fibra como de cobre en el armario de la electrónica y los puestos en el otro armario.

- Se debe prever espacio para almacenamiento de cocas sin obstruir el acceso a otros puntos de terminación. Este sobrante debe tener una longitud tal que permita poder maniobrar al realizar las conexiones a los paneles, mover los paneles en el caso de una reordenación posterior del armario, incluso el propio armario, una vez conectado, si fuera preciso.
- En el caso de utilizar racks con ruedas, éstas deberán quedar siempre frenadas o bloqueadas tras haber colocado el rack en su posición definitiva. El uso de las ruedas obliga a prever una coca ordenada de los cables de acceso al rack y con la longitud acorde al movimiento de éste. Cuando las dimensiones del recinto donde esté el armario de bastidor no permitan la manipulación del mismo, deberán dejarse cocas mayores para permitir mover el armario hasta tener acceso a los laterales.
- Los armarios y sus componentes metálicos deberán ir puestos a tierra en todo momento.

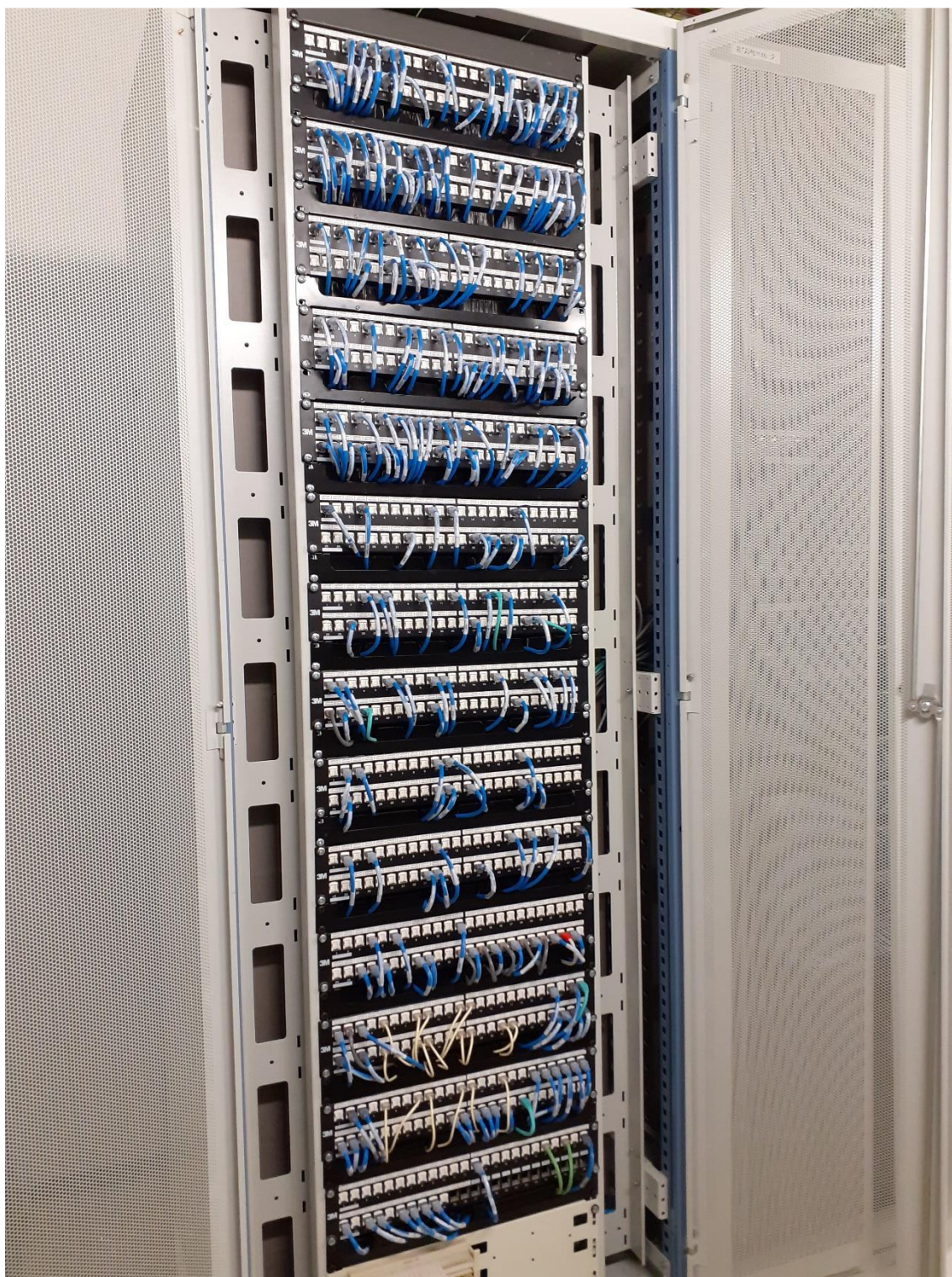
La dotación de armarios dependerá de la clasificación del centro o sede, entre Sedes Normales y Sedes Grandes:

- Sedes Normales:
  - ✓ Son centros con una o dos plantas y uno o dos repartidores de planta secundarios. Se corresponden por norma general con: Centros de Salud, Oficinas de Empleo, Centros Educativos, Oficinas de Atención al Público, Bibliotecas, Centros Culturales, Centros de Bomberos, etc.
  - ✓ Integrarán en el mismo armario principal del RTIC, tanto la electrónica de los operadores (PTRO, router, ONT, etc.) como los switchs y paneles de cableado de Red Horizontal y Vertical.
- Sedes Grandes:
  - ✓ Son centros con varias plantas y varios repartidores, que aglutinan muchos puestos de usuarios. Corresponden por norma general con: Sedes principales de consejerías, concentraciones de Juzgados, Hospitales, Sedes con Campus de varios edificios, etc.
  - ✓ Dentro del RTIC deberá existir un armario rack dedicado exclusivamente para el equipamiento de los operadores: PTROs, Routers, ONTs, Gateways de telefonía IP, Centralitas IP, switchs de agregación, paneles repartidores de Fibra, etc...). Para centros con en torno a 900 Puntos de Conexión de Red, este armario deberá ser de fondo 1000 mm para poder albergar el equipamiento de telefonía IP local para este tipo de centros.
  - ✓ Adicionalmente dentro del RTIC existirá un armario para las tomas horizontales a las que deba darse servicio desde dicho RTIC: Paneles Horizontales y los switchs para darles servicio.
  - ✓ En caso de que las tomas horizontales no requiriesen de muchos paneles y existiera el espacio necesario, podrían integrarse ambos armarios en uno solo.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE







**Figura 16 - Armarios de 42 U**





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE





**Figura 17 - Armarios de 24 U**

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE



**Figura 18 - Armario de 15 U y de 9U**



### 8.1.1 Características básicas de los armarios de bastidor

Se indican las especificaciones que deben tener los armarios bajo normativa de Madrid Digital:

TIPOS Y CARACTERÍSTICAS	
<b>1. ARMARIOS DE BASTIDOR DE 47U:</b>	
<b>1. ARMARIOS DE BASTIDOR DE 42U:</b>	
<b>1. ARMARIOS DE BASTIDOR DE 24U:</b>	
1.1	Dimensión de 800x800 mm o 800x1000 mm para los casos anteriormente indicados.
1.2	Suministro del armario montado.
1.3	Diseño desmontable para, en caso necesario, facilitar su ubicación.
1.4	Facilidad de montaje en batería con herrajes de unión.
1.5	Preparado con conexiones a tomas de tierra en toda la estructura, incluidas las puertas.
1.6	Pintado exterior e interiormente. Pintura epoxi. Color RAL 7016
1.7	Fabricado en su totalidad en chapa de primera calidad de con espesores mínimos de 1,5 mm y la estructura en chapa de 1,2 mm mínimo de espesor.
1.8	Dos montantes 19" delanteros y dos traseros, ambos deslizantes mediante guías y tuercas.
1.9	Puerta frontal doble, de cristal laminado de seguridad, con rendijas o microperforadas en los lados para ventilación de los equipos y con cierre de dos puntos con maneta.
1.10	Puerta trasera doble, microperforada y con cierre de bombín con llave (misma llave que la delantera). Facilidad de cambio de sentido de apertura.
1.11	Conjunto de laterales microperforados, con cierre de bombín con llave (misma llave que la frontal y trasera).
1.12	Conjunto de tapas verticales pasacables.
1.13	Guíacables laterales verticales para fijación y distribución del cableado, incluyendo anillas de sección transversal circular y orificios frontales para permitir la entrada de cables.
1.14	Tapa trasera con entrada de cables, instalable opcionalmente en la parte superior o inferior según vengán los cables del techo o del suelo.
1.15	Registrable por el suelo para paso de cables o refrigeración.
1.16	Patas niveladoras (4 unidades).
1.17	Bandeja de ventilación en techo con 4 ventiladores, interruptor y termostato analógico regulable.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

1.18	Tapeta superior elevable mediante soportes para permitir la salida del aire evacuado por los ventiladores, con espacio libre mínimo de 2 cm entre la tapeta y el techo del armario.
1.19	Zócalo inferior de altura 100mm con tapa frontal y posterior desmontable para permitir alojar la coca de los cables en dicho hueco del zócalo.
1.20	Los armarios distribuidores de 47U y 42U deberán soportar una capacidad de carga estática de 750 kg. y los de 24U de 500 kg.
1.21	Opción de: Juego de ruedas 2 con freno + 2 sin freno. Las ruedas que se suministran con los armarios deben estar preparadas para soportar una carga dinámica de igual valor que la estática.
<b>2. ARMARIOS DE BASTIDOR DE 15U:</b>	
2.1	Dimensión de 600 mm de anchura y 700 mm de profundidad.
2.2	Suministro del armario montado.
2.3	Preparado con conexiones a tomas de tierra en toda la estructura, incluidas las puertas.
2.4	Pintado exterior e interiormente. Pintura epoxi. Color RAL 7016
2.5	Fabricado en su totalidad en chapa de primera calidad de con espesores mínimos de 1,5 mm y la estructura en chapa de 1,2 mm mínimo de espesor.
2.6	Dos montantes 19" delanteros y dos traseros, ambos deslizantes mediante guías y tuercas.
2.7	Puerta frontal simple de cristal laminado de seguridad, con rendijas o microperforadas en los lados para ventilación de los equipos.
2.8	Puerta trasera simple, abatible, microperforada y con cierre de bombín con llave (misma llave que la delantera). Facilidad de cambio de sentido de apertura.
2.9	Conjunto de laterales microperforados, con cierre de bombín con llave (misma llave que la frontal y trasera).
2.10	Tapa trasera con entrada de cables, instalable opcionalmente en la parte superior o inferior según vengan los cables del techo o del suelo.
2.11	Registrable por el suelo para paso de cables o refrigeración.
2.12	Opción de instalación de bandeja de ventilación en techo con 4 ventiladores, interruptor y termostato analógico regulable.
2.13	Tapeta superior elevable mediante soportes para permitir la salida del aire evacuado por los ventiladores, con espacio libre mínimo de 2 cm entre la tapeta y el techo del armario.
2.14	Patas niveladoras (4 unidades).
2.15	Los armarios distribuidores de 15U deberán soportar una capacidad de carga estática de 50 kg.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

2.16	Opción de: Juego de ruedas 2 con freno + 2 sin freno. Las ruedas que se suministran con los armarios deben estar preparadas para soportar una carga dinámica de igual valor que la estática.
<b>3. ARMARIOS MURAL DE 9U:</b>	
<b>3. ARMARIOS MURAL DE 6U:</b>	
3.1	Dimensión de 500 mm de profundidad.
3.2	Suministro montado listo para instalación.
3.3	Fabricado en su totalidad en chapa de primera calidad de con espesores mínimos de 1,5 mm y la estructura en chapa de 1,2 mm mínimo de espesor.
3.4	Pintado exterior e interiormente. Pintura epoxi. Color RAL 7016
3.5	Accesibilidad frontal y lateral.
3.6	Perfiles de 19" desplazables en profundidad.
3.7	Posibilidad de incorporar una unidad de ventilación sin ocupar espacio de montaje.
3.8	Alojamiento para tomas de tierra.
3.9	Mínimo de cuatro puntos para la fijación a la pared.
3.10	Incluido accesorio de superficie para asegurar su instalación en pladur y ladrillo.
3.11	Puerta de cristal laminado de seguridad con cerradura de llave.
3.12	Tapetas de entrada de cables en la parte superior e inferior del cuerpo.
3.13	Los armarios distribuidores de 9U deberán soportar una capacidad de carga estática de 35 Kg. y los de 6U de 30 Kg

### 8.1.2 Disposición de elementos

En base al dimensionado de la red y del tipo de servicios a prestar, un repartidor puede estar constituido por una o más estructuras o bastidores de alojamiento y conexión (armarios o racks), ubicados en un mismo local o recinto, y destinadas a alojar equipamiento electrónico y de comunicaciones.

Cada uno de estos armarios, según el tipo de repartidor al que pertenezcan, estará constituido por varios grupos de elementos según su función.

Para su diseño tendremos en consideración que toda provisión de nuevos servicios se debe realizar exclusivamente mediante fibra (Datos y Voz), eludiendo enlaces en cobre entre armarios.

Los operadores deberán finalizar en PTRO enracables, que ocuparán las posiciones superiores del armario previsto para tal efecto en el RTIC.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Los grupos de elementos son los que se indican a continuación, y, como norma general, se dispondrán en el armario de acuerdo con una distribución zonal marcada por ellos mismos, y en orden descendente (de arriba a abajo) según su enumeración.

- **Unidades de Ventilación:** Bandeja de ventiladores que se coloca en la parte superior del armario.
- **PTRO enracable:** Puede suceder que existan dos provisiones de servicio de distintos operadores según se decida la necesidad de backup de red en el centro.
- **Paneles de Fibra Óptica:** Paneles de fibra óptica del Subsistema Troncal de Campus o Principal, de interconexión entre el RT y los RE y/o RP de los distintos edificios que conforman el centro.
- **Paneles de Red Horizontal:** Paneles de cobre UTP del Subsistema Horizontal, para atender a los puestos de usuario servidos desde el repartidor.
- **Electrónica de Red LAN:** Conmutadores o switch del Subsistema de Administración, los cuales dan acceso a la red del edificio.
- **Electrónica de Red WAN:** Routers del Subsistema de Administración, los cuales dan acceso a la red institucional de la CM y de acceso a internet.
- **Otros Elementos:** Elementos o equipos que, no perteneciendo a ninguno de los citados, sea necesario ubicarlos en el repartidor. Este apartado aplica, sobre todo, a equipos auxiliares de electrónica como puedan ser transceptores, KVM, etc.
- **Pasahilos:** para favorecer el ordenamiento de los parcheos.
- **Tomas de Energía:** Regletas de enchufes para toma de energía colocadas en la parte inferior posterior del armario

Con esta distribución zonal de grupos de elementos, siempre que sea posible, se habrá previsto una **Zona Libre para Crecimiento Vegetativo**, para posibles futuras ampliaciones de la red horizontal y la electrónica de red LAN.

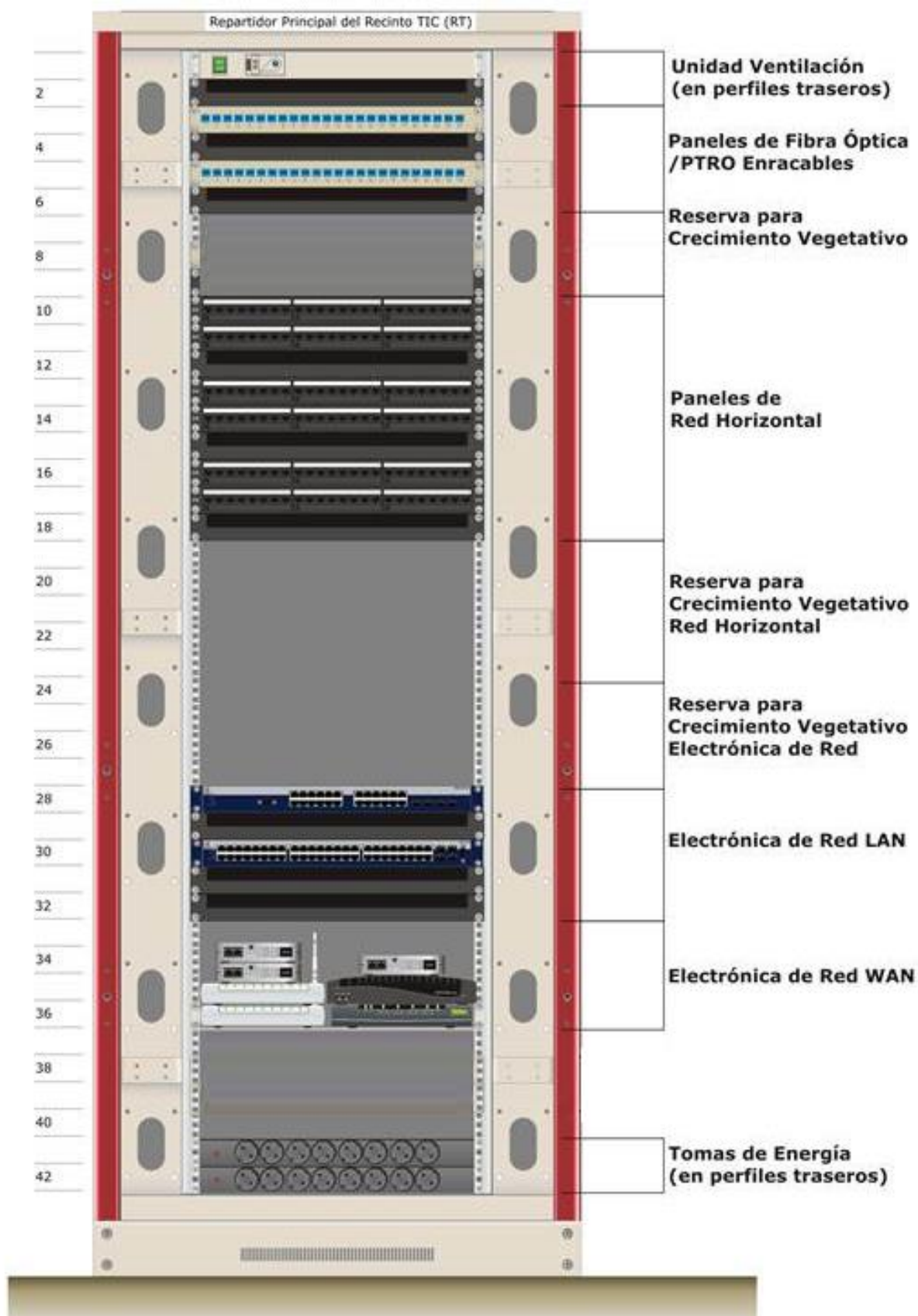
A la hora de establecer la ubicación de esta zona de crecimiento vegetativo se seguirá básicamente el criterio que se indica a continuación:

- Establecer una única zona en la parte central del armario. Se dispondrán los nuevos elementos de la red horizontal en la parte superior de dicha zona, con numeración creciente de arriba a abajo, y los nuevos elementos de la electrónica de red LAN en la parte inferior, con numeración creciente de abajo a arriba.

### 8.1.3 De acuerdo al Tipo de Repartidor

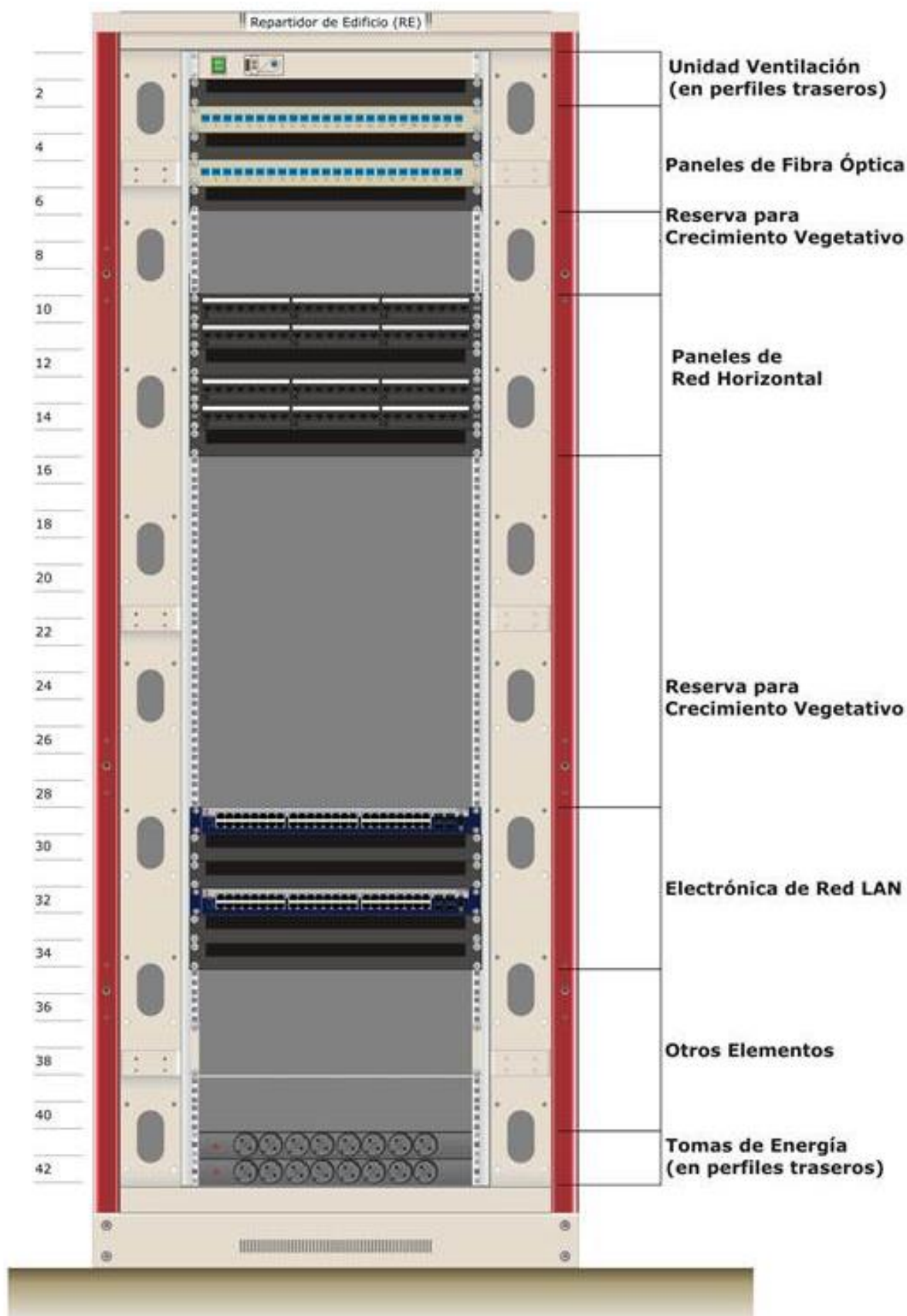
Según el tipo de repartidor al que pertenezca cada armario, este estará constituido por algunos, o todos, los grupos de elementos indicados anteriormente.

Cuando se trate de un sólo edificio, el repartidor de recinto TIC (RT) y el de edificio (RE), serán físicamente el mismo.

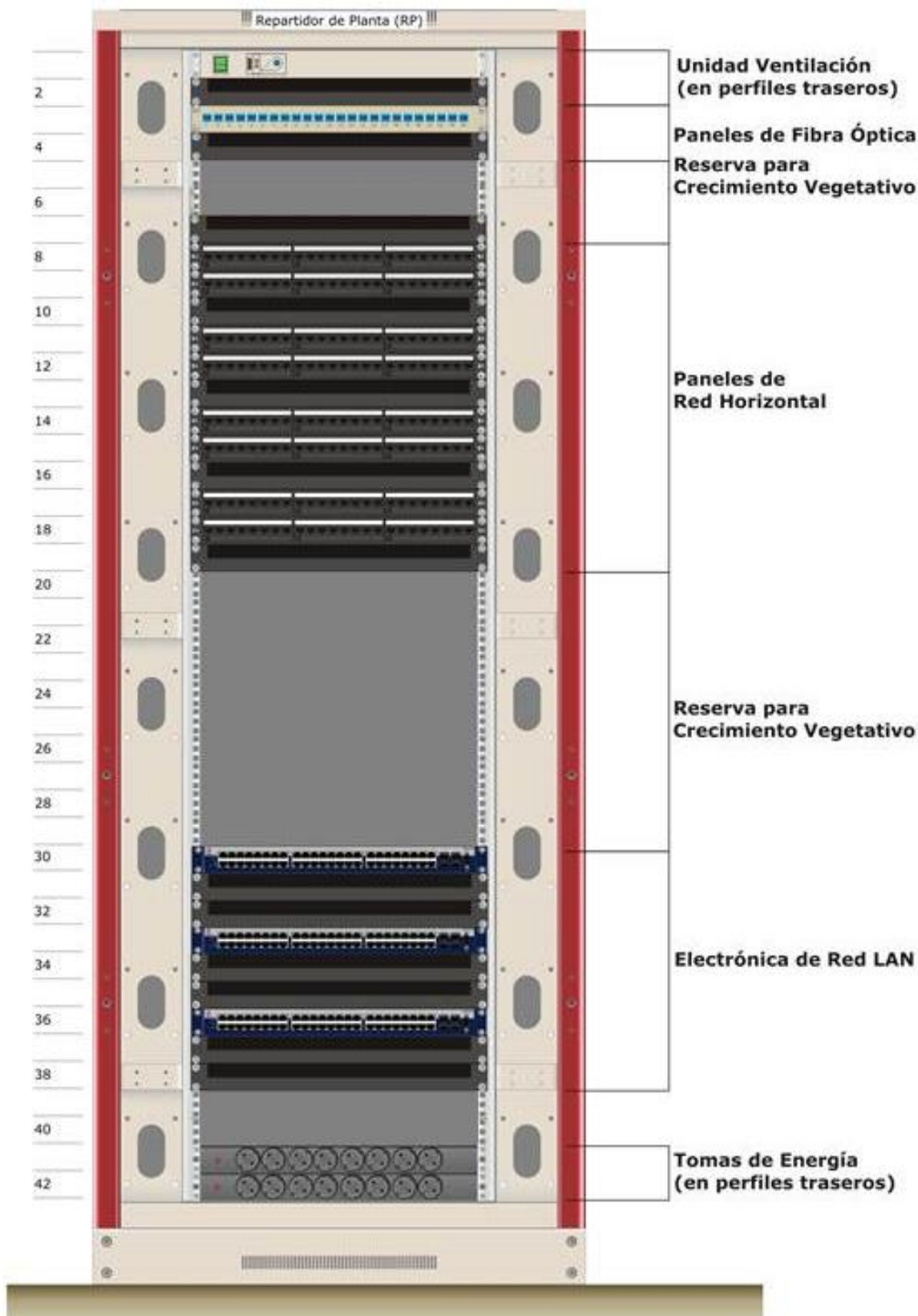


**Figura 19 - Repartidor Principal del Recinto TIC de Datos (RT)**





**Figura 20 - Repartidor de Edificio de Datos (RE)**



**Figura 21 - Repartidor de Planta (RP)**

A continuación, se presenta el orden de disposición de los elementos en los armarios repartidores:

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Panel de ventilación, en la unidad superior del armario, anclado a los perfiles traseros haciendo coincidir exactamente la salida del aire con la tapa superior del armario y alimentado de un circuito SAI directo desde el cuadro eléctrico con protección mediante bloque tipo VIGI de 1P+N 16 A mínimo. Justo debajo de la unidad de ventilación, si hay suficiente espacio libre en el rack, se aconseja dejar una unidad libre.



- Panel de ópticas LC para el conexionado de la Red de fibra óptica del inmueble, generalmente son de 1U y 12 pares de fibras, pero puede llegar hasta 24 pares si el dimensionamiento de la red o el armario así lo requiriesen. Se instalará un pasahilos de cepillo de tipo abierto como máximo cada dos paneles de fibra.



Se instalará un pasahilos de cepillo de tipo abierto siempre con la abertura hacia arriba y como máximo cada dos paneles de fibra. En el caso de que los paneles sean impares, el grupo inferior constará de un único panel y se instalará un pasahilos. Ver figura siguiente:



- Panel de 1 U y 24 puertos de Categoría 6 para cableado de la Red Horizontal si el armario hace también la función de repartidor de planta. Entre los paneles de datos y los equipos de electrónica, que se instalan a continuación, se dejará hueco suficiente tanto para facilitar las ampliaciones futuras de la red como para poder realizar las conexiones con los latiguillos de equipo o parcheo por detrás de los paneles. Ver figura siguiente:



Se instalará un pasahilos de cepillo de tipo abierto, siempre con la abertura hacia arriba y como máximo cada dos paneles de voz. En el caso de que los paneles sean impares, el grupo inferior constará de un único panel y se instalará un pasahilos.

- Equipo de electrónica de red con funciones de conmutador. Si el equipo es de 48 puertos, se instalarán dos pasahilos de cepillo de tipo abierto siempre con la abertura hacia arriba justo debajo. Si el equipo es de 24 puertos, entonces se instalará un pasahilos en la parte inferior del equipo. Ver figura siguiente:



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Se instalarán las bandejas necesarias para soporte de equipos que no tengan formato 19" y que no sean enracables. Ver figura siguiente:



- Las regletas de alimentación eléctrica serán sin interruptor, con luz de indicación de funcionamiento y con circuitos independientes protegidos mediante bloques tipo VIGI 1P+N al que van conectadas directamente. Se situarán en la parte inferior trasera del armario repartidor orientadas hacia el interior. Ver figura siguiente:



Se instalarán 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. Esquemas de cableado entre repartidores

## 9 Parcheo y maceado de armarios

### 9.1 Asignación de puertos de parcheo

#### 9.1.1 División vertical del armario

Hay que planificar el encaminamiento de los latiguillos antes de iniciar la instalación para minimizar la congestión de cables y facilitar la tarea de rastrear las conexiones de los latiguillos posteriormente.

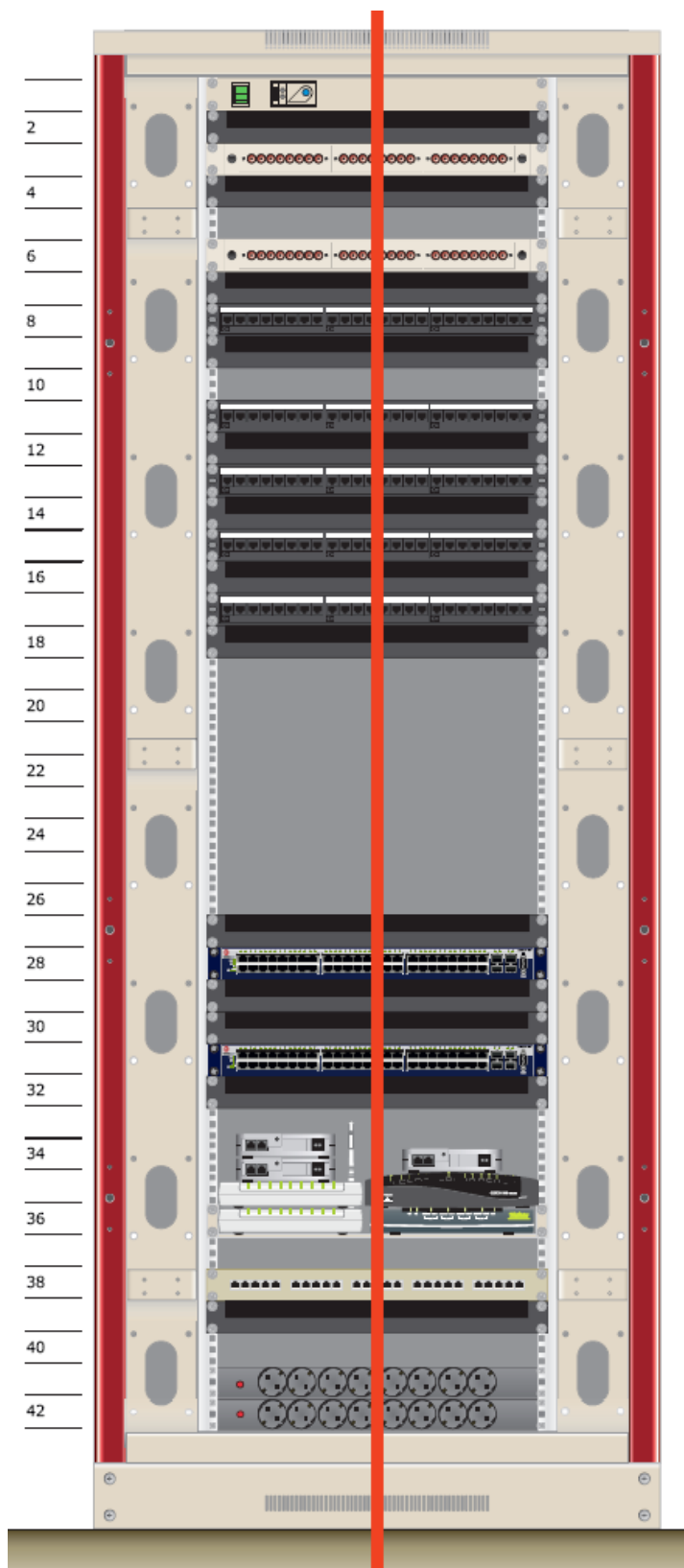
Hay que garantizar la mínima longitud de latiguillos y cables de los equipos, cumpliendo los requisitos de radio de curvatura mínimo, tensión de tracción, comprensión y cizallamiento adicionales.

Para realizar una correcta asignación de puertos de parcheo, se debe partir de considerar una línea vertical imaginaria coincidente con el eje longitudinal del armario, lo que lo dividirá verticalmente en dos partes iguales o simétricas (izquierda y derecha).

De esta forma, todos los elementos, o grupos de elementos, que constituyen el armario se considerarán igualmente divididos verticalmente en dos partes.

Esto nos servirá como referencia a la hora de realizar un parcheo, y encaminar y macear los laguillos en la parte posterior del armario.

Siempre que se vaya a realizar un parcheo entre dos elementos del armario, tomaremos como referencia en qué lado de éste, izquierda o derecha, se encuentra el puerto de origen, y buscaremos un puerto destino en el mismo lado del armario. Esto nos permitirá encaminar y macear los laguitillos por dicha parte del armario, y minimizar al máximo los cruces entre latiguillos.

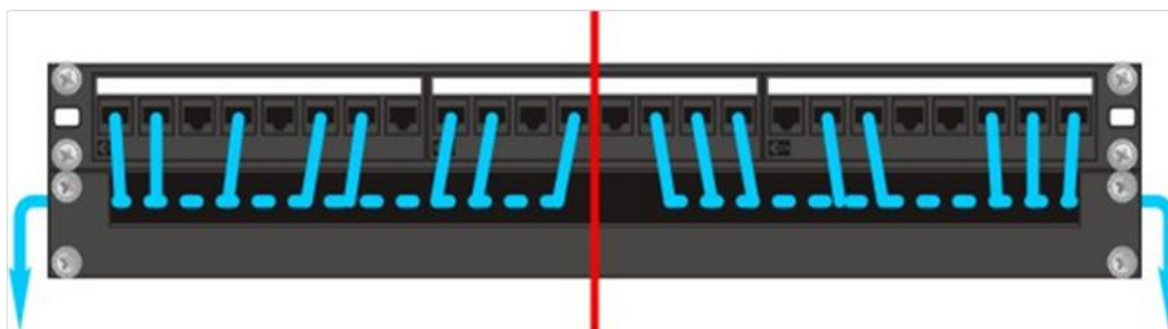


**Figura 22 - División Vertical de Armario de Referencia**



### 9.1.2 Parcheo de paneles de la red horizontal

De acuerdo con lo indicado en el punto anterior, al trazar la línea vertical imaginaria, el panel de la red horizontal lo consideraremos dividido en dos partes iguales o simétricas, con igual número de puertos en cada una de ellas.



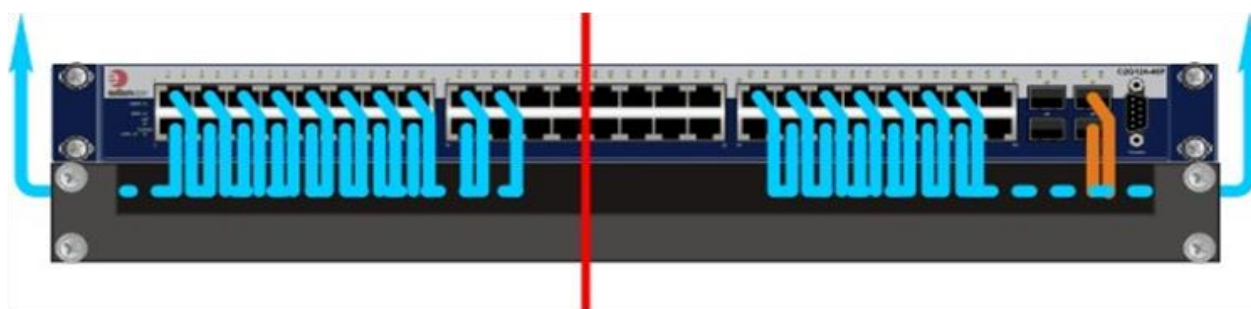
**Figura 23- Encaminado de Latiguillos en el Parcheo de un Panel de la Red Horizontal**

La referencia de en qué lado del armario se ubica el puerto del panel que queremos parchear, será la que nos condicione por qué parte del armario debemos encaminar y macear el latiguillo, ya que lo consideraremos el puerto de origen del parcheo, puesto que nos viene impuesto.

De esta forma, los latiguillos parcheados en un puerto de la parte derecha del panel, una vez encaminados por el pasahilos, se encaminarán y macearán por la parte derecha del armario. Mientras que los latiguillos parcheados en un puerto de la parte izquierda del panel se encaminarán y macearán por la parte izquierda del armario.

### 9.1.3 Parcheo de conmutadores o switches

Al igual que en el caso anterior, al trazar la línea vertical imaginaria, el conmutador lo consideraremos dividido en dos partes iguales, con igual número de puertos de cobre en cada una de ellas, ya que en este caso no tendremos en cuenta los puertos de fibra óptica, puesto que no se utilizarán para conexión de puestos de usuario.



**Figura 24 - Encaminado de latiguillos en el parcheo de un conmutador**

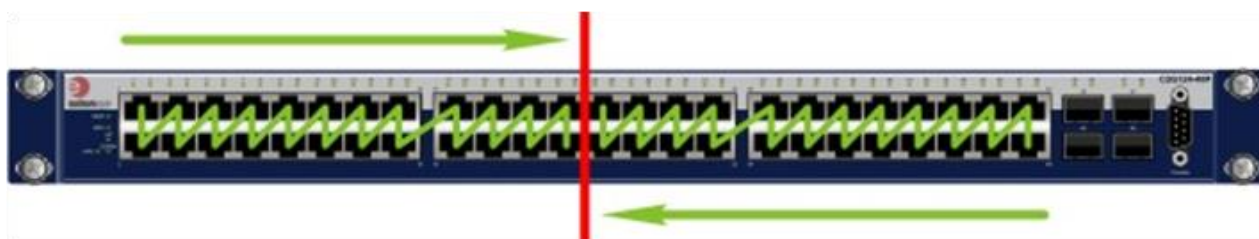
## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Al considerar el puerto del panel como puerto de origen del parcheo, el puerto del conmutador será considerado como el puerto de destino de este, por lo que nos vendrá condicionada la parte del conmutador, derecha o izquierda, en el que debemos elegir el puerto de parcheo.

A la hora de elegir, en el lado correspondiente del conmutador, el puerto en el que debemos realizar el parcheo, elegiremos el primer puerto libre, teniendo en cuenta el criterio de ocupación de puertos utilizado.

Básicamente se seguirá el criterio de ocupación que se indica a continuación.

- Los puertos del conmutador se irán ocupando desde los extremos hacia el centro, y siguiendo la numeración de los mismos asignada por el fabricante.



**Figura 25- Criterio de ocupación de puertos en el conmutador de los extremos hacia el centro**

Esto es, en la parte izquierda del conmutador iremos ocupando los puertos de izquierda a derecha, y de menor a mayor por su numeración. Mientras que en la parte derecha se irán ocupando los puertos de derecha a izquierda, de mayor a menor por su numeración.

Se deberá tener en cuenta que, según el tipo de conmutador instalado, podrá ser necesario dejar libres los cuatro últimos puertos de cobre UTP (en los que la numeración asignada por el fabricante es mayor, y se repite en los puertos de fibra óptica), ya que se inutilizan al utilizar los puertos de fibra óptica como enlaces de agregación entre conmutadores.

### 9.2 Encaminado y maceado de latiguillos

Para este tipo de parcheo, se deben utilizar siempre latiguillos UTP, con características LSZH, y de una única longitud estandarizada en cada armario con los requisitos de Clase EA/Categoría 6A, de cuatro pares trenzados de cobre sólido sin apantallar, para una frecuencia de 500 MHz y calibre del conductor al menos 23-AWG. Dicha longitud debe ser adecuada al tamaño del armario, de forma que no queden demasiado tensos, debido a que esta sea escasa, ni se dejen enrollados formado cocas, en la parte inferior del armario, debido a que esta sea excesiva.

En base a lo indicado, a continuación, se relacionan los tamaños de armario más utilizados con las longitudes de latiguillo que se consideran más idóneas.



TAMAÑO DE ARMARIO (U)	LONGITUD DE LATIGUILLOS (m) *
47	2,00
42	2,00
24	1,50
15	1,00
9	1,00
6	1,00

**Tabla 3 - Dimensiones de latiguillos según tamaño de armario**

\* Cada instalación debe pensarse de forma única dependiendo de la ocupación del rack y la disposición de paneles y electrónica en él; se deberá dejar el latiguillo adecuado para que no quede muy tenso el cable ni que tenga mucho sobrante. Se considerará esta tabla de forma estimativa

### 9.2.1 Encaminado de latiguillos

Los latiguillos se encaminarán por medio del panel pasahilos ubicado en la posición inmediatamente inferior al elemento en el que se encuentra el puerto de conexión.

Como ya se ha indicado anteriormente en el punto VII.3.3, cada grupo de dos o menos elementos del mismo tipo llevará asociado al menos un pasahilos, ubicado en la posición inmediatamente inferior a dicho grupo. El tipo de panel pasahilos que debe instalarse es el panel pasahilos de cepillo, de 1U de altura, con abertura superior y sin bandeja en la cara posterior, preferiblemente de color negro.



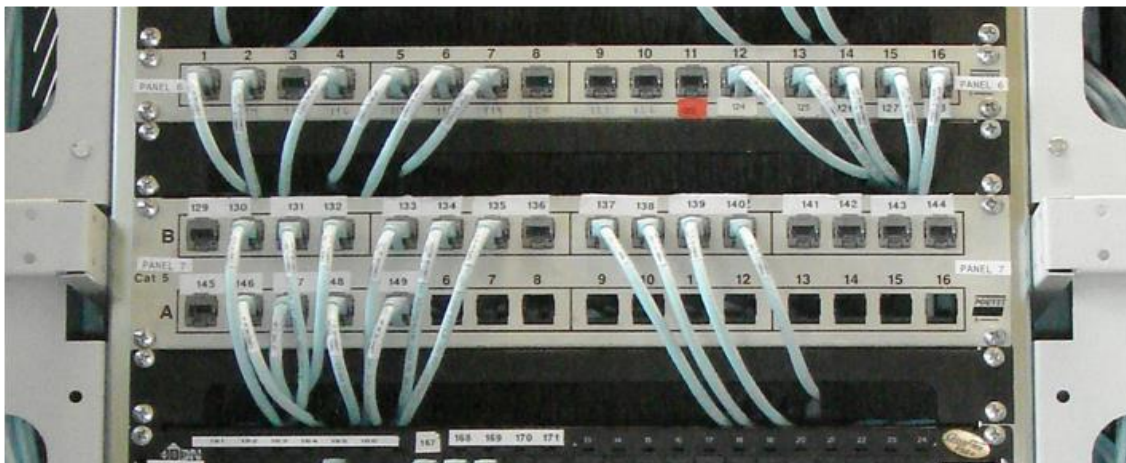
**Figura 26 - Panel pasahilos de cepillo**





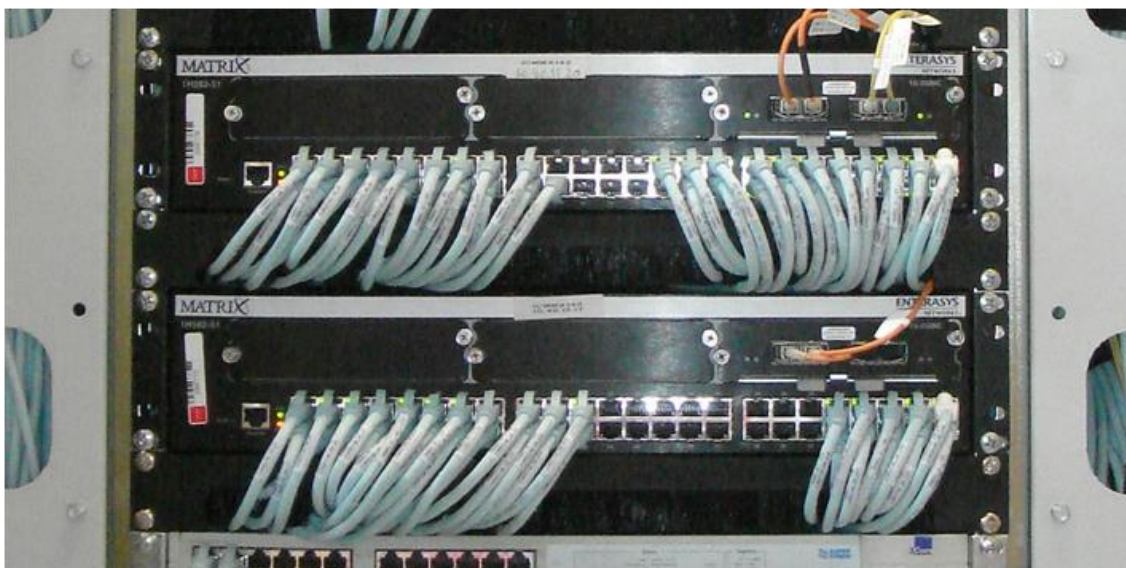
## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Por medio de cada panel pasahilos se encaminarán todos los latiguillos que acceden a un puerto de conexión del grupo de elementos inmediatamente superior con el que este está relacionado, y únicamente a puertos de dicho grupo.



**Figura 27 - Encaminado de latiguillos a través del pasahilos de cepillo para su conexión en un panel de la Red Horizontal**

Los latiguillos se encaminarán desde la parte interior del armario hacia el frontal, para acceder al puerto de conexión.



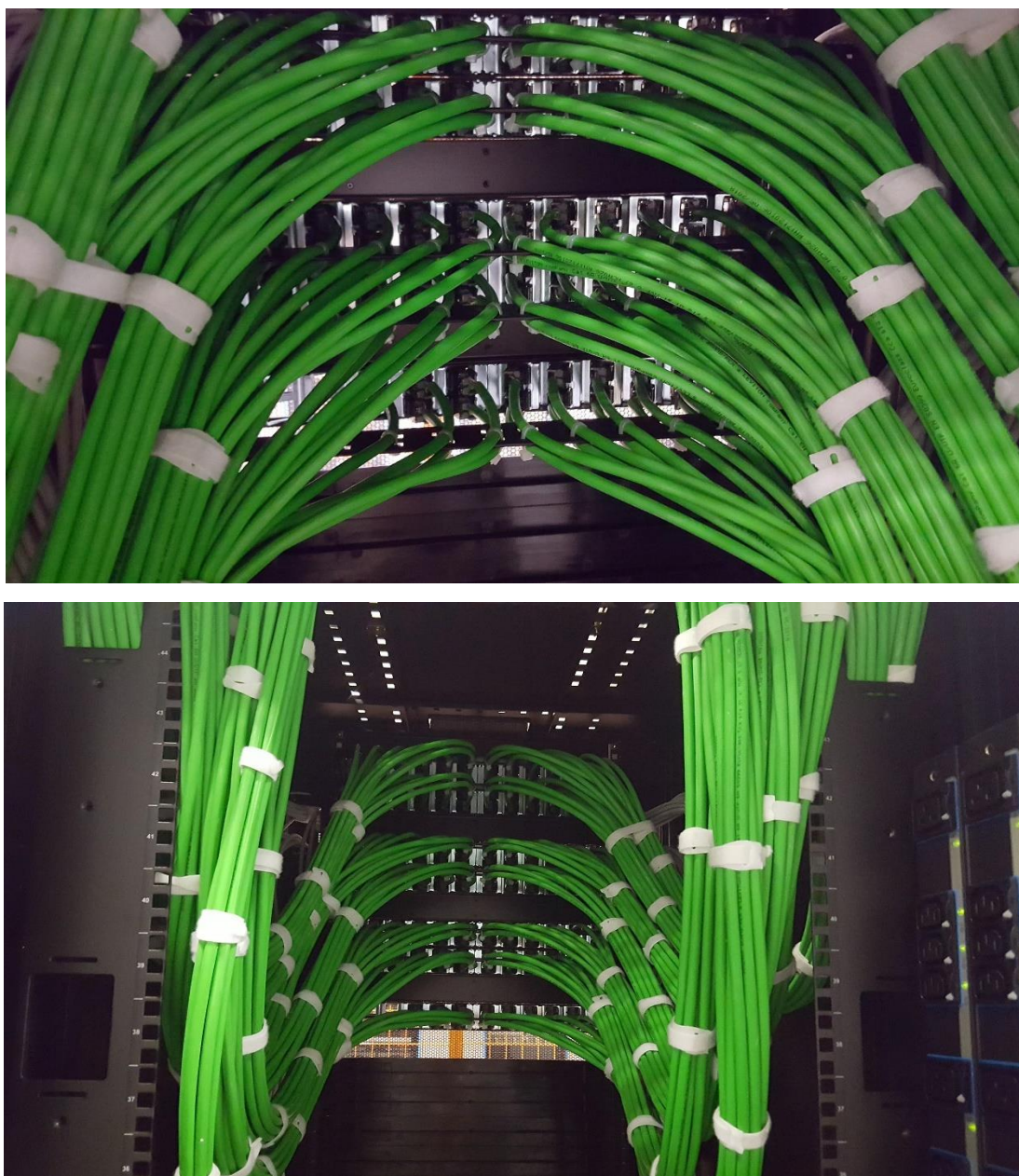
**Figura 28- Encaminado de latiguillos a través del pasahilos de cepillo para su conexión en un conmutador o switch**

El paso de los latiguillos desde la parte frontal del armario hacia su interior se realizará a través del propio panel pasahilos, en el caso de utilizar paneles pasahilos de cepillo.

En el interior del armario los latiguillos se agruparán formando mazos. El recorrido vertical de los mazos de latiguillos por el interior del armario se realizará por la derecha o por la izquierda del mismo, de acuerdo

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

con lo indicado, según se realice el parcheo entre puertos situados en la parte derecha o izquierda de los elementos a conectar.



**Figura 29 - Encaminado vertical de los latiguillos por los laterales del interior del armario**

La forma de ir añadiendo latiguillos, para formar los mazos, consiste en unir el nuevo latiguillo al conjunto de latiguillos, y encaminarlo siguiendo las mismas pautas, siempre que la distribución de estos en el armario sea la correcta de acuerdo con lo indicado en este apartado.

### 9.2.2 Maceado de latiguillos

En su recorrido vertical por el interior del armario, los latiguillos estarán agrupados en mazos de 12 como máximo, correspondiente a la mitad de los puertos de conexión del habitual panel de la red horizontal





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

instalado. Los mazos de 12 se podrán agrupar, mediante cintas de velcro, formando mazos mayores siempre que se mantengan los mazos iniciales y que quepan por las anillas interiores y se sujeten a estas.

Esta limitación máxima en el número de latiguillos por mazo permite una mayor manejabilidad de estos, a la hora de su sujeción o de la inclusión de alguno nuevo.

Los mazos, deberán estar formados mediante el empleo de cintas de velcro, y se encaminarán por las anillas interiores de los pasahilos laterales del armario, sujetándose en al menos dos puntos a estas, o a la estructura del mismo, para evitar que el peso propio del mazo sea soportado por el conector del extremo superior de los latiguillos. En ningún caso se podrán utilizar bridas

Para permitir una fácil conexión y desconexión del latiguillo, y que pueda peinarse correctamente en el pasahilos, se habrá dejado suficiente longitud libre de éste en el extremo, entre la última sujeción del mazo a las anillas interiores y los conectores, y se habrán separado los latiguillos del mazo en forma de abanico, aumentando la longitud libre del mismo cuanto más nos acercamos al centro del panel o equipo de conexión.

Al realizar un nuevo parcheo, se debe localizar el mazo en el que se agrupan los latiguillos parcheados en los puertos adyacentes de la misma parte del panel, más próximos al nuevo conectado, e incluir el nuevo latiguillo en dicho mazo, siempre que no sobrepase el número de latiguillos máximo indicado. En caso contrario, se deberá iniciar la creación de un nuevo mazo.

Para la inclusión en el mazo del nuevo latiguillo, se retirarán las cintas de velcro que sean necesarias, volviendo a colocarlas con posterioridad, y recolocando y sujetando el mazo correctamente en las anillas interiores de los pasahilos laterales del armario.

En la normativa "*Etiquetado y Registro*", en su última versión disponible, se describe con detalle la identificación de todos los elementos integrantes de un SCE, y en especial de los latiguillos de parcheo.

### 9.2.3 Maceado de cables

En general los mazos de cableado deberán subir siempre por la parte de fuera de los bastidores de manera que permita la disposición de la electrónica evitando obstáculos.

El mazo de cableado debe quedar compacto, uniforme y completamente peinado, guardando la estética del cableado y el acabado final del armario.

Las cintas velcro que sujeten los mazos deberán estar bien sujetas y ordenadas.

### 9.2.4 Cocas del cableado en los armarios

En los armarios que están fijos deberá dejarse una coca mínima de cable para permitir la manipulación futura de regletas y paneles.

- Se debe prever espacio para almacenamiento de cocas sin obstruir el acceso a otros puntos de terminación. Este sobrante debe tener una longitud tal que permita poder maniobrar al realizar las conexiones a los paneles, mover los paneles en el caso de una reordenación posterior del armario, incluso el propio armario, una vez conectado, si fuera preciso.

- Cuando se trate de paneles de fibra, se recomienda dejar una coca de unos dos metros, recogida en el lateral del armario formando una circunferencia, de manera que permita extraer en un futuro el panel para labores de mantenimiento y/o reparación de fibras.
- En ningún caso se utilizará el falso suelo bajo el armario o el falso techo sobre el mismo como “almacén” de coca sobrante. Cuando por las dimensiones del recinto donde esté el armario bastidor, no exista espacio suficiente para manipular el mismo por los laterales, deberán dejarse cocas mayores e instalar ruedas en el armario para permitir moverlo hasta tener acceso a los laterales.

## 10 Tipos y categorías de cableado

### 10.1 Cableado de fibra óptica

El sistema de cableado debe estar diseñado para soportar tanto aplicaciones existentes como futuras.

El cable de fibra óptica a utilizar en las nuevas instalaciones, por norma general, será del tipo OM4 50/125 µm. y cumplirá con las características referentes a la normativa de incendios referentes al ámbito en el que se instale. En particular, se precisa cubierta con nivel de cumplimiento **CPR mínimo de Cca s1b d1 a1** por lo que el fabricante debe proporcionar certificados de laboratorios independientes que garanticen su cumplimiento.

El cable ha de tener unas pérdidas máximas de 3.0 dB/km en la 1ª ventana y 1.0 dB en la 2ª ventana. Los conectores de fibra óptica deben tener unas pérdidas de inserción medias de 0.1 dB y una desviación estándar de 0.1 dB. Las pérdidas de inserción calculadas para esta combinación son sólo de 1.7 dB, con un margen de 0.8 dB.

Las fibras multimodo deberán cumplir las especificaciones de la fibra OM4 en:

- EN 50173-1
- ISO/IEC 11801
- IEC/EN 60793-2-10 (fibra A1a)
- Estándares ANSI/TIA-492AAAD

Las prestaciones ofrecidas deben figurar en la documentación oficial del fabricante.

**Todo el cableado de fibra de un enlace deberá ser del mismo fabricante** y no deben existir en dicho enlace diferentes tipos de fibra. El fabricante garantizará el canal de 10 Gb/s formado por cable, componentes y aplicaciones durante un periodo de 20 años.

Los cables de fibra óptica para exterior serán de estructura holgada, rellenos de gel antihumedad y protección contra roedores.

Se utilizarán cableados mínimos de 12 fibras.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

La fibra multimodo OM4 debe tener la capacidad de soportar, como mínimo, las siguientes aplicaciones IEEE Ethernet:

802.3j	10BASE-F 10 Mb/s
802.3j	10BASE-FL 10 Mb/s
802.3u	100BASE-FX 100 Mb/s
802.3u	100BASE-SX 100 Mb/s
802.3z	1000BASE-SX 1000 Mb/s
802.3ae	10GBASE-SR 10Gb/s
802.3aq	10GBASE-LRM 10Gb/s con EDC
802.3ba	40GBASE-SR4 40 Gb/s
802.3ba	100GBASE-SR10 100 Gb/s

Para instalaciones en entornos técnicos singulares y en los Proyectos Especiales se podrá utilizar otro tipo de cableado, siempre de categoría superior a la especificada. Las características y especificaciones deberán figurar en el Proyecto Técnico correspondiente.

Todo el cableado de comunicaciones utilizado en los proyectos debe cumplir con las normas y especificaciones contenidas en el presente documento.

Si se quiere calcular la distancia máxima que se pueda alcanzar en el canal troncal se deben utilizar las fórmulas de la norma EN 50173-1.

Distancia Cable de Fibra							
Tipo F.O.	Cable	Fast Ethernet 100BA SE-FX	1Gb Ethernet 1000BA SE-SX (850 nm.)	1Gb Ethernet 1000BASE-LX (1300 nm.)	10Gb Base SE-SR (850 nm.)	40 Gb Base SR4 (850 nm.)	100 Gb Base SR10 (850 nm.)
OM1		2000 m.	275 m.	550 m.	-	-	-
OM2		2000 m.	550 m.	550 m.	-	-	-
OM3		2000 m.	550 m.	550 m.	300 m.	100 m.	100 m.
OM4		2000 m.	550 m.	550 m.	400 m.	150 m.	150 m.

**Tabla 4 - Resumen de distancias de fibra óptica Multimodo**



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

En la actualidad existe también la fibra óptica monomodo para espectro extendido de longitud de onda (OS2): fibra monomodo con una atenuación de 0,4 dB/km (1310nm) y 0,4 dB/km (1550nm).

Name	OS2
Standards	ITU-T G.652C/D
Construction	Loose tube
Application	Outdoor
Attenuation	0.4db/km
Distance	10 km
Price	High

Utilizaremos fibra monomodo OS2 en aquellos enlaces en los que no se pueda utilizar fibra OM4 debido a que la distancia de enlace sea superior a la permitida para la fibra multimodo según la aplicación a instalar deseada.

	Distancia Cable de Fibra						
	Longitud de onda	Fast Ethernet 100Mbps	1Gb Ethernet	10Gb Ethernet	40 Gb Base-LR4 (2 fibras, WDM)	100 Gb Base-LR4 (2 fibras, WDM)	100 Gb Base-ER4 (2 fibras, WDM)
OS2	1300 nm.	2000 m.	5000 m.	10 Km.	10 Km. (4x10 Gbs)	10 Km. (4x25 Gbs)	40 Km. (4x25 Gbs)
	1550 nm.	-	-	40 Km.	-	-	-

**Tabla 5 - Resumen de distancias de fibra óptica Monomodo OS2**

### 10.1.1 Troncales de campus

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

El enlace entre edificios será con cable de fibra óptica multimodo OM4 o monomodo dependiendo de las distancias y del tipo de aplicación. Las mangueras de fibra instaladas serán al menos de 12 fibras. Si se quiere calcular la distancia máxima que se pueda alcanzar en el canal troncal se deben utilizar las fórmulas de la norma EN 50173-1.

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



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

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

### 10.1.2 Troncales de edificio

Para la interconexión de repartidores en la troncal del edificio y para servicios de datos y voz sobre IP se utilizarán enlaces de fibra óptica multimodo OM4 entre el RT o RE y los RP del mismo edificio.

En estos casos, la red troncal vertical estará formada por cables de fibra óptica ajustada multimodo OM4, con protección de interior y recubrimiento exterior ajustado de 900 µm en dos capas, de 12 fibras, de índice gradual, con diámetro nominal de 50/125µm con nivel de cumplimiento mínimo de **CPR mínimo de Cca s1b d1 a1**.

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

### 10.1.3 Latiguillos de parcheo

Los latiguillos de fibra óptica se emplean para conectar los equipos de electrónica de la red a los paneles de fibra de los repartidores, para realizar asignaciones entre paneles de fibra e, incluso, para tomas de telecomunicaciones ópticas.

Los latiguillos de fibra óptica deberán cumplir con la norma EN 60794-1-1 y los métodos de prueba de la norma EN 60794-1-2 y especificaciones intermedias. Los latiguillos de fibra deben ser del mismo tipo y fabricante que el cable de fibra óptica instalado e igualmente deben satisfacer las prestaciones necesarias del cable para garantizar el canal, cuando se usa con el resto de los componentes. No se admitirán latiguillos de fibra óptica que no vengán fusionados de fábrica.



**Figura 30 - Latiguillos dúplex LC**

Se deberán utilizar latiguillos de fibra óptica dúplex de 2 metros de longitud con cordaje de 1,6 mm por 3,6 mm con conectores LC y pulido PC.



Latiguillos: Especificaciones Ópticas	
Ancho de banda mínimo	2000 MHz-km a 850 nm
	500 MHz-km a 1.300 nm
Pérdidas de inserción	0,3 dB
Repetición en la conexión	< 0,2 dB cambio tras 500 reconexiones
Pérdidas de retorno	< -20 dB.
Especificaciones Físicas	
Tª de funcionamiento	-40 a 75°C
Mínimo radio de curvatura	2,5 cm después de instalación
Tipo de fibra	Multimodo 50 µm OM4
Tamaño del cable	1,6x3,6 mm

**Tabla 6 - Características de latiguillos fibra óptica multimodo**

No obstante, para uniones con tendidos existentes se podrían utilizar distintas configuraciones de latiguillos y de conectores para uniones con tendidos existentes:

- LC-LC dúplex
- SC-SC dúplex
- SC-LC híbrido dúplex
- Combinaciones con conectores tipo ST antiguos

#### 10.1.4 Pigtails

Los pigtails de fibra se utilizan para la conexión de las fibras ópticas en las bandejas terminales de los armarios repartidores mediante fusión exclusivamente. Los pigtails de fibra deben ser del mismo tipo y fabricante que el cable de fibra óptica instalado e igualmente deben satisfacer las prestaciones necesarias del cable para garantizar el canal, cuando se usa con el resto de los componentes.

Serán de 0,9 metros, tendrán las mismas características técnicas que el cable de fibra óptica seleccionado al que se va a conectar y estarán terminados con el conector óptico de acuerdo con la bandeja, adaptadores y conectores de los latiguillos elegidos (LC).





Especificaciones Ópticas Pigtails	
Atenuación máxima	0,5 dB [conector] y 3,5 dB/km a 850 nm [cable]
Pérdidas de retorno	< -20 dB

**Tabla 7 - Características de pigtails multimodo**

Los conectores de fibra óptica serán del tipo LC con pulido PC y deben tener unas pérdidas de inserción máxima de 0,3 dB y una desviación estándar de 0,1 dB.

Los conectores LC tienen unas prestaciones ópticas ideales para aplicaciones de alta velocidad (1 GB y 10 GB). Además, el tamaño del conector permite un ahorro de espacio del 50 % lo que incrementa la densidad de conexiones en una bandeja de fibra óptica (ocupa la mitad de espacio en panel que utilizando conectores SC). El conector LC tiene un mecanismo de inserción – extracción tipo “RJ” que facilita su utilización e impide la desconexión accidental.

El proceso de conexión admitido para la fibra óptica es empalme por fusión en instalación utilizando pigtails realizados en fábrica que permite obtener unas pérdidas significativamente menores que el empalme mecánico. No se admite el empalme por pegado con resina epoxi.

El método de unión de fibras debe cumplir las siguientes especificaciones:

Especificaciones de pigtails	
Pérdidas por unión	< 0,20 dB
Reflexión	< 50 dB
Estabilidad	-40°C y 85°C

**Tabla 8 - Características de los pigtails**

## 10.2 Cableado de cobre

De forma general, se demanda que el SCE a instalar cumpla como mínimo, para los cables de cobre, con los requisitos de la Clase EA/Categoría 6A, cubierta con nivel de **cumplimiento CPR mínimo de Cca s1b d1 a1**, de cuatro pares trenzados de cobre sólido sin apantallar, para una frecuencia de 500 MHz y calibre del conductor al menos **23-AWG** (0,51 Ø mm), certificado por un laboratorio independiente y con su DoP (Declaration of Performance) correspondiente.



### 10.2.1 Cableado horizontal

Los cables a utilizar en la red horizontal serán UTP, Clase EA/Categoría 6A, cubierta con nivel de cumplimiento CPR mínimo de Cca s1b d1 a1, de cuatro pares trenzados de cobre sólido sin apantallar, calibre del conductor al menos 23-AWG e impedancia de 100Ω.

Deberán cumplir con la norma IEC 61156-5, que es la norma internacional que especifica las características de los cables de cobre de par trenzado y la cual hace referencia tanto a la TIA 568-2D como a la ISO/IEC 11801.

Cumplirán la especificación genérica de las Normas UNE EN 50173, EN 50288-6-1 y las especificaciones particulares de la Norma. “Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 500 MHz “Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios”.

Todos los canales de comunicaciones de cobre del SCE cumplirán las especificaciones de Clase EA/Categoría 6A (estándar ANSI/TIA-568-B.2-10 y Enmiendas 1 y 2 de la Norma ISO/IEC 11801) según su última edición vigente, que admite frecuencias hasta 500 MHz. El fabricante deberá estar certificado bajo esta normativa por un laboratorio independiente.

Es preciso asegurar el cumplimiento de la Categoría/Clase elegida con total certidumbre. Los equipos de test tienen un rango de exactitud, recogido en los estándares, en el que pueden dar un “Falso Positivo” o “Falso Negativo”. Véanse los requisitos, procedimientos de test y fórmulas en ANSI/TIA/EIA-568-B.2 o consultar con un fabricante de equipos de test.

Para evitar obtener mediciones en el rango de incertidumbre, que pueden resultar incorrectas en varios dBs, es preciso disponer de canales de cableado con prestaciones superiores a lo recogido en el estándar, cuyas mediciones estén fuera del mencionado rango de incertidumbre.

El sistema debe satisfacer o superar los valores de prestaciones del canal indicados en la siguiente tabla para los casos de canal de 4 conexiones (100 metros de canal con 4 conexiones, con latiguillos y punto de consolidación). Este punto resulta esencial y, por tanto, se garantizará por escrito que los canales de Clase Ea/Categoría 6A cumplen las dos tablas siguientes y permitirán, entre otras cosas, el uso de 4 conexiones macho-hembra con un margen NEXT mínimo garantizado de 6 dB hasta 250 MHz y de 1 dB hasta 500 MHz.

No se admitirán en la definición de prestaciones los valores típicos o medios, ya que no aseguran el correcto funcionamiento del sistema instalado.

No se admitirán prestaciones que no figuren en la documentación oficial del fabricante (páginas web, catálogos, especificaciones de prestaciones impresas, etc.). No se aceptarán valores generados ad-hoc.

El sistema de cableado en su conjunto debe cumplir o mejorar los siguientes valores garantizados de funcionamiento:

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Frecuencia (MHz)	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100	200	250	300	400	500
Pérs. Inserción (dB)	3.9	4.0	5.6	6.3	7.9	8.9	9.9	11.1	15.9	20.3	29.2	32.9	36.2	42.3	47.8
PS ANEXT (dB)	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	66.0	65.1	62.0	60.0	55.5	54.0	52.8	51.0	49.5
Avg PS ANEXT (dB)	69.25	69.25	69.25	69.25	69.25	69.25	68.25	67.35	64.25	62.25	57.75	56.25	55.05	53.25	51.75
PS AACR-F (dB)	67.0	65.0	58.9	57.0	52.9	51.0	49.0	47.1	41.1	37.0	31.0	29.0	27.5	25.0	23.0
Avg PS AACR-F (dB)	71.0	69.0	62.9	61.0	56.9	55.0	53.0	51.1	45.1	41.0	35.0	33.0	31.5	29.0	27.0
NEXT (dB)	71.0	69.0	64.2	62.6	59.2	57.6	56.0	54.4	49.4	45.9	40.8	39.1	32.7	30.6	28.9
ACR-N (dB)	68.8	65.0	58.6	56.3	51.3	48.7	46.1	43.3	33.5	25.6	11.6	6.2	-3.5	-11.7	-18.9
PSNEXT (dB)	69.5	68.0	63.1	61.5	58.1	56.5	54.8	53.2	48.1	44.6	39.4	37.7	31.3	29.1	27.3
PS ACR-N (dB)	67.3	64.0	57.5	55.2	50.2	47.6	44.9	42.1	32.2	24.3	10.2	4.8	-4.9	-13.2	-20.5
ACR-F (dB)	69.3	57.2	51.2	49.3	45.2	43.2	41.3	39.3	33.3	29.3	23.2	21.3	20.0	17.5	15.5
PS ACR-F (dB)	68.3	56.2	50.2	48.3	44.2	42.2	40.3	38.3	32.3	28.3	22.2	20.3	19.0	16.5	14.5
Pérdidas Retorno (dB)	22.0	22.0	22.0	22.0	18.9	19.0	19.1	19.2	17.0	15.0	12.0	11.0	7.2	6.0	6.0
Retardo (ns)	580	562	557	555	553	552	551	550	549	548	547	546	546	546	546
Ret. Diferencial (ns)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**Tabla 9 - Prestaciones garantizadas de canal categoría 6A con 4 conexiones**

Los márgenes mínimos garantizados respecto a las especificaciones de Clase EA / Categoría 6A con cuatro conexiones deberán ser las siguientes:

Parámetro	Márgenes Garantizados de canal (1-500 MHz)
Pérdidas de Inserción	3 %
NEXT	1 dB
PS NEXT	2.5 dB
ACR-F	6 dB
PS ACR-F	8 dB
Pérdidas de Retorno	> 0 dB
PS ANEXT, Avg. PS ANEXT	> 0 dB
PS AACR-F, Avg. PS AACR-F	> 0 dB

**Tabla 10 - Márgenes sobre UTP categoría 6A con 4 conexiones**

La solución de cableado propuesta será considerada, en cuanto a prestaciones, como un sistema en su conjunto en lugar de considerar individualmente las prestaciones de cada uno de sus componentes. Este es un parámetro de medida más útil al tener en cuenta la combinación de los componentes requeridos para llevar la señal desde la roseta hasta el armario de interconexión, de esta manera se garantiza la calidad de la señal total.

La mejora del margen de prestaciones sobre los valores indicados por el estándar (véanse tablas anteriores) que el fabricante garantice se considerará un importante valor añadido. Las diversas soluciones proyectadas se compararán teniendo en cuenta los márgenes garantizados sobre el estándar.

### 10.2.2 Latiguillos de parcheo

Los latiguillos estarán formados por cables de cuatro pares trenzados UTP Cat. 6A, cuyos conductores serán preferentemente multifilares con cubierta LSZH y se corresponderán con la Clase/Categoría del cableado instalado.

Se diferencian los tipos siguientes:

- **Latiguillo de equipo:** Latiguillo que conecta un equipo a un repartidor.
- **Latiguillo de área de trabajo:** Latiguillo que conecta la toma de telecomunicaciones al equipo terminal de usuario.

El latiguillo debe tener un diseño que impida una inversión accidental de la polaridad o la división de pares. Estarán terminados en ambos extremos en un conector modular de ocho contactos RJ-45, de diferentes dimensiones según necesidades-



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Deberá ponerse una especial atención a las prestaciones de los latiguillos ya que representan un riesgo mayor para mantener las prestaciones operativas del canal en comparación con el cableado horizontal y vertical. La norma EN 50173-1 Capítulo 9 define los requisitos que se deberán cumplir para los cables terminados utilizados como latiguillos de equipo, latiguillos de parcheo dentro del cableado horizontal y troncal y los latiguillos del área de trabajo.

Es imprescindible y requisito para la certificación posterior de la instalación que todos los latiguillos hayan sido fabricados y verificados en fábrica para garantizar su fiabilidad y prestaciones. La documentación técnica elaborada para definir el alcance y dimensionado de las instalaciones, obtenida a partir de la toma de datos y el replanteo, debe incluir el número de latiguillos de los diferentes tipos a suministrar.

### 10.2.3 Conectores de paneles

Los conectores deberán cumplir las normas UNE-EN 60603-7-4: Conectores para equipos electrónicos. Especificación particular para conectores de 8 vías, no blindadas, libres y fijos, para la transmisión de datos con frecuencias de hasta 500 MHZ para Categoría 6A y UNE-EN 60603-7-41: Conectores para equipos electrónicos. Especificación particular para conectores de 8 vías, no blindadas, libres y fijos, para la transmisión de datos con frecuencias de hasta 500 MHZ para Categoría 6A.

Los requisitos del hardware de conexión (conectores, tomas, paneles de parcheo, empalmes, conexiones cruzadas, latiguillos) cumplirán la norma EN 50173-1 capítulos 8 y 9. En concreto los conectores utilizados para terminar directamente elementos de cable, con conexión por desplazamiento de aislante (IDC), debe cumplir los requisitos de la serie de normas EN 60352 y EN 50174, en cuanto a marcado de prestaciones, características mecánicas, características eléctricas y características ambientales.

Los conectores serán tipo keystone, no admitiéndose anclajes propietarios.

Los paneles incluirán un soporte trasero integrado para asegurar los cables individualmente y evitar posibles problemas por la aplicación de tensiones en los pares.

### 10.3 Codificación de colores de cubiertas de cables

Para facilitar las labores de operación de la Red, se adjunta la tabla de codificación de colores de cables por servicios que deberá seguirse en las instalaciones, salvo excepción, y previa aprobación por parte de Madrid Digital.

Tipo de Cable	Color	Aplicación
Cable de FO Interior o Exterior	Negro	Cableado de Red Vertical o Campus de FO.
Cable de Energía	Verde	Cuadros y dispositivos eléctricos
Cable de Tierra	Verde/Amarillo	Cableado de la Red de Tierras
Latiguillos UTP	Azul	Parcheo de Servicio en Repartidores
Latiguillos F.O.	Violeta-Erika	Parcheo de Servicio en Repartidores

**Tabla 11 - Codificación de colores de cables por servicios**



## 11 Subsistema horizontal

El subsistema de un cableado horizontal se extiende desde un repartidor de planta hasta las tomas de telecomunicaciones (TT) conectadas al mismo. El subsistema incluye:

- Los cables horizontales.
- La terminación mecánica de los cables de horizontal incluyendo las conexiones cruzadas o interconexiones tanto en la toma de telecomunicaciones como en el repartidor de planta junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes en el RP.

Los cables de horizontal deben ser continuos desde el repartidor de planta hasta la toma de telecomunicaciones.

Cuando las distancias máximas dentro de un edificio no superen las admitidas por la norma y el número de tomas por planta sea de baja densidad se podrá realizar todo el cableado desde el RT/RE si así lo indica el técnico responsable de Madrid Digital.

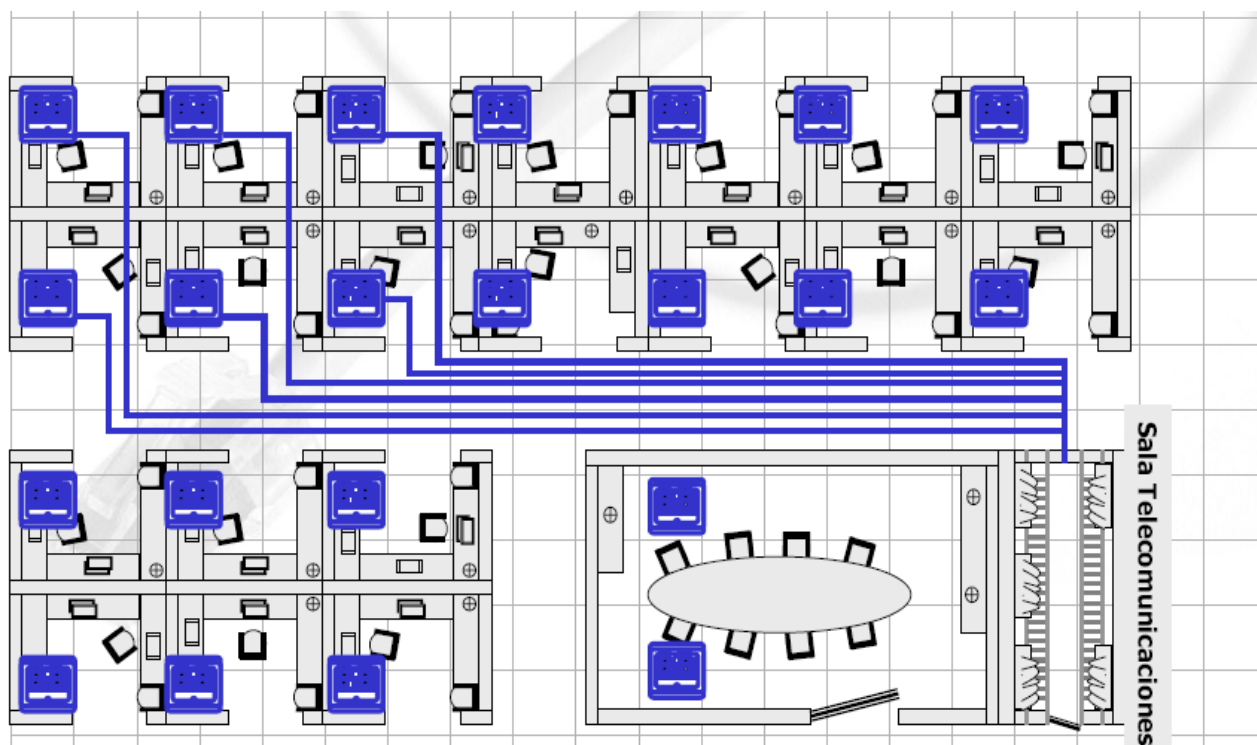
Se seguirán las guías y manuales de instalación, así como las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

- Se procurará que en los cortes sobren los menos retales posibles, dejando 50 cm. para conectar la toma de telecomunicaciones y una coca en los armarios que permita poder maniobrar al realizar las conexiones a los paneles, mover los paneles en el caso de una reordenación posterior del armario, incluso el propio armario, una vez conectado, si fuera preciso.
- En cualquiera de los casos la tirada total nunca podrá superar los 90 m de cable.
- No se deberán permitir fuerzas que causen marcas por presión en la cubierta, como cruces y embridados inadecuados. Para evitar dañar los cables, las bridas de fijación deberán permitir el desplazamiento longitudinal de los cables a través de ellas.
- Los cables del subsistema horizontal no se podrán agrupar en mazos de más de 40 cables por la misma canalización o compartimento.
- Los tendidos de cables horizontales no deberán tener puntos de corte desde la regleta de conexión hasta la toma de telecomunicaciones. No se permite el uso de empalmes o inserción de dispositivos.
- Es preciso mantener una serie de precauciones en la ubicación de los cables de datos para protegerlos de las interferencias producidas por cables de alumbrado y fuerza. Cuando deba efectuarse un cruce, éste deberá ser realizado en ángulo recto.

### 11.1 Tendido del cableado horizontal

El tendido horizontal se realizará, en general, uniendo el armario de distribución de planta RP directamente con las TT (cableado directo).





**Figura 31 - Subsistema horizontal con cableado directo a las TTs**

El cableado horizontal se debe implementar en estrella. Cada punto terminal de conexión debe estar conectado al panel. La máxima distancia horizontal permitida entre panel distribuidor y la TT es de 90 metros independientemente del tipo de medio.

La alimentación de dispositivos remotos usando las últimas tecnologías de PoE produce un aumento de temperatura en los cables. En el caso de realizar la instalación del cableado horizontal en mazos de cables en contacto entre ellos, el aire que permite la disipación de calor del cableado no puede llegar fácilmente a los cables del medio del mazo rodeados por cables externos, produciendo un sobrecalentamiento de estos.

Con el fin de atenuar esta posible acumulación de calor, se recomienda tender holgadamente los cables en las canalizaciones horizontales sin disponerlos en mazos uniformes apretados en toda su longitud. No obstante, esto no debe suponer tener instalaciones desaliñadas y es preciso tener precaución en todo momento con el aspecto del cableado.

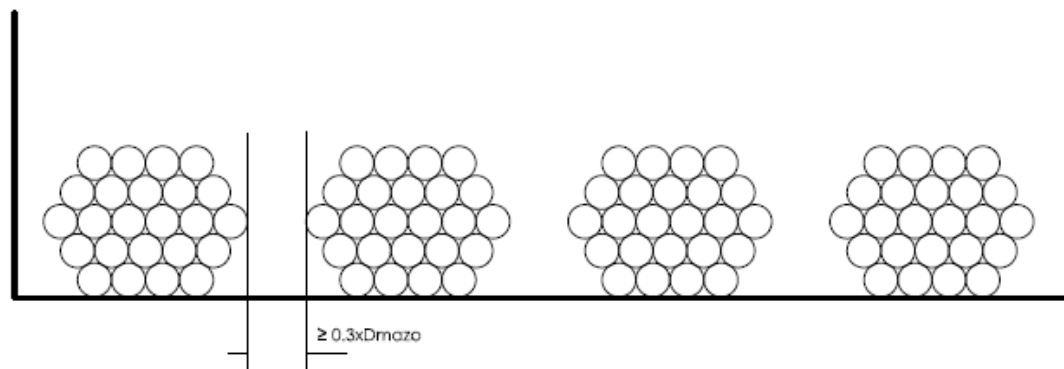


**Figura 32 – Tendido de cable por bandeja sin disposición en mazos**



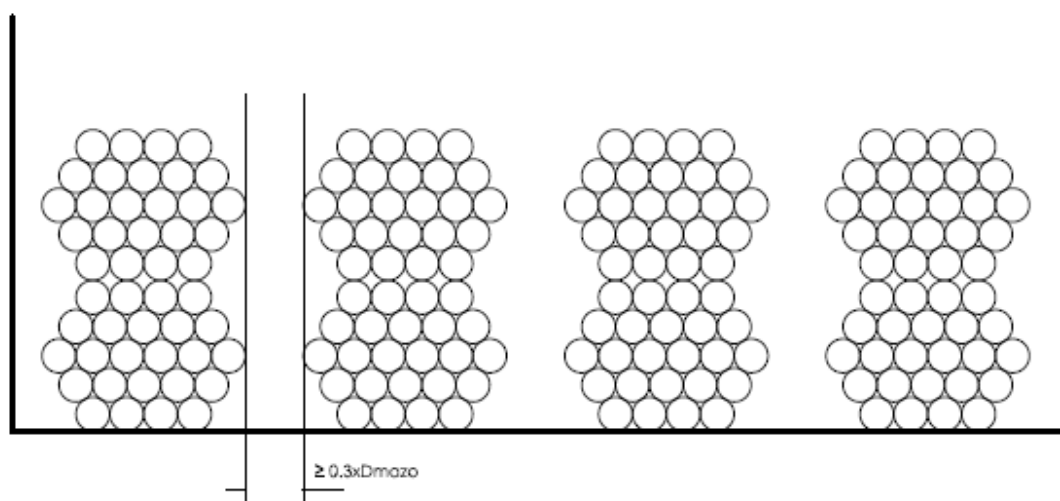
## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Como alternativa podrán realizarse mazos de no más de 24 cables y separados entre ellos una distancia mínima equivalente a  $1/3$  de la anchura del mazo de 24 cables.



**Figura 33 – Tendido de cable por bandeja con disposición en mazos simples**

Cuando en una canalización debido a la alta densidad del cableado sea necesario apilar varios mazos de cables, nuevamente se recomienda una distancia (chimenea) de  $0.3 \times D_{\text{mazo}}$  de arriba a abajo entre los mazos de cable.



**Figura 34 – Tendido de cable por bandeja con disposición en mazos apilados**

En cualquiera de los métodos de tendido del cableado horizontal se deben tomar medidas para garantizar que los cables permanezcan en su sitio en toda su longitud, para ellos se recomienda el uso de cintas de velcro bien sujetas y ordenadas.

En el caso de instalación formando mazos de cableado estos deben quedar compactos, uniformes y completamente peinados, guardando la estética del cableado y el acabado final del armario.

### 11.2 Suelo técnico

En instalaciones de grandes edificios, donde las superficies destinadas a puestos de usuarios son amplias y diáfanas, se considera requisito indispensable que dichas dependencias estén dotadas de suelo técnico. Sólo de esta forma puede garantizarse que las tomas se instalen próximas a las mesas de los puestos de



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

usuario, sin que el cableado de conexión interrumpa el tránsito de los mismos, con el consecuente riesgo de tropiezos y accidentes laborales.

El suelo técnico debe tener una altura de 20 cm, tal que permita la correcta instalación de las cajas de los puestos de usuario garantizando el correcto cierre de las mismas cuando estén en uso.

Alternativamente serán válido un plenum de 10 cm mínimo de altura, siempre que las cajas de los puestos de usuario correspondan con modelos de perfil bajo con conexiones horizontales en lugar de verticales y que permitan el cierre de la tapa de las mismas, cuando estas contengan el cableado de sus conexiones.

En instalaciones con suelo técnico deberá dejarse, próxima a la caja de usuario y bajo el suelo técnico, una coca de 3 metros (siempre que la distancia del enlace de 90m máximo lo permita) en previsión de futuros movimientos del puesto de usuario.

Para las instalaciones que no requieren de suelo técnico, en el interior de las cajas de superficie debe dejarse una pequeña coca en la misma caja por si es necesario volver a conectar la toma en un futuro.

### 11.3 Cableado para ascensores y alarmas

La distribución de los servicios especiales (ascensores y alarmas) sobre pares de telefonía analógica, se realizará de la siguiente forma:

- Ascensores:

El Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores indica que las cabinas de los elevadores estarán dotadas de un equipo de comunicación bidireccional que permita una comunicación permanente con un servicio de intervención rápida y que deberá diseñarse y fabricarse de manera que funcione incluso cuando falte el suministro normal de energía. Su tiempo de funcionamiento deberá ser suficiente para permitir la intervención normal de los servicios de socorro.

Consecuentemente es responsabilidad del fabricante o mantenedor del ascensor el dotar al mismo de un sistema de comunicación autónomo en caso de falta de suministro eléctrico. Realizar dicho servicio de comunicación externa a través de la red de cableado estructurado del edificio no es una práctica correcta conforme al Real Decreto, ya que en muchos casos estos sistemas no son tolerantes a cortes de suministro eléctrico. **La solución en este caso para la comunicación del ascensor deberá estar basada en sistemas autónomos GSM con baterías propias o similar.**

- Centrales de alarmas:

La comunicación de la central de alarmas con el exterior se recomienda sea realizada mediante dos vías de las posibles en la mayoría de las centrales:

- ✓ Vía Ethernet: en este caso se llevará hasta la central un cable UTP desde el repartidor de datos más cercano hasta la central del control del servicio aprovechando las canalizaciones horizontales y verticales del SCE. Esta es la opción menos frecuente.

Si la central no tuviera módulo de entrada Ethernet habría que valorar la posibilidad de instalar un decoder para la conversión de la señal Ethernet a la analógica requerida.

- ✓ Mediante comunicación GSM, que es la opción más propicia. Bien como medio de comunicación único o como complemento al indicado anteriormente.

## 12 Puestos de usuario

El puesto de usuario comprende las cajas soporte, los conectores RJ45, latiguillos y otros medios de transmisión que permitan la conexión de los diferentes equipos terminales que disponga el centro (PC, impresoras, teléfono, fax, etc.) a las tomas de telecomunicaciones.

El latiguillo de área de trabajo conecta la toma de telecomunicaciones al equipo terminal, será UTP CAT 6A y no debe exceder la longitud de 5 m. Es específico de cada aplicación y deben tomarse en cuenta en el diseño del canal.

### 12.1 Toma de telecomunicaciones (TT)

La Toma de Telecomunicaciones (TT) se define como dispositivo de conexión fijo donde termina el cable de la red horizontal y que provee la interfaz con el cableado del área de trabajo. Es susceptible de soportar servicios de voz y de datos.

Las instrucciones de instalación del fabricante para los conectores deberán seguirse estrictamente.


- Si se requieren herramientas especiales para la terminación, solo se deberán utilizar las recomendadas por el fabricante.
- Ha de mantenerse el par trenzado tan cerca como sea posible del punto de terminación mecánica sin cambiar el trenzado original (norma UNE EN 50173) y se deberá eliminar el mínimo de la cubierta.

Las TT serán para uso indistinto de los servicios de voz, datos o servicios alternativos del centro. Serán modulares y compuestas por conectores RJ45 (8 posiciones/8 contactos) con conexión por desplazamiento de aislante. Serán de Clase EA al igual que la Clase / Categoría del sistema de cableado utilizado y según norma UNE – EN 50173 – 1.



**Figura 35 – Conector RJ45 de Toma de Telecomunicaciones**

Los requisitos de las TT, en cuanto a asignación de pines y grupos de pares del conector RJ45, deberán seguir la norma EN 50173-1, capítulo 8.2, realizándose el conexionado según el modelo de la asignación de pares T568B y siendo el montaje físico en los soportes por acoplamiento a presión tipo Keystone, no admitiéndose anclajes propietarios.

Asignación de pines conectores RJ45 (T568B)	
T568B	
	 <p>Diagrama de asignación de pines T568B. Muestra un conector RJ45 con los pines numerados del 1 al 8. Los colores de los pines son: 1. Blanco/Naranja (W-O), 2. Naranja (O), 3. Blanco/Verde (W-G), 4. Azul (BL), 5. Blanco/Azul (W-BL), 6. Verde (G), 7. Blanco/Marrón (W-BR), 8. Marrón (BR).</p>

**Figura 36 – Asignación de pines**

## 12.2 Cajas para puesto de usuario

En la mayoría de los casos, en las cajas de puestos de usuario deberán instalarse tomas de corriente tipo schuko y de capacidad mínima de 16 A eléctrica.

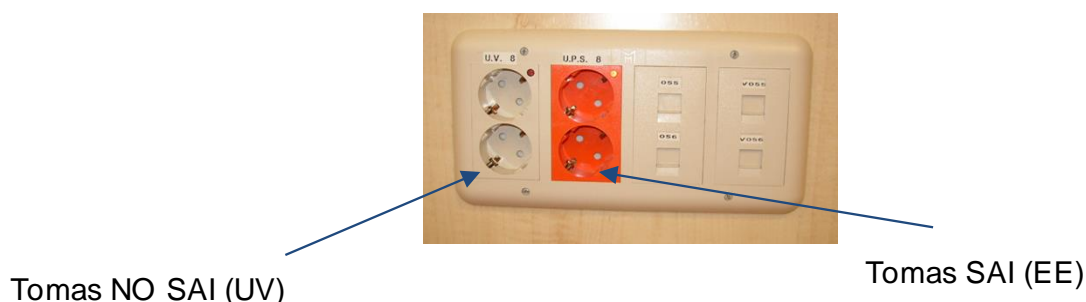
La composición de las cajas se realizará siempre con el criterio de situar el módulo de tomas de corriente a la izquierda y el módulo de datos a la derecha.

La composición de las cajas se hará siempre con el siguiente criterio empezando de izquierda a derecha:

- Módulo 1: Corriente Usos Varios
- Módulo 2: Corriente UPS
- Módulo 3, ..., Módulo X: Placa para conexión de puestos de datos
- Módulo X+1: Placa para conexión de equipos multimedia (en los casos en que la caja lo lleve)

Este requerimiento de composición de cajas es tan solo una referencia inicial y la disposición final estará determinada por los requerimientos propios de los puestos de usuario, no existiendo ninguna implicación desde el punto de vista técnico a este respecto.





**Figura 37 - Caja empotrada tipo 2UV+2EE+4TT**

Las cajas estarán fabricadas mediante componentes materiales termoplásticos autoextinguibles y libres de halógenos, que garantizan la no propagación de la llama por incendio y la baja toxicidad en caso de la emisión de humos. El diseño del producto será realizado bajo los requisitos de seguridad de la Directiva 2014/35/UE (Baja Tensión) por medio del cumplimiento de la norma UNE-EN 60670-1, equivalente a la norma IEC-60670, con grado de protección IP 4x y grado de resistencia IK 07. Será apto durante la instalación y su funcionamiento en el intervalo de temperatura de -5° a + 60°C.

El fabricante y modelo a utilizar es indiferente desde el punto de vista técnico para Madrid Digital, siempre que se cumplan los requisitos del párrafo anterior y que además los conectores RJ45 sean del mismo fabricante que el cableado y elementos empleados en la instalación. Será también indispensable que las tomas de corriente EE y UV vengan provistas de piloto LED de señalización de corriente.

**La dotación básica de Madrid Digital por puesto de usuario es 2TT+2EE** (2 tomas RJ45 + 2 tomas eléctricas schuko pertenecientes a la red eléctrica de uso informático), si bien finalmente la configuración y tipo de caja para cada una de las instalaciones a realizar será establecida por el responsable de Madrid Digital en base a la especificidad de cada Organismo o centro de la Comunidad de Madrid. A los efectos del alcance de la presente normativa se establecen las configuraciones siguientes:

TIPOLOGÍA DE LAS TOMAS DE TELECOMUNICACIONES				
1TT	1TT+2EE	2TT	2TT+2EE	2TT+2EE+2UV
2TT+4EE	3TT+2EE	3TT+2EE+2UV	4TT	4TT+2EE
4TT+2EE+2UV	6TT+2EE+2UV	8TT	8TT+2EE	8TT+2EE+2UV
TT: Toma de Telecomunicaciones; EE: Toma eléctrica de Energía Estabilizada SAI para uso de la red multiservicio; UV: toma eléctrica de la red de Usos Varios del edificio.				

**Tabla 12 - Tipología de cajas en puestos de usuario**

Según el tipo de instalación a realizar, de acuerdo con las características técnicas del inmueble y dependencias, se diferencian los tipos de cajas siguientes:

- Caja de pared en superficie.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Caja de pared a empotrar.
- Caja de suelo a empotrar.
- Torretas.
- Columnas.
- Caja de mobiliario (mesas de trabajo, salas de reuniones, etc.)

Deberán seguirse las siguientes indicaciones a la hora de instalar las cajas de los puestos de usuario:

- Cuando la caja de puesto de usuario vaya en pared, ésta deberá ponerse a nivel y a 25 cm del suelo o encima de la canaleta perimetral, intentando empotrarla siempre que sea posible.
- En las instalaciones con suelo técnico se recomienda el uso de cajas de 90 mm de profundidad que sean regulables en altura; esto hace que el hueco interior en suelos técnicos de mínimo 20 cm de plenum tengan espacio suficiente para que no haya problemas en que la tapa de la caja quede cerrada completamente una vez conectados los equipos.
- Será válido un plenum de hasta 10 cm como mínimo de profundidad, siempre que se utilicen modelos de caja válidos para este cometido, en el que los conectores eléctricos y de datos se insertan de manera horizontal en lugar de vertical y posibilitan el correcto cierre de la tapa de la caja sin que este sea obstáculo para el correcto tránsito de los usuarios.



**Figura 38 - Modelo de caja en puesto de usuario con conexión horizontal**

- Evitar la formación de cocas innecesarias, si bien para instalaciones con suelo técnico deberá dejarse, próxima a la caja de usuario y bajo el suelo técnico, una coca de 3 metros (siempre que la longitud del enlace lo permita), en previsión de futuros movimientos del puesto de usuario.
- En ningún caso deberán instalarse cajas de pared en suelo fijo, ya que obstaculizan el movimiento de los usuarios y restringen los movimientos a futuro de las mesas de los puestos de usuario.



**Figura 39 - Modelos de cajas en puestos de usuario**

La siguiente figura muestra el tipo de caja recomendada por Madrid Digital para la dotación de servicios de equipos de audiovisuales. El módulo con tapa ciega dispondrá de un tubo independiente hasta la canalización de red horizontal (será un tubo empotrado en tabique hasta la bandeja existente en el falso techo, para los casos de tomas en pared). Dicha preinstalación de tubo y la tapa ciega facilitará la instalación de cualquier tipo de equipo de audiovisuales (cañón de video, equipo de sonido, videoconferencia, etc.) en el momento en el que se requiera.



**Figura 40 - Caja especial para audiovisuales**

## 13 Requisitos de cableado para la infraestructura wifi

La siguiente tabla resume de forma sencilla las tecnologías tenidas en cuenta para la elaboración de esta prescripción de cableado estructurado.

Potencia	Tecnología	Estándar (Aplicación)	Intensidad	Clase/Cat. Recomendada
<b>y/xTP 2 Pares</b>				
<b>13W</b>	PoE	802.3af Type 1	175 mA	Clase D-Clase E/Cat.5e-Cat.6
<b>25W</b>	PoE+	802.3at Type 2	300 mA	Clase E/Cat.6
<b>y/xTP 4 Pares</b>				
<b>60W</b>	UPoE	Cisco	300 mA	Clase E/Cat.6
<b>60W</b>	PoE++	802.3bt Type 3	300 mA	Clase E/Cat.6
<b>100W</b>	PoH	HDBase-T	450 mA	Clase Ea/Cat.6A
<b>100W</b>	PoE++	802.3bt Type 4	450 mA	Clase Ea/Cat.6A

**Tabla 13 - Tabla de aproximación a Tecnologías PoE**

### 13.1 Cableado para puntos wifi

El incremento de la potencia transmitida a través de las redes de cableado estructurado, y más concretamente para los estándares recogidos anteriormente para entorno wifi, hace necesaria la instalación de cables de galga mínima 23 (23AWG) debiendo ser de Clase Ea (Categoría 6A) con CPR mínimo Cca s1b d1 a1.

En las siguientes líneas se recogen las principales prescripciones que se tendrán en cuenta para la correcta elección de la infraestructura de cableado estructurado para las redes wifi que engloban los centros objeto de responsabilidad, gestión y mantenimiento de Madrid Digital.

- Se precisa cubierta con nivel de cumplimiento CPR mínimo de Cca s1b d1 a1.
- Se asegurará que las canalizaciones permitan la ventilación para garantizar la disipación del calor generado por la agrupación de cables. En los casos donde se requieran canalizaciones de distribución deberá hacerse lo más corto posible y garantizar el 25% libre de la capacidad de la canalización debiendo usar más tubos para mayor número de cables o aumentar la sección para mantener el 25% del espacio de la canalización libre.
- Para servir aplicaciones cada vez más exigentes wifi, Inbuilding Inalámbrico y Power over Ethernet (PoE), y debido a que muchos puntos de acceso ya admiten doble conexión, cada caja de conexión para la red wifi llevará dos cables y dos conectores categoría 6A (caja 2TT).
- La toma, el cable asociado y si es posible la propia antena, se instalarán preferiblemente en el falso techo, sin superar los 90 metros de distancia desde el repartidor y teniendo en cuenta que la suma de longitudes de latiguillos más cableado no será superior a los 100 metros. En caso de que no sea posible la instalación de la antena en falso techo, se colocarán o bien en techo o en la zona superior de la pared.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Las cajas de datos para puntos wifi deberán anclarse a elementos estructurales del edificio o en su defecto a elementos que formen parte del sistema de cableado estructurado, nunca a otros elementos removibles utilizados para otros servicios.
- Para todos los casos las cajas de datos para los puntos wifi deberán ser cerradas, incluso por su parte posterior, evitando de este momento la entrada de polvo o humedades que puedan interferir en el funcionamiento de la conexión.

### 13.2 Densidad de conexiones wifi

En los casos en los que hubiera que realizar una dotación de las cajas para puntos wifi, previa al debido estudio de cobertura, la densidad de dichas cajas a tener en cuenta vendrá definido por las recomendaciones recogidas en ISO/IEC TR 24704, donde se establecen áreas en cuyo centro deberán instalarse las cajas para los puntos wifi.

Dichas áreas dispondrán de un radio de 12 metros, que será la longitud máxima que deberá tener el latiguillo de conexión desde la caja del centro del área, hasta el futuro puntos wifi instalado donde indique el debido estudio de cobertura.

La distancia máxima de 12 metros del latiguillo para el punto wifi deberá ser tenida en cuenta para que en ningún momento se superen los **100 metros del canal**. Consecuentemente, para un caso de 12 metros de latiguillo máximo de conexión de puntos wifi, 3 metros de latiguillo de parcheo y 1 metro a descontar adicionalmente asumiendo un 20% adicional de pérdidas de inserciones en el latiguillo de conexión del punto wifi, el enlace permanente entre el panel de datos del armario y la caja para el punto WIFI no deberá superar en toda la instalación la distancia de **84 metros** ( $100-12-3-1=84$ ).

Para una óptima distribución de las cajas deberá seguirse una distribución hexagonal de panal de abejas, tal y como muestra la siguiente figura:

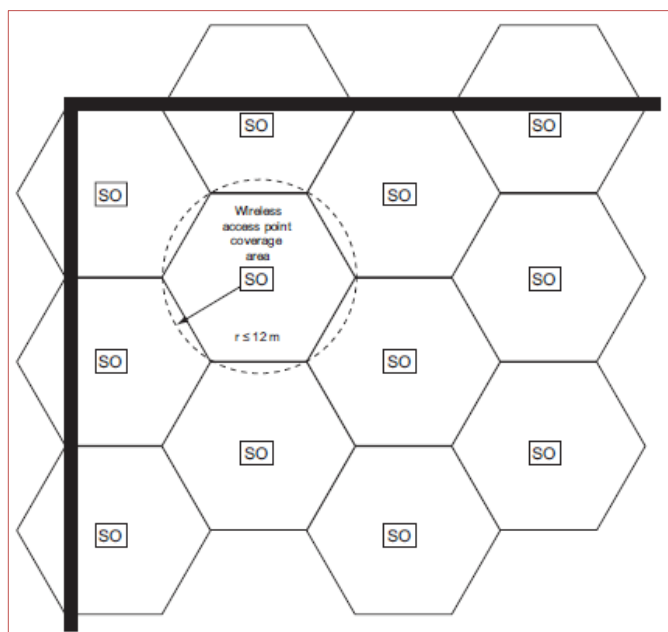


Tabla ISO/IEC TR 24704 Recomendación 802.11

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

El número de puntos de conexión necesarios por celda variará dependiendo del tipo específico y las cantidades de sistemas desplegados, así como de factores ambientales tales como el diseño del mobiliario, ubicación de paredes y pasillos y por supuesto el número de usuarios y prestaciones previstas; por lo tanto, siempre se recomienda la realización de un estudio de cobertura para planificar la ubicación óptima de las antenas wifi; las recomendaciones son aproximadas y no sustituye el estudio de cobertura que tiene en cuenta los requerimientos concretos de cada proyecto.

Se deberá utilizar un software para crear mapas de cobertura wifi antes de la instalación y una verificación a posteriori sobre el terreno para confirmar que se cumplen los resultados previstos en el diseño.

### 14 Criterios de diseño de proyectos técnicos

Este apartado está focalizado para instalaciones en inmuebles de primer establecimiento, reforma o gran remodelación y para eventos especiales. No todas las instalaciones que lleva a cabo Madrid Digital requieren la elaboración de un proyecto (p.ej. ampliaciones menores de la red existente en un edificio).

El objetivo del proyecto será determinar el alcance y dimensionado de la red, así como fijar los criterios de diseño y las soluciones más efectivas para desplegar los servicios de comunicaciones en un centro o sede.

Con objeto de garantizar que la instalación de la infraestructura y comunicaciones en el interior de los centros cumplan con la Normativa de Madrid Digital, se elaborará un Proyecto Técnico, personalizado para cada uno de estos centros, en el cual se describirá, de forma detallada, la solución de diseño adoptada, así como todos los subsistemas y elementos que lo componen, su ubicación y dimensiones, mencionando las normas que cumplen.

El Proyecto Técnico deberá ir acompañado del correspondiente Estudio Básico de Seguridad y Salud o Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con la legislación vigente.

El Proyecto Técnico debe contener los documentos que a continuación se indican.

#### 14.1 Documento I: Memoria y Anexos

Es la parte del documento en la que se describe y justifica el objeto del proyecto. La descripción se realizará desde un punto de vista funcional, sin entrar en especificaciones técnicas en profundidad, que ya se establecerán en los planos y el pliego de condiciones. La memoria incluye el diseño propiamente dicho de la instalación que se realizará a partir de las especificaciones, normas y guías de instalación de Madrid Digital, tomando como referencia los estándares nacionales y europeos vigentes. Los anexos contendrán los cálculos justificativos de la solución adoptada, tanto en lo que se refiere a la red de comunicaciones, como a la red eléctrica en baja tensión. Otros anexos son:

- Cálculos justificativos del proyecto: instalaciones de comunicaciones y eléctricas.
- Documento aplicación de la Normativa Técnica de Madrid Digital para Codificación y Etiquetado de Sistemas de Cableado Estructurado, incluyendo las instalaciones eléctricas asociadas, con el propósito de que quede especificado la nomenclatura correspondiente a cada uno de los elementos a instalar en el proyecto.
- Programa de obra.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

---

- Estudio de Seguridad y Salud (en el caso de que Madrid Digital considere necesario su elaboración)
- Reportaje fotográfico.

### 14.2 Documento II: Planos

Los planos contendrán toda la información necesaria para la completa definición espacial y topológica de la instalación.

Los planos a entregar son los definidos en el apartado “*DIRECTORIO 02-Planos*” del documento “*07 - Documentación*”. Los formatos y estilos para elaborar los planos deberán ser los definidos en el apartado del mismo documento de normativa: “*ANEXO II – NORMATIVA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS*”.

Los planos deberán recogerán la realidad del centro en el momento de la realización del Proyecto Técnico.

### 14.3 Documento III: Prescripciones Técnicas

Se especificarán las condiciones normativas y otras de carácter general. Se recogerá en detalle todas las características técnicas que deberán cumplir los sistemas, materiales y dispositivos electrónicos que vayan a ser instalados y que hayan sido referenciados en la memoria y los planos. Por ejemplo:

- Cableado de cobre: requerimientos técnicos de los cables (características físicas, eléctricas generales, etc.); requerimientos técnicos del hardware de conexión: conectores, paneles, latiguillos; requerimientos técnicos de los enlaces y canales de los subsistemas; configuración de las conexiones en conectores, tomas, paneles, etc.
- Cableado de fibra: requerimientos técnicos de los cables, conectores, enlaces y canales.
- Canalizaciones: requerimientos técnicos del material a emplear.
- Armarios.
- Electrónica de red y su configuración básica según los datos que proporcionen los responsables de Madrid Digital competentes en la materia.
- Materiales de la red eléctrica.

### 14.4 Documento IV: Estado de Mediciones y Presupuesto

En este documento se especificará el número de unidades y precio unitario de las partidas que componen la instalación de las infraestructuras, desglosadas en sus diferentes componentes y que conforman un SCE, incluso aquellas acciones auxiliares a realizar para completar la instalación (p.ej. canalizaciones interiores y exteriores, obras de albañilería, obras de construcción de salas de comunicaciones, instalaciones eléctricas, etc.).



## 15 Criterios de diseño de las instalaciones eléctricas

### 15.1 Criterios eléctricos generales

La red eléctrica es una red dedicada y de uso exclusivo para alimentar a los equipos de comunicaciones e informática que hay en los distintos repartidores (RT, RE y RP) y tomas de corriente protegidas de color rojo para los puestos de usuarios. 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.

### 15.2 Instalaciones eléctricas en los recintos

Se dotará al RTIC de un cuadro eléctrico exclusivo, dependiente del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del edificio, con alimentación respaldada por SAI y grupo electrógeno, cuando las necesidades de garantizar la continuidad eléctrica así lo requieran. La única existencia de SAI no es garantía de continuidad eléctrica más que para un tiempo limitado de unos 10 minutos, tiempo suficiente para el arranque del debido grupo electrógeno. La continuidad eléctrica prolongada en una sede viene garantizada únicamente por la existencia de grupo electrógeno debidamente dimensionado y sincronizado con el SAI correspondiente.

La potencia necesaria 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.

Se dotará cada sala secundaria, cuando existan, de un cuadro eléctrico exclusivo, dependiente del cuadro eléctrico del RTIC con alimentación respaldada por SAI. La potencia requerida en este cuadro vendrá definida por el número de puntos de red finales y del equipamiento del entorno técnico de la sala. Su esquema unifilar se ajustará a los modelos definidos en el documento “*Red Eléctrica*”, en su última versión disponible.

Las líneas de conexión entre el cuadro de edificio y los cuadros de salas que sean necesarios se realizarán en trifásica. La salida de los cuadros de sala a los equipos y tomas de corriente se realizarán en monofásico.

Para un correcto diseño de las instalaciones se aplicarán los criterios descritos en la normativa “*Red Eléctrica*”, en su última versión disponible.

### 15.3 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., y según las Especificaciones Técnicas del documento “*Red Eléctrica*”, en su última versión disponible.

Los cuadros deberán estar dimensionados para permitir el **crecimiento futuro de hasta el 25% del espacio físico disponible en el mismo para protecciones eléctricas.**

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 minicanales a los puestos de trabajo)

se seleccionarán canales compartimentadas con el número necesario de tabiques de separación de acuerdo al tipo de cableado a instalar.

## 16 Instalaciones especiales en entorno técnico

En este apartado se relaciona la infraestructura auxiliar específica para el entorno técnico de las redes de comunicaciones que por sus requerimientos técnicos necesitan disponer de unas características especiales para el funcionamiento de los equipos y sistemas de información que deben alojar:

- Aire acondicionado.
- Sistema de alimentación ininterrumpida.
- Control de acceso, Protección Contra Incendio y Supervisión de Alarmas.

### 16.1 Sistema de Aire Acondicionado

Los recintos de comunicaciones (RTIC o secundarios) reúnen una serie de características que les hacen especiales y por tanto precisarán un tratamiento especial mediante una instalación propia de equipos de climatización y control ambiental para garantizar la refrigeración de los equipos informáticos.

#### **Criterios para definir en qué salas técnicas es necesario instalar Sistema de Aire Acondicionado:**

- Salas técnicas en las que exista SAI.
- Salas técnicas con tres o más switches.
- Salas técnicas con menos de tres switches, pero con condicionantes especiales de exceso de calor como tener muro exterior con orientación hacia el sur o existir otro tipo de equipamiento autorizado que aumente el aporte calórico de la sala
- Para las salas técnicas que no deban tener equipo de AA, deberá garantizarse en todo caso la renovación del aire mínimo de 1 vez a la hora mediante la instalación de rejillas y ventilaciones necesarias.

#### **Requerimientos para la instalación de un Sistema de Aire Acondicionado en las Salas Técnicas:**

- Se deberá calcular y seleccionar el sistema de climatización adecuado para cada sala según un estudio detallado y específico de cada caso cumpliendo el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) según el R.D. 1027/2007 de 20 de julio, sus instrucciones técnicas y modificaciones posteriores del Ministerio de Industria.
- Esta instalación debe ser autónoma e independiente del resto del edificio.
- En función de la dotación de equipamiento y las características ambientales de cada sala técnica, el termostato deberá regularse a una temperatura concreta. En salas técnicas que incorporen SAI entre sus equipos desde Madrid Digital se ha considerado una temperatura de la sala de 22 °C y en aquellas donde no haya SAI de 28 °C.
- El sistema de climatización se alimentará desde el cuadro eléctrico propio de la sala desde circuito de Usos Varios.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

### Requisitos técnicos de los equipos de Aire Acondicionado a instalar:

- Los equipos deben ser de **gama industrial**.
- Deberán utilizar tecnología **Inverter** de **eficiencia energética A o superior**.
- Según las características de cada sede el equipo será **monofásico o trifásico**.
- Equipo contará con **rearme automático**, por lo tanto, tras un corte del suministro eléctrico el equipo **arrancará automáticamente** para prestar servicio con los parámetros con los que estaba **previamente configurado**.
- La instalación incluirá un **mando de control de pared** por cada unidad interior
- El drenaje del agua se realizará por gravedad siempre que las condiciones de la sala lo permitan; en caso contrario se empleará bomba de condensados.
- La potencia nominal de cada equipo se adaptará a las necesidades de refrigeración de cada sala técnica.
- El rango de temperaturas de funcionamiento de la unidad exterior será como **mínimo de entre -15 °C / +46 °C**.
- La unidad interior será preferentemente del tipo **Split o Casete**, sin embargo, teniendo en cuenta la distribución de los elementos a refrigerar en cada Sala Técnica y sus dimensiones, se podrán emplear una unidad interior de **Techo, Columna, etc.**
- Todos los equipos instalados cumplirán la **Normativa Europea F-Gas 517/2014**, por lo que se emplearán gases refrigerantes con un **potencial de calentamiento atmosférico (PCA)** inferior a **750** y, en ningún caso, se emplearán gases cuyo uso se prohíba a partir del **año 2025**. Se podrán emplear, por lo tanto, los siguientes gases refrigerantes: **R32, DR55, R450A, 1234ze, 1233zd, 1234yf, R744, R717, R290, R1270, R600** o equivalente con un **PCA menor de 750**.
- Las unidades interiores, o la unidad exterior, contarán con la correspondiente ranura o interfaz de conexión que permita instalar una tarjeta o módulo de comunicaciones, **SNMP o Modbus**, que posibilite la monitorización en tiempo real del equipo.
- El fabricante de los EC contará con Servicio Técnico ubicado en la Comunidad de Madrid, con stock de repuestos y personal técnico cualificado. Se presentará una carta o declaración firmada y sellada del fabricante que certifique la dirección de las instalaciones y todos los datos de contacto.

En cualquier caso, **la aprobación de cualquier configuración o requisito diferente de los EC a lo establecido en este apartado deberá ser autorizado previamente por Madrid Digital antes de su dotación.**

### Sistemas de climatización con tecnología VRV:

- En edificios con más de 4 salas técnicas o distancias de tuberías entre máquinas interiores y exteriores superiores a 30 m., se recomienda la instalación de **sistemas de climatización con tecnología VRV de dos tubos (sólo aporte de frío)**.
- **La decisión de instalar la tecnología multisplit o VRV** dependerá de las características del edificio, las posibles ubicaciones de las máquinas exteriores en fachada o cubierta, número de

salas a climatizar, pero en todos los casos el diseño deberá ser ajustado a la situación en particular.

En cualquier caso, **la decisión de la tecnología a instalar para la climatización de las salas técnicas** deberá ser aprobada previamente por Madrid Digital antes de su diseño e instalación.

## 16.2 Sistema de Alimentación Ininterrumpida

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) es un equipo dedicado exclusivamente para las instalaciones competencia de Madrid Digital, a efectos de operación y mantenimiento, capaz de mantener en funcionamiento constante la red eléctrica del centro asociada al SCE multiservicio.

Las especificaciones técnicas del equipo seleccionado habrán de ser tenidas en cuenta para determinar las características que debe tener la sala de comunicaciones (por ejemplo: espacio, resistencia falso suelo, etc.). En el apartado “SALAS TÉCNICAS” del presente documento se indican dichas especificaciones en función del tamaño del SAI.

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 (REBT) según el R.D. 842/2002 e instrucciones técnicas complementarias del Ministerio de Industria.

### Requisitos técnicos requeridos en la instalación de SAI a mantener por Madrid Digital:

- Tecnología de **Doble Conversión**, conforme a la clasificación VFI-SS-111 definida en la norma IEC EN 62040-3.
- Protección contra el retorno de la energía.
- La **potencia mínima** que ha de contar el SAI que se instale será de **3 kVA**, no aceptándose potencias inferiores.
- El factor de potencia de la salida será **mayor o igual a 0,90** para los equipos **menores de 15 kVA** de potencia y **mayor o igual a 0,95 para el resto de potencias**.
- La eficiencia energética mínima será del **95% en modo doble conversión**.
- Para el cálculo de potencia de las baterías a instalar se tendrá en cuenta una autonomía de **10 minutos al 100% de la carga** con  $\cos\varphi = 1$ .
- El SAI contará con un **sistema de protección y gestión de la carga inteligente de las baterías** con objeto de alargar su vida útil.
- Los equipos con potencia aparente **mayor o igual a 15 kVA** contarán con **2 ramas** de baterías independientes con sus correspondientes **disyuntores independientes de disparo**; los equipos de menor potencia contarán con **1 rama**.
- Las baterías empleadas estarán entre las marcas utilizadas por Madrid Digital: PANASONIC, YUASA, CSB, ENERSYS, FIAMM, EXIDE o equivalente.
- Las baterías suministradas con el SAI se ajustarán, **a nivel de diseño, a los criterios de duración establecidos a nivel de diseño por EUROBAT**:

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- ✓ Las baterías integradas en los módulos de potencia tendrán una duración certificada de diseño de **6 – 9 años (Propósito general)**.
  - ✓ Cuando las baterías se monten en armario externo de bloques de baterías o en bancada, tendrán una duración certificada de diseño de **10 – 12 años (Larga duración)**.
  - ✓ El adjudicatario presentará **el documento de EUROBAT** que certifica que las baterías instaladas en el SAI cumplen con los requisitos definidos en el presente apartado.
- Todas las baterías instaladas en un SAI serán del **mismo fabricante**, con un periodo de almacenaje desde la salida de fábrica **con una trazabilidad no superior a 3 meses**.
  - Se reflejará mediante la correspondiente etiqueta adhesiva, tipo Brady®, en un lugar visible en cada rama de baterías o junto a la placa identificativa del SAI, la **fecha de instalación** de las baterías.
  - El SAI permitirá **aislar y reemplazar las baterías en caliente** sin necesidad de cortar la alimentación eléctrica.
  - La autonomía del SAI podrá ampliarse mediante la **adición en caliente de nuevos módulos externos de baterías**. Los módulos adicionales serán reconocidos automáticamente por el SAI.
  - Se adecuará **el cuadro eléctrico** al que se conecte el nuevo SAI, montando la correspondiente maniobra de mantenimiento del equipo, todo el cableado eléctrico necesario y las protecciones adicionales que sean precisas de acuerdo a las especificaciones definidas por el fabricante.
  - Las protecciones empleadas en la maniobra de baipás, monopolar o multipolar, se adecuará a las características de la **instalación eléctrica** donde se monte, a la potencia aparente requerida para el uso al que se destine el SAI y siempre a los requisitos establecidos por la Normativa Técnica de Madrid Digital.
  - Por defecto, los equipos tendrán dos entradas de corriente: **baipás estático y rectificador** y una salida.
  - Los equipos de **3 kVA potencia aparente** se dotarán con un **módulo conectable de maniobra de baipás** que permita aislar el equipo del suministro eléctrico sin que se produzca una pérdida de servicio.
  - El equipo contará por defecto con la función de **rearme automático** ante cualquier **parada no programada** del mismo, incluida la descarga completa de las baterías. No será necesario, salvo avería del SAI, la intervención presencial de un técnico especializado del fabricante para su arranque.
  - El SAI será **modular**. Contará con ruedas para potencias aparentes **menores a los 60 kVA**. **Pantalla táctil** (LCD o equivalente) que permitirá supervisar las notificaciones y alarmas del equipo. Para potencias aparentes **iguales o superiores a los 15 kV** contará adicionalmente con testigos luminosos que señalice el estado del SAI de forma sencilla, aunque se produzca un fallo de la pantalla táctil.
  - Las **alarmas** notificadas por el SAI **podrán ser anuladas** por personal técnico **sin que se requiera la intervención del servicio técnico del fabricante**; excepto cuando el equipo notifique una avería del mismo.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Toda la electrónica del SAI vendrá actualizada con la **última versión del firmware** publicada por el fabricante.
- El SAI (incluidas las baterías) contará con un **periodo de garantía mínimo de 3 años**, recomendándose establecer en la adquisición un periodo de garantía de **5 años**
- Durante el periodo de garantía del equipo el **fabricante realizará todas las actualizaciones que sean precisas del firmware** sin que suponga un coste adicional.
- Todos los interfaces de usuario del SAI deberán proporcionarse en castellano o, cuando no esté disponible en dicho idioma, en inglés.
- Para los SAI de potencia aparente **igual o superior a los 15 kVA** el equipo permitirá **añadir módulos de potencia adicionales en caliente**, para adaptarse al incremento de la carga eléctrica de las sedes o conseguir alta disponibilidad mediante la redundancia de los equipos.
- La emisión de ruido audible, medido a **1 metro** de distancia, será **menor o igual a 60 dB** para los equipos con una potencia aparente **menor o igual a 60 kVA**. Para los equipos de potencia superior, la emisión de ruido será **menor o igual a 65 dB**.
- En cualquier caso, el SAI **no superará** los umbrales establecidos en la **Nota Técnica de Prevención (NTP) 503: Confort acústico: el ruido en oficinas**, cuando esté instalado anejo a dependencias contempladas en dicha **NTP**. Para ello, se realizarán todas las actuaciones que sean precisas en el recinto donde se monte el equipo para el cumplimiento de la **NTP**, asumiendo la ejecución de **los trabajos derivados de la insonorización de la sala**.
- Dependiendo de las características de la Sala Técnica donde se ubique el SAI, se dotará **de todo el equipamiento y las infraestructuras** que sean precisas para la correcta y segura instalación del SAI y las baterías.
- En el caso concreto de las baterías, se montarán **integradas en el propio módulo de potencia, en un armario de bloques dedicado a las baterías o en una bancada construida al efecto**, siempre de acuerdo con las especificaciones establecidas por el fabricante. También se incluye en este apartado la **adecuación del suelo** donde se instalen las baterías: ya sea mediante la dotación de planchas de acero, patas reforzadas para el suelo técnico, etc.
- El SAI contará siempre con un sensor que mida la **temperatura interna** del equipo, para conocer las condiciones ambientales a las que está operando el mismo y las baterías **integradas en el módulo de potencia**. Cuando las baterías estén montadas en **armarios de bloques** de baterías, habrá **un sensor como mínimo** por armario. Si las baterías están montadas **en bancada**, habrá adicionalmente un sensor que mida la temperatura ambiental y la humedad de la sala donde estén instaladas.
- La información relativa a la temperatura interna del módulo de potencia se mostrará en **tiempo real** en el software de control y gestión del SAI. Del mismo modo cuando las baterías están montadas en armarios de bloques o en bancada.
- El equipo dispondrá, al menos, de una ranura de expansión que permita la instalación de una **tarjeta SNMP o Modbus**. El SAI será totalmente monitorizable a través de ambos protocolos.
- El equipo **se dotará por defecto con una tarjeta SNMP y una sonda externa de temperatura y humedad** que se conectará a la tarjeta, permitiendo medir las condiciones ambientales de la



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

sala donde esté ubicado el SAI. Independientemente de las sondas internas y externas que se utilicen para controlar el funcionamiento del equipo y la temperatura de trabajo de las baterías.

- Con la instalación del SAI se incluirá el cableado necesario para la configuración de la tarjeta y del equipo mediante la utilización de un ordenador portátil.
- La tarjeta SNMP se podrá **reiniciar manualmente** sin necesidad de tener que **apagar el SAI** o acceder a través del **menú de configuración del SAI** para poder ejecutar esta acción.
- La tarjeta SNMP, dentro del catálogo ofrecido por el fabricante del SAI, será la **versión más actualizada y de máximas prestaciones**. Se presentará una carta o declaración firmada y sellada por el fabricante confirmando el cumplimiento de este requisito para las tarjetas suministradas.
- La tarjeta SNMP dispondrá obligatoriamente de al menos un campo para la identificación del SAI y otro campo con una **longitud mínima de 75 caracteres**, que podrá emplearse para incluir la información adicional que se estime precisa
- Se **dotará y conectará** el latiguillo de red de la tarjeta SNMP al punto de red instalado al efecto. **No permitiéndose la conexión directa** del cable de red entre la tarjeta SNMP y la electrónica de red.
- El fabricante de los SAI contará con Servicio Técnico ubicado en la Comunidad de Madrid, con stock de repuestos y personal técnico cualificado. Se presentará una carta o declaración firmada y sellada del fabricante que certifique la dirección de las instalaciones y todos los datos de contacto.

En cualquier caso, **la aprobación de cualquier configuración o requisito diferente de los SAI a lo establecido en este apartado, deberá ser autorizado previamente por Madrid Digital antes de su dotación.**

### 16.3 Control de acceso

El acceso a las salas de comunicaciones destinadas a Madrid Digital en los Centros Públicos será restringido. Únicamente el personal de mantenimiento y/o seguridad autorizado por Madrid Digital tendrá permitido el acceso a estas salas, aunque por temas de seguridad las llaves de los cerramientos siempre estarán en posesión de los Centros.

### 16.4 Protección contra Incendio

Todos los recintos de comunicaciones dispondrán de la protección pasiva y de la protección activa como mínimo requeridas según normas y dependientes del proyecto general de construcción del inmueble, así como de los planes de autoprotección establecidos.

Todos los materiales y procedimientos de diseño, construcción e instalación relacionados con la protección contra incendios de los proyectos deberán cumplir el Código Técnico de la Edificación (CTE) según el R.D. 314/2006 en su DB-SI: Seguridad en caso de Incendio y modificaciones posteriores del Ministerio de la Vivienda.

## 16.5 Supervisión de alarmas

Los recintos de comunicaciones son salas normalmente desatendidas equipadas con una importante cantidad de elementos sensibles de diferente naturaleza que conforman la red de comunicaciones del inmueble de la que depende la operatividad del centro, de sus usuarios y del servicio prestado a los ciudadanos por lo que resulta conveniente disponer de un servicio de supervisión y control remoto de los parámetros fundamentales de dichas salas y los subsistemas que contienen para garantizar una respuesta rápida y precisa de los servicios de seguridad y mantenimiento.

## 17 Canalizaciones de exterior

Este apartado tiene por objeto definir los requisitos, los criterios y las características constructivas generales de los elementos que constituyen las infraestructuras de la Red de Acceso de los servicios de los Operadores de Telecomunicación y la construcción de la infraestructura de la Red de Campus, que enlaza los diferentes edificios de un inmueble con el RTIC, las condiciones para su instalación, las características de sus materiales y las comprobaciones necesarias en la instalación realizada.

Como criterio general para todos los tipos de canalizaciones de exterior se colocará un registro de paso como máximo cada 30 m en el caso de tubos o canaletas y cada 50 m como máximo en el caso de canalización subterránea. También se instalará un registro de paso en el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados y en los casos de cambio en el tipo de canalización.

### 17.1 Infraestructura de la red de acceso

Tomando como referencia el Real Decreto 346/2011, la infraestructura de la Red de Acceso de un centro está formada por: la arqueta de entrada, canalización externa, punto de entrada general y la canalización de enlace por el exterior e interior del centro hasta el RTIC. A continuación, se describen de forma resumida estos elementos:

#### 17.1.1 Arqueta de entrada

La arqueta de entrada es un recinto exterior al centro, donde confluyen las canalizaciones de todos los operadores de telecomunicación y la canalización externa que enlaza con el RTIC. Soporta las redes de enlace o de alimentación y se construirá de acuerdo a la norma UNE 133100 – 2, "Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 2: Arquetas y cámaras de registro".

La arqueta de entrada se colocará enterrada en la acera lo más próxima al edificio o a la valla perimetral del centro y siempre en la zona de dominio público. Se deberá tener en cuenta su ubicación en la proximidad de las infraestructuras existentes de los operadores de telecomunicaciones –inferior a diez metros- con el fin de minimizar la canalización de entronque entre sus arquetas y la arqueta de entrada.

Todos los elementos de la Red de Acceso deben quedar claramente recogidos en el plano correspondiente, incluyendo la infraestructura próxima de los Operadores de Telecomunicaciones, ya se trate de una arqueta, poste, caja de fachada o cualquier otro elemento desde el que se vaya a efectuar previsiblemente la conexión con la nueva infraestructura a construir.

Dichos elementos deben estar referenciados con respecto al límite de propiedad del centro. Para posibilitar la solicitud de las preceptivas licencias municipales, en la zona de dominio público, en el plano de la Red de Acceso deberá estar contenida, como mínimo, la información siguiente:



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- **Características de los elementos de las infraestructuras:** Medidas interiores de las arquetas, número y dimensiones de los tubos.
- **Situación y disposición de los elementos:** Distancias acotadas entre la arqueta de entrada y la arqueta final del Operador; distancia y recorrido de la canalización exterior y de la canalización de enlace; punto de entrada al centro; punto de entrada al edificio donde se sitúa el RTIC; distancias y recorridos hasta el mismo.

En aquellos casos excepcionales en que, por insuficiencia de espacio en acera o por prohibición expresa del organismo competente, la instalación de este tipo de arquetas no fuera posible se habilitará un punto general de entrada formado por:

- Registro de acceso: En la zona limítrofe del centro de dimensiones capaces de albergar los servicios equivalentes a la arqueta de entrada y siendo en todo caso sus dimensiones mínimas 400x600x300 mm.
- Pasamuros: Que permita el paso de la canalización externa en su integridad. Dicho pasa muros coincidirá en su parte interna con el registro de enlace, debiendo quedar señalizada su posición en su parte externa.

Los registros de acceso se podrán realizar:

- Practicando en el muro o pared de la fachada un hueco de las dimensiones de profundidad indicadas, con las paredes del fondo y laterales perfectamente enlucidas. Deberán quedar perfectamente cerrados con una tapa o puerta, con cierre de seguridad, y llevarán un cerco que garantice la solidez e indeformabilidad del conjunto.
- Empotrando en el muro una caja con la correspondiente puerta o tapa.

Será responsabilidad del operador el entronque entre su red de servicio y la arqueta o el punto de entrada general del centro.

### 17.1.2 Canalización externa

Conjunto de conductos subterráneos, entre la arqueta de entrada y el punto de entrada general al recinto del centro. Introduce las redes de acceso al inmueble. La construcción seguirá la norma UNE 133100-1. Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 1: Canalizaciones subterráneas.

La canalización externa estará formada por un mínimo de 4 conductos de PVC rígido o flexible de 63 mm de diámetro exterior, como mínimo y de pared interior lisa. Se proyectará la canalización de forma tal que el trazado por el dominio público sea el mínimo para poder acceder al centro.

Se estimarán al menos dos operadores de acceso para servicios de telefonía y datos y con un tubo mínimo de reserva para cada uno de ellos para futuras ampliaciones o averías.

### 17.1.3 Punto de entrada general y canalización de enlace

El punto de entrada general y la canalización de enlace es el lugar donde la canalización externa accede a la zona común del centro a partir de la cual, por medio de conductos o canales, se guían los cables de las diferentes redes de acceso de los operadores hasta el armario de distribución principal ubicado en el RTIC con el fin de que la operadora pueda llevar la fibra del exterior hasta dentro del rack sin problema.

## **AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE**

En el caso de que el punto de entrada al centro sea una valla perimetral se construirá una canalización subterránea, de las mismas características que la canalización externa, hasta el edificio que permita enlazar con la sala RC, eliminándose el registro de enlace asociado al punto de entrada general. En estos casos el punto de entrada general se considera que es el elemento pasa muro, capaz de albergar los conductos de 63 mm de diámetro exterior que provienen de la arqueta de entrada.

La canalización de enlace, en su caso, estará formada por el mismo número de tubos de PVC que la canalización externa o metálicos resistentes a la corrosión, si fuera preciso, hasta llegar a los edificios donde se podrá utilizar canales o bandejas superficiales o bajo falso techo según proceda.

En el caso de canalización de enlace por canales deberán preverse cuatro compartimentos independientes para garantizar la provisión de servicio de los operadores de telecomunicación siendo la superficie útil necesaria mínima de 335 mm<sup>2</sup> para cada compartimento.

### **17.2 Infraestructura de la Red de Campus**

La infraestructura de la red de campus es el conjunto de canalizaciones y arquetas o armarios de registro entre el RTIC y el resto de salas de repartidores de edificio (RE). Posibilita la continuidad de las redes de acceso y la distribución de los servicios centrales desde la sala de comunicaciones a todos los edificios del inmueble.

Se proyectará la canalización de forma tal que el trazado sea el mínimo para poder interconectar los diferentes edificios. La canalización externa subterránea estará formada por un mínimo de 2 conductos de PVC rígido o flexible de 63 mm de diámetro exterior y de pared interior lisa. La canalización por recorridos de interior estará formada por un mínimo de 2 conductos de PVC rígido de 40 mm de diámetro exterior y de pared interior lisa o bandejas o canales con capacidades equivalentes.

Los registros de paso serán armarios de dimensiones mínimas 450 x 450 x 150 mm (alto x ancho x fondo), o arquetas de dimensiones interiores mínimas, 400 x 400 x 400 mm.

### **17.3 Especificaciones de la canalización exterior**

A continuación, se describen las características técnicas de los diferentes elementos y los requerimientos de instalación. Esta norma es aplicable, tanto para las infraestructuras de la Red de Acceso, como para las infraestructuras de la Red de Campus.

#### **17.3.1 Canalizaciones subterráneas**

Las canalizaciones subterráneas son la parte de la infraestructura destinada al alojamiento de los cables de la red que discurren subterráneos, estando formada en su conjunto por las canalizaciones, las salidas laterales y las arquetas.

La ejecución de la obra civil de canalización subterránea comprende todas las actividades necesarias para la conformación de cualquier tipo de sección, en aceras o calzadas pavimentadas o no, así como en tierra o jardín y vendrán especificadas en el Proyecto Técnico de construcción.

Los conductos a emplear en las canalizaciones enterradas serán tubos corrugados con estructura de doble pared de polietileno a coextrusión, diámetro exterior medio 63 mm, con la parte interior lisa y la

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

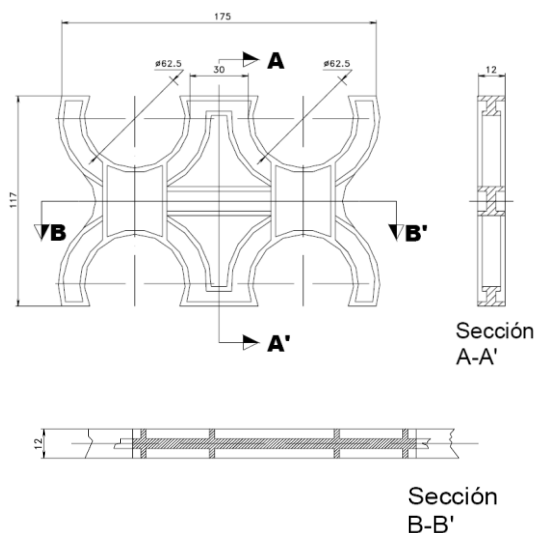
exterior corrugada que se usarán para contener los cables de red. Tanto la pared externa como interna de los tubos se fabricará siempre con polietileno de alta densidad (PEAD).

Los tubos corrugados se unirán mediante manguitos adecuados equipados con una arandela central interna que actúa como tope, asegurando una distribución equitativa de los dos tubos a unir. Los manguitos están fabricados en polietileno de alta densidad (PEAD).



**Figura 41 - Manguitos de unión**

En la formación de canalizaciones de tubos se emplearán soportes distanciadores de material plástico (polipropileno) para mantener las distancias entre los tubos y permitir el relleno uniforme entre ellos.



**Figura 42 - Soportes distanciadores**

Para la señalización de la canalización se utilizará cinta plástica de polietileno, propileno u otro material insensible a microorganismos y resistentes a la decoloración y variación del color, de anchura 10 a 20 cm, que incorpore un hilo de acero inoxidable de diámetro 0,5 mm embutido en una acanaladura longitudinal interior. Esta cinta proporciona, además de la advertencia de la presencia del prisma, la posibilidad de detectar el trazado de la ruta inyectando una señal por su hilo de acero y resulta imprescindible si solo van a ubicarse en la canalización cables dieléctricos de fibra óptica.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Para evitar obstrucciones o presencia indeseada de humedades, roedores, etc., en los conductos, éstos deberán ser obturados en el momento de su instalación en la zanja mediante tapones, debiendo conservarse obturados permanentemente hasta el tendido del cable. Los tapones obturadores están contruidos fundamentalmente por una junta de material elástico que, al ser comprimida por acción de la leva, se expande produciendo presión sobre el interior del conducto, obteniendo así la obturación del mismo.



**Figura 43 - Tapones de obturación conductos**

En cada tubo de la canalización se instalará una guía realizada mediante cuerda de plástico, preferentemente de polietileno (PE) de 5 mm de diámetro.

### 17.3.2 Salidas laterales

En este apartado se describen las características técnicas, así como los materiales a emplear de las salidas de canalización lateral para acceder a los diferentes puntos del exterior (fachadas, postes, interior de edificios o armarios), al objeto de dar continuidad a la infraestructura de la Red de Acceso o de la Red de Campus hacia el interior de los edificios.

El objetivo es dejar preparada una infraestructura que permita, en su momento, la utilización de la red de acceso por los operadores de la red pública y la red de campus para la instalación de los enlaces necesarios entre los edificios del inmueble. Se trata por tanto de dejar el camino preparado hasta el RTIC, incluida la perforación del muro de fachada, que se protegerá con una caja estanca de superficie en la parte superior del tubo de acero.

Para ello se realizarán las actuaciones siguientes:

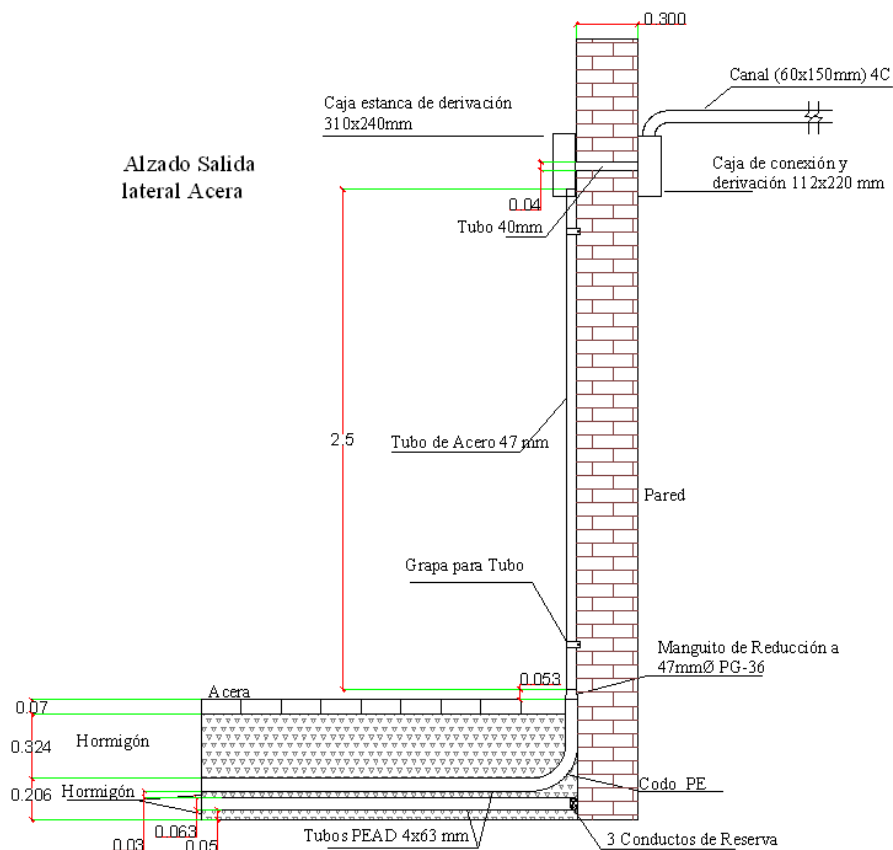
- Se instalará una arqueta de registro de enlace próxima a la fachada, por lo cual entrará la Red de Acceso al interior del edificio.
- En la red de acceso se realizará la salida lateral a fachada dejando cuatro conductos de diámetro 63 mm al nivel de la acera: tres conductos obturados y en el cuarto se instalará el tubo de acero de diámetro 47 mm de diámetro exterior, con manguito de reducción PG-36.
- En la red de campus se realizará la salida lateral a fachada dejando dos conductos de diámetro 63 mm al nivel de la acera: un conducto obturado y en el segundo se instalará el tubo de acero de diámetro 47 mm de diámetro exterior, con manguito de reducción PG-36.
- Se realizará la perforación de diámetro 40 mm en el muro de fachada que quedará protegida por una caja estanca. En el pasamuros se instalará un tubo plástico para disminuir el rozamiento con el cable de comunicaciones.



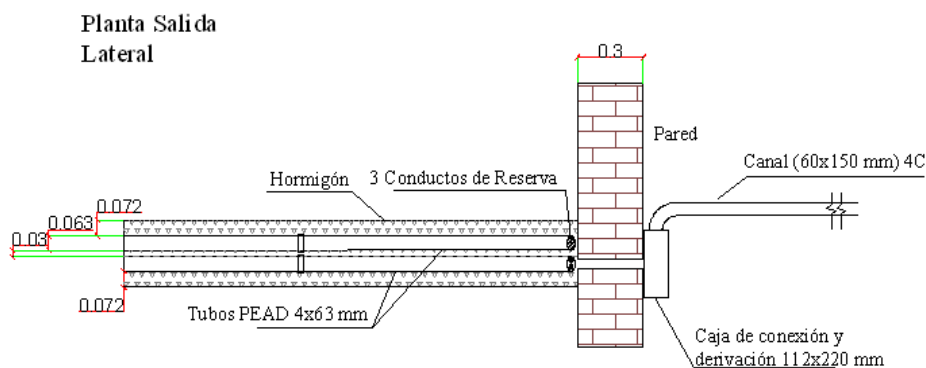


## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- En el interior se instalará una caja de derivación y conexión a partir de la cual se colocará la canal, bandeja o tubo, según sea la solución técnica adoptada, hasta llegar al RTIC.

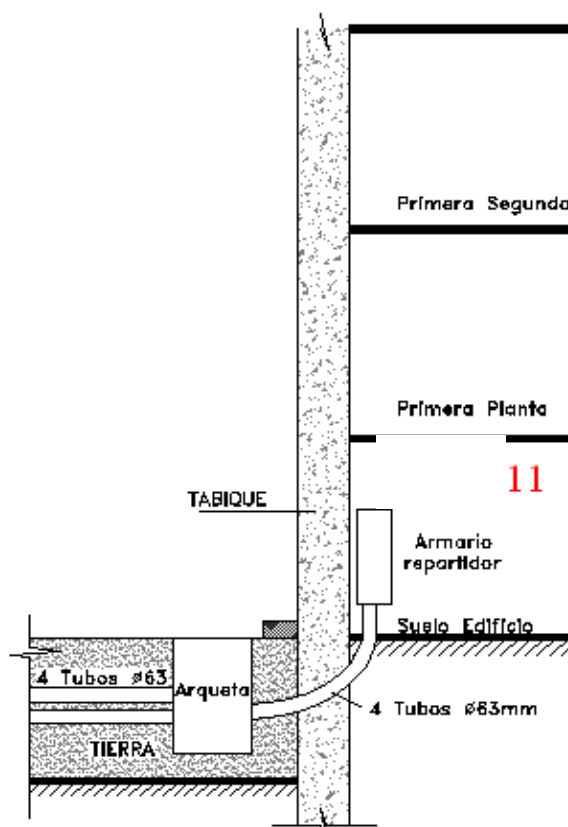


**Figura 44 - Alzado salida lateral a fachada de la Red de Acceso**



**Figura 45 - Planta salida lateral a fachada de la Red de Acceso**

En la siguiente figura se representa el caso particular en el que se pueda realizar la entrada de los tubos de canalización a través de la planta sótano.

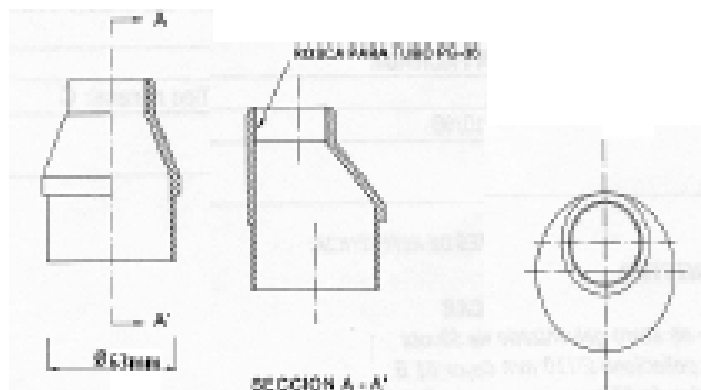


**Figura 46 - Canalización de entrada a edificios con planta sótano**

### 17.3.3 Materiales

Las salidas laterales de canalización están constituidas por:

- Una canalización lateral: de 4 o 2 conductos PEAD corrugado de 63 mm de diámetro exterior, que parte desde una arqueta de registro y se dirige hacia el punto de salida. La canalización lateral se curva y deriva hacia el punto de salida en las proximidades de éste.
- La salida: en la que la canalización lateral emerge hacia una fachada o poste o armario. O bien penetra en el interior de un edificio.
- Codos: dado los tubos corrugados a utilizar, las curvas de salida hacia las fachadas, armarios o edificios adoptarán la curvatura de los propios tubos, sin necesidad de codos preformados.
- Manguitos de reducción: para el acoplamiento de los tubos de la canalización a los tubos que se fijan a la pared o poste. Serán de fundición dúctil. Por un lado, se introduce el tubo corrugado de 63 mm y por el otro se rosca al tubo de acero (PG-36).



**Figura 47 - Manguitos de reducción tubos de fachada**

- **Tubos de fachada:** deberán tener unas características adecuadas de resistencia mecánica y frente a la corrosión y el envejecimiento. Deberán tener una longitud de 2,5 m y, como mínimo, una resistencia al impacto de 6 J y una resistencia a la corrosión interior con calificación media y exterior elevada. Los tubos cumplirán con la norma UNE-EN-50086-2-1. Los tubos serán de acero, de 44 mm de diámetro interior y 47 mm de diámetro exterior, conforme a la norma UNE 19042 y estarán galvanizados en caliente de acuerdo con la norma UNE 37505, salvo en las zonas roscadas, en las que la protección podrá ser realizada con pintura de zinc. En la parte inferior llevarán un tramo roscado con rosca normalizada de PG-36.



**Figura 48 - Tubos de fachada**

- **Caja estanca de derivación:** Las cajas de derivación están fabricadas en material plástico libre de halógenos. Son cajas estancas con grado de protección IP 54 y grado de resistencia al impacto IK 07, con entradas laterales a las que se podrán acoplar conos ajustables multidíametro para entrada de conductos, son precintables y van provistas de tornillos plásticos de cierre rápido de ¼ de vuelta e impermeables.

Están fabricadas conforme a la directiva 2014/35/UE, normas IEC 60998-2:

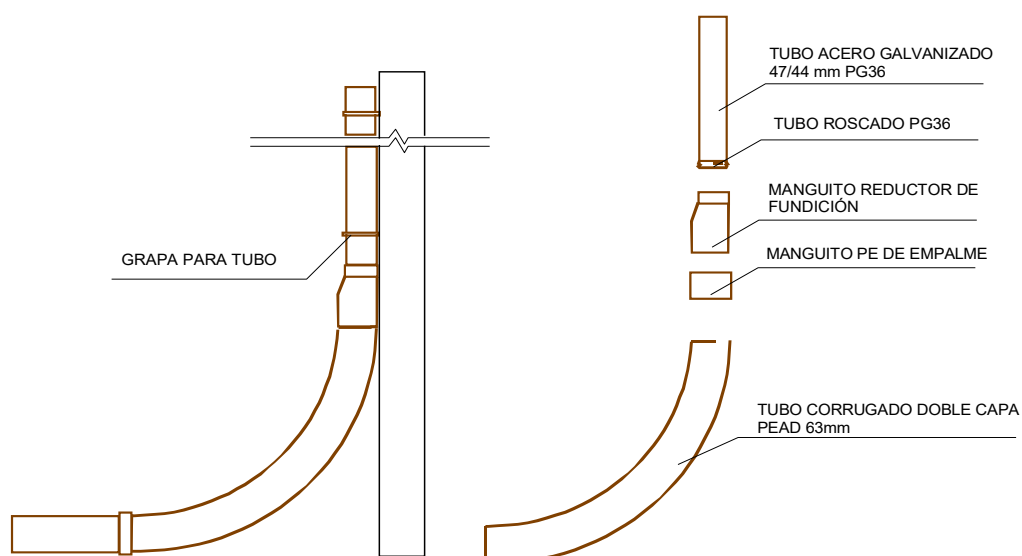
- Grado de autoextinguibilidad: HB (UL94)
- Resistencia al hilo incandescente: 650 °C
- Presión de bola: 70 °C
- Dimensiones de 310x240x125 mm: 4 conos para tubo de Ø máximo 32 mm (M32) y 2 conos para tubo de Ø máximo 40 mm (M40) y 6 conos para tubo de Ø máximo 50 mm (M50).





**Figura 49 - Caja estanca de derivación**

- **Material complementario:** Grapas de acero inoxidable de diámetro exterior de 47 mm., tornillos, tacos de expansión para fijación de tubos a poste o fachada. Se fijarán 3 grapas, que serán de 2 tornillos, por cada tubo.



**Figura 50 - Elementos salida lateral fachada**

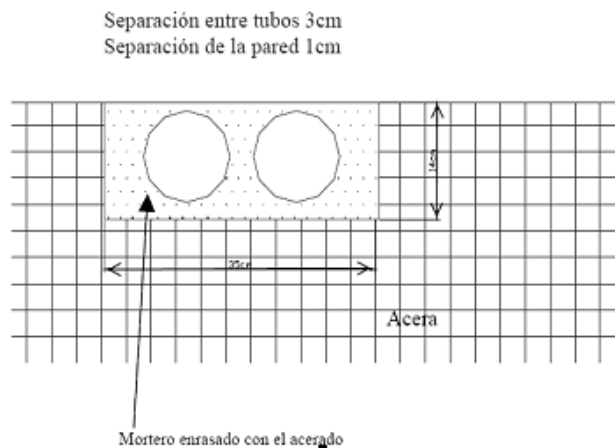
### 17.3.4 Construcción

La ejecución de la obra civil de salidas laterales de canalización comprende todas las actividades necesarias, en aceras o calzadas, pavimentadas o no, así como en tierra o en jardín o en obras de fábrica, muros, postes, arquetas, etc. Las normas y materiales de construcción son los mismos que para la canalización exterior y de enlace.

Toda la zona de los tubos curvados se rellenará de hormigón HM-15 sin recubrir el manguito de reducción. El manguito de reducción o los tubos de la canalización sobresaldrán aproximadamente 2 cm del nivel del terreno o pavimento.

Todos los tubos de reserva (de 1 a 3 según el perfil de la canalización), hasta ser ocupados se obturarán eficazmente (tanto en las entradas de conductos de las arquetas como en las salidas a fachada) contra

la lluvia o agua de escorrentía o polvo con tapones de tipo maceta y enrasados con el pavimento, protegidos mediante una capa de mortero que cubra los conductos terminados.



**Figura 51 - Disposición de los conductos**

Todos los conductos, estén vacíos u ocupados por cables, se obturarán en las arquetas y salidas laterales a fachada. Estas obturaciones evitarán la entrada de agua, barro, gases explosivos y roedores.

### 17.3.5 Replanteo

Se deberá poner especial énfasis en el replanteo debidamente documentado y detallado de los taladros a realizar teniendo en cuenta los posibles servicios existentes, tipo de obra de fábrica prevista, cotas y distancias respecto de referencias fijas del lugar exacto en el cual se vayan a realizar los taladros (plantas, sótanos, aparcamientos, etc.) todo ello de acuerdo con las normas y permisos concedidos por los responsables del centro. Los taladros deberán quedar perfectamente protegidos y obturados hasta la definitiva colocación de los tubos de la canalización lateral.

### 17.3.6 Tendidos aéreos

Para la instalación de la red de campus entre los edificios de un inmueble tanto en edificaciones nuevas como en remodelación o ampliación de las instalaciones existentes se procurará utilizar el método de canalización subterránea, sólo cuando se justifique la imposibilidad física o sea inviable técnica o económicamente y siempre según el criterio del responsable de Madrid Digital, se podrá utilizar el sistema de cruce aéreo entre edificios.

Deberán emplearse piezas de anclaje embutidas en la pared o atornilladas a ella; el anclaje en su conjunto cumplirá las siguientes condiciones:

- Resistencia a la tracción mínima en la dirección del cable soporte, una vez construido el anclaje, igual a 1,10 veces la tensión de rotura nominal del cable soporte empleado, sin experimentar deformación ni deterioro alguno los elementos del anclaje ni la propia pared.
- El sistema empleado será acorde con la resistencia de la pared y esta resistencia será suficiente para las solicitudes previstas.
- No se emplearán fijaciones de tornillo de menos de 8 mm de diámetro ni 70 mm de profundidad.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Las piezas de anclaje que sean de acero estarán galvanizadas en caliente, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461. Las piezas no siderúrgicas tendrán una protección equivalente a la indicada.

Se utilizará para ello un cable de acero como guía entre los edificios que soportará un tendido de tubo aceroflex bajo el que discurrirá el cable de unión. El cable guía se hará firme mediante abrazadera de fleje de acero con hebilla, para zunchar y abrochar. El fleje estará soldado al tornillo y el conjunto recubierto de polietileno, salvo la zona roscada del tornillo. La sujeción del tubo de aceroflex al cable de acero de guía se realizará mediante bridas metálicas. En ambos extremos se utilizará una caja estanca.

Los soportes auxiliares para suplementar la altura serán perfiles de acero del tipo EN 10025 S275 JR, galvanizados en caliente conforme a la norma UNE-EN ISO 1461 y tendrán una longitud total máxima de 2,5 m.

El vano de cruce tendrá 20 m de longitud máxima. Para distancias mayores, se colocará un poste o los postes necesarios o bien se efectuará el cruce mediante canalización subterránea.

Se tenderá un soporte para cada cable de telecomunicaciones. El gálibo mínimo del cable en las condiciones más desfavorables de temperatura y sobrecargas no será inferior a 6 m. Como norma general, el cruce será sensiblemente perpendicular a las fachadas y los puntos de fijación estarán a la misma altura, aunque para ello hayan de emplearse soportes auxiliares para suplementar la altura de una de las fachadas (o de ambas, si lo que es preciso es aumentar el gálibo).

Las fijaciones se harán a una distancia mínima de las esquinas de 30 cm. Para la ejecución de las fijaciones se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Nunca se efectuarán en paredes que ofrezcan dudas en cuanto a la fiabilidad e insuficiencia de su resistencia.
- Se extremarán las precauciones y las normas de buena práctica en todas las fases de la ejecución.

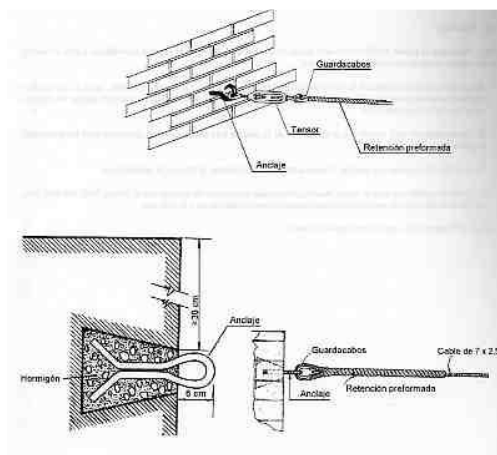
Cuando las fijaciones se realicen mediante piezas de anclaje embutidas en la pared, el hormigón a emplear para rellenar el hueco practicado en la pared cumplirá la legislación vigente (Instrucción de Hormigón Estructural) a este respecto, será de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm y tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- El hueco practicado se limpiará bien, con agua abundante, antes de ubicar la pieza de anclaje.
- En ningún caso se tenderá el cable antes de tres días después de colocado el hormigón para rellenar el hueco.

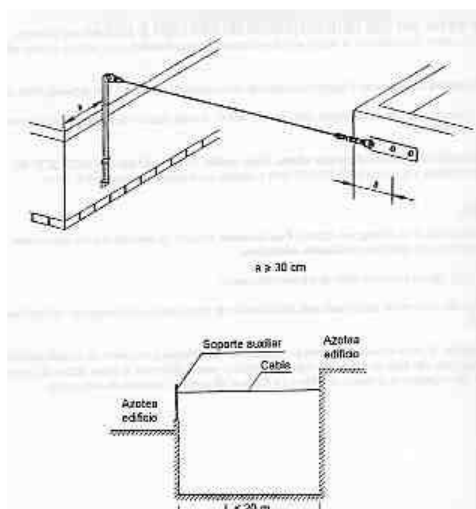
La sujeción a la pared de los soportes auxiliares indicados anteriormente se hará mediante dos o más puntos de fijación, observando una distancia mínima entre los puntos de fijación extremos de 40 cm. La orientación de los soportes auxiliares será con su resistencia máxima en la dirección del cruce y la separación mínima de los puntos de fijación a las esquinas o bordes de los paramentos será de 30 cm.

Las siguientes figuras muestran dos tipos de anclajes a la pared:





**Figura 52 - Tipos de anclaje a la pared**



**Figura 53 - Esquema instalación cruce aéreo**

### 17.3.7 Arquetas

Este apartado tiene por objeto definir las características generales de las arquetas de registro a utilizar en las canalizaciones subterráneas para la instalación de cables de telecomunicaciones. Establece los tipos en función de sus dimensiones y las características mínimas de los materiales constitutivos, componentes y accesorios necesarios, así como los procesos constructivos correspondientes.

Los registros son recintos subterráneos que seccionan las canalizaciones a lo largo de su trazado y en los que se realiza el registro y operación de la red de telecomunicaciones, mediante las siguientes operaciones:

- Tendido de cables.
- Realización y alojamiento de empalmes de cables y cajas de empalme o contenedores de elementos pasivos o activos de la red.
- Alojamiento y operación de elementos de conexión.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

- Cambios de dirección o bifurcaciones de la ruta, para su conformación topológica.
- Todas las operaciones auxiliares de detección, mantenimiento y explotación de red que sean precisas.

Se denominará arqueta de registro prefabricada aquella que se construye en fábrica como estructura resistente, sin aportaciones en obra a tal efecto.

### 17.3.7.1 Tipos de arquetas

Se han seleccionado dos tipos de arquetas de planta cuadrada y normalizadas y, como caso especial, un armario de registro de acceso. Estos elementos están basados en el R.D. 346/2011: Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

Será preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. Dispondrá de cierre de seguridad y de dos puntos para el tendido de cables, situados a 15cm. por encima del fondo, en paredes opuestas a las entradas de conductos, que soporten una tracción de 5kN. Las tapas deben cumplir lo especificado en la norma UNE EN 124 para la Clase B 125, con una carga de rotura superior a 125kN y junta de estanqueidad. Deberán tener un grado de protección IP 55.

La arqueta dispondrá de un sistema de drenaje. Así mismo, deberá estar asentada sobre el terreno convenientemente acondicionado para favorecer el drenaje.

Según sus dimensiones y función a realizar se distinguen las arquetas siguientes:

- **Arqueta de entrada:** de dimensiones interiores 600 x 600 x 800 mm. (largo x ancho x fondo). La arqueta de entrada se define como el recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicaciones de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicaciones del centro. Se encuentra en la zona exterior del centro (dominio público) y a ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT del centro. Su construcción corresponde a la propiedad.

Se instalará en la zona exterior del centro, próxima a la valla perimetral del centro y a una distancia igual o menor de 10 m con respecto a la infraestructura existente de los operadores de red pública (arquetas, cajas de fachada, armarios, postes, etc.). Esta distancia se mantendrá con carácter general, salvo que su ubicación implique el cruce de calzadas, en cuyo caso se instalará en la acera del centro. En todo momento se intentará minimizar el recorrido y longitud de la canalización exterior (distancia entre arqueta de entrada y el punto de entrada general al centro) en la vía pública. A dicha arqueta accederán los distintos operadores, sin restricciones.

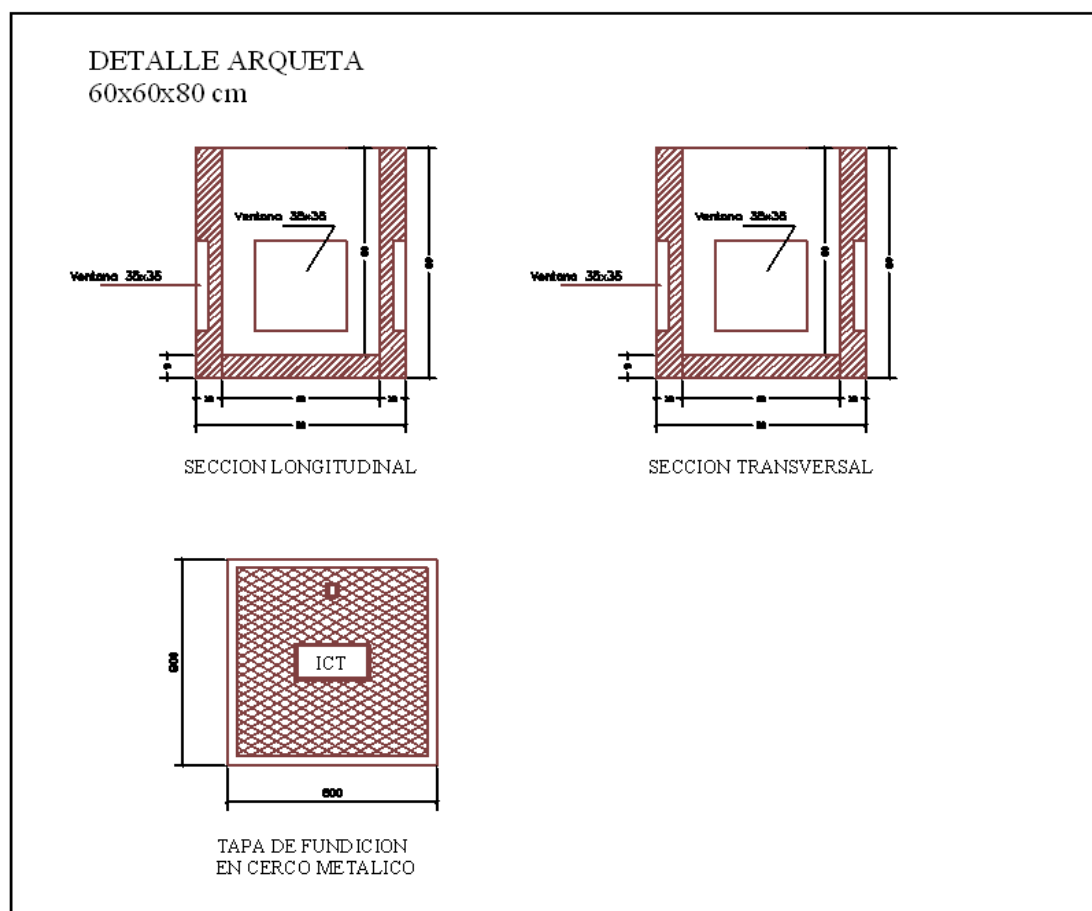
- **Arqueta de registro de enlace:** de dimensiones interiores mínimas 400 x 400 x 400 mm. (largo x ancho x fondo). Las arquetas de registro de enlace se definen como los elementos que se intercalan en la canalización de enlace, cada 50 m de longitud como máximo en canalización subterránea y en los puntos de intersección de dos tramos rectos no alineados. Estas arquetas serán utilizadas en la canalización de enlace y en las canalizaciones de la Red de Campus.

Se instalarán en el interior del centro (canalización de enlace para la Red de Acceso y canalizaciones de enlaces entre edificios para la Red de Campus).

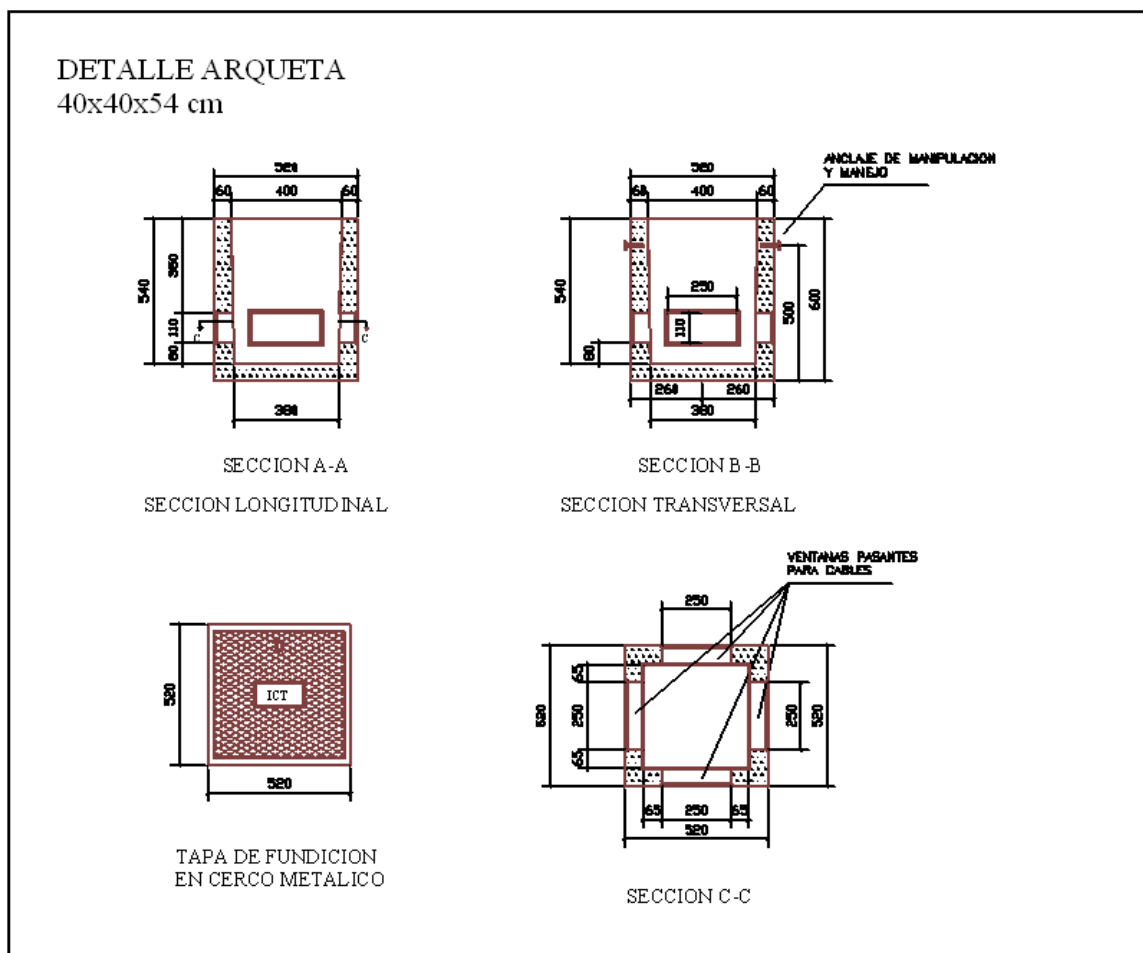
- **Armario registro de acceso (ARA):** Según el R.D. 346/2011-Anexo III “Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones”, Apartado 5: “Diseño y dimensionado”, en aquellos casos excepcionales en que, por insuficiencia de espacio en acera o por prohibición expresa del organismo competente, la instalación de este tipo de arquetas no fuera posible, se habilitará un punto general de entrada formado por:
  - Registro de acceso en la zona limítrofe de la finca (en este caso el centro) de dimensiones capaces de albergar los servicios equivalentes a la arqueta de entrada; en todo caso, sus dimensiones mínimas serán de 400 x 600 x300 mm (altura x anchura x profundidad); o
  - Pasamuros que permita el paso de la canalización externa en su integridad. Dicho pasamuros coincidirá en su parte interna con el registro de enlace, y deberá quedar señalizada su posición en su parte externa.

Será responsabilidad del operador el enlace entre su red de servicio y la arqueta o el punto de entrada general del inmueble.

En las figuras siguientes se representan los dos tipos de arquetas mencionados y el armario de registro de acceso:



**Figura 54 - Arqueta de Entrada 600x600x800 mm**



**Figura 55 - Arqueta de Registro de Enlace 400x400x540 mm**

### 17.3.7.2 Tapas y cercos

Las arquetas estarán equipadas con cerco y tapa de fundición dúctil en grafito esferoidal, según la norma UNE EN 124 y carga de rotura B125. Las características principales son las siguientes:

- Materiales: fundición esferoidal (nodular-dúctil) de los tipos EN-GJS 400-15 ó 450-10, ó EN-GJS-500-7, definidos en la norma UNE-EN 1563 “fundición de grafito esferoidal”.
- Tapa y marco de luz libre 600x600 y 400x400 clase B-125 según norma EN-124.
- Dispositivo modular, compuesto de un marco y una tapa desmontable.
- Presión de apoyo del marco: 1,15 N/mm<sup>2</sup> (norma 7,5 N/mm<sup>2</sup>).
- Trazabilidad: día, mes y año de fabricación.
- Revestimiento: pintura negra epoxi poliéster ó hidrosoluble negra.
- Carga de ensayo: 125 kN/250 kN mínimo según EN-124, carga de rotura mayor a 125 kN/250 kN.
- Flecha residual o deformación: 8 mm máximo según norma EN-124.

### **17.3.7.3 Elementos complementarios**

Las arquetas se suministrarán con los siguientes elementos complementarios:

- Soporte para apoyo de los cables: regletas, plataformas o ganchos atornillados.
- Ganchos de tiro serán de acero según la norma UNE-EN 10025.
- Elementos de suspensión y manejo: para su correcta suspensión y manipulación en las maniobras de instalación. Serán de acero galvanizado en caliente.

### **17.3.7.4 Construcción e instalación**

La entrada de agua en la arqueta con posterioridad a su construcción debe evitarse con las actuaciones siguientes durante su construcción:

- Obturando los conductos libres mediante los tapones descritos en el apartado “CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS” y los ocupados mediante espuma de expansión correctamente recortada una vez aplicada la misma.
- Rellenando eficazmente con mortero de cemento los espacios no ocupados por conductos, en las entradas de las canalizaciones.
- Sellando los apoyos de las tapas, con procedimientos o materiales que permitan su accesibilidad sin deterioro, tales como un hilo de silicona que pueda ser desprendido con posterioridad.

## **17.4 Instalaciones en Fachada**

Este apartado tiene por objeto definir las características generales de la instalación de redes de telecomunicaciones por las fachadas estableciendo las condiciones y elementos constitutivos de los modos de instalación para cables y su canalización.

Los cables y demás elementos estarán, como norma general, a una distancia mínima del suelo de 2,5 m.

El radio de curvatura que deban adoptar los trazados de los cables será como mínimo, igual al radio de curvatura mínimo admisible especificado por el fabricante, aconsejándose que no sea menor de 1,2 veces dicho valor mínimo admisible.

En el replanteo previo a la instalación se definirán los recorridos para que los cables tengan el mínimo número de curvas y desviaciones y encuentren el menor número posible de obstáculos en cuanto a cruces con otros elementos, bajantes de aguas, cables eléctricos, etc.

Los cableados por fachada se evitarán siempre, utilizando preferentemente soluciones canalizadas. Sólo serán posibles por necesidad justificada y antes de comenzar la instalación será necesario contar con todos los permisos del centro y del técnico responsable de Madrid Digital.

Con tuberías de gas se recomienda mantener unas distancias mínimas de 20 cm en paralelismos y 5 cm en cruces y si ello no es posible, nunca serán menores de 3 cm y 1 cm respectivamente. En todo caso, se respetará, además, lo establecido por la Compañía de Gas o la Dirección Técnica competente en el ámbito de la obra.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Las cajas de registro a instalar en fachada deberán tener un grado de protección mínimo IP 43 según norma UNE 60529. La distancia mínima entre la caja y cualquier esquina o borde de pared será de 25 cm para cajas cuya dimensión máxima sea menor de 40 cm; si dicha dimensión es igual o mayor de 40 cm, la distancia mínima será 50 cm.

No se colocarán cajas encima de puertas o ventanas ni, en general, en lugares donde haya riesgos de accidentes o daños a las propias cajas por trabajos frecuentes para otros servicios del edificio, tales como montacargas, aparatos de ventilación, etc.

### 18 Canalizaciones de interior

Las canalizaciones de interior son elementos que soportan y protegen la instalación de los cables tanto de energía como de telecomunicaciones dándoles a todos ellos un camino organizado, de forma que se facilite su localización en las tareas de operación y mantenimiento.

La empresa instaladora, en el estudio técnico de la instalación (consecuencia de la toma de datos y replanteo), o bien la empresa de ingeniería encargada de realizar el proyecto, deberán incluir en su documentación los cálculos justificativos del diseño de las canalizaciones seleccionadas.

Servicio	Tipo de cable	Diámetro exterior máximo mm.	Sección (mm <sup>2</sup> )
Datos	Cable de 4 pares UTP Cat 6A, 23AWG	7,25	41,28
	Cable 6 FO	6	36
Eléctrico	Cable eléctrico 1x2,5 RZ1-K 0,6/1 kV	6,2	38
	Cable eléctrico 2x2,5 RZ1-K 0,6/1 kV	9,6	92
	Cable eléctrico 2x4 RZ1-K 0,6/1 kV	10,5	110
	Cable eléctrico 2x6 RZ1-K 0,6/1 kV	11,7	137
	Cable eléctrico 2x10 RZ1-K 0,6/1 kV	14	196
	Cable eléctrico 3x2,5 RZ1-K 0,6/1 kV	10,1	102
	Cable eléctrico 3x4 RZ1-K 0,6/1 kV	11,1	123
	Cable eléctrico 3x6 RZ1-K 0,6/1 kV	12,3	151
	Cable eléctrico 3x10 RZ1-K 0,6/1 kV	14,7	216
	Cable eléctrico 3x16 RZ1-K 0,6/1 kV	17,8	317
	Cable eléctrico 4x2,5 RZ1-K 0,6/1 kV	11	121



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Servicio	Tipo de cable	Diámetro exterior máximo mm.	Sección (mm <sup>2</sup> )
	Cable eléctrico 4x4 RZ1-K 0,6/1 kV	12,1	115
	Cable eléctrico 4x6 RZ1-K 0,6/1 kV	13,5	143
	Cable eléctrico 4x10 RZ1-K 0,6/1 kV	16,2	206
	Cable eléctrico 5x2,5 RZ1-K 0,6/1 kV	12	113
	Cable eléctrico 5x4 RZ1-K 0,6/1 kV	13,2	137
	Cable eléctrico 5x6 RZ1-K 0,6/1 kV	14,8	172
	Cable eléctrico 5x10 RZ1-K 0,6/1 kV	17,8	249
	Cable eléctrico 1x35 mm <sup>2</sup>	12,6	159

**Tabla 14 - Secciones de cables de uso más frecuente**

### 18.1 Bandejas

Las bandejas cumplirán la Norma UNE-EN 61537 “Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera”: Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera.

Las bandejas se clasifican según el tipo de instalación en:

- Bandejas metálicas de rejilla: acero con protección superficial, o inoxidable AISI 304 o 316L. Malla de la base de 50 x 100 mm.
- Bandejas metálicas en chapa de acero: perforadas o ciegas
  - Abiertas, con o sin tapas.
  - Cerradas: comportamiento como canal según Norma UNE-EN 50085

Se emplean estas últimas cuando es necesario un mayor grado de protección mecánica. En este caso se deberá incrementar la sección de cables para compensar una menor ventilación.

Según el modo de instalación las bandejas pueden ser de: techo, suelo o pared. El dimensionado se realizará en función de los conductores que transcurran por ella.

De acuerdo con la Norma UNE-EN 61537 los sistemas de bandejas o de bandejas de escalera, deben presentar una continuidad eléctrica adecuada para asegurar una conexión equipotencial y una o varias conexiones a tierra si son requeridas.

Para la elección de un sistema de bandejas, es necesario conocer:

- Peso y diámetro de los cables previstos en la instalación y en futuras ampliaciones.
- Distancia posible entre soportes o puntos de apoyo.



- Protección contra la corrosión.
- Tipo de instalación (abierta, cerrada, ...)
- Modo de instalación (pared, techo, suelo, ...)
- Necesidad de puesta a tierra.
- Compatibilidad electromagnética.

### 18.1.1 Dimensiones de la Bandeja

Conocidos los cables necesarios, en el catálogo del fabricante averiguar su peso por un metro y sección. Cada uno de estos valores deberá incrementarse en un 25% en previsión de futuras ampliaciones.

### 18.1.2 Sección Útil Necesaria

Será la suma de todas las secciones de cables previstos y futuros posibles más un coeficiente de relleno.

$$S_T(\text{mm}^2) = K \frac{100 + R}{100} S_c$$

Donde:

**S<sub>T</sub>**= sección útil necesaria en mm<sup>2</sup>

**K**= coeficiente corrector de relleno: 1,4 cables pequeños; 1,8 cables de potencia

**R**= porcentaje de ampliación y reserva 25%

**S<sub>c</sub>**= suma de las secciones de los cables a instalar en la bandeja.

Conocido el valor de “**S<sub>T</sub>**”, el peso total por metro de los cables “**P**” se obtiene igualmente del catálogo incrementado en el mismo porcentaje (25%) para ampliaciones.

### 18.1.3 Elección del tipo de soporte

Seleccionada la bandeja, se elegirán los soportes adecuados –soportes horizontales, soportes de techo– en función del tipo y modo de instalación. Estos deben de tener la capacidad de carga adecuada para soportar con seguridad el sistema de bandejas más accesorios elegidos, así como el mismo grado de protección contra la corrosión.

Para la correcta instalación de las bandejas se seguirán las instrucciones y recomendaciones del fabricante del producto. Las Normas aplicables son: UNE-EN 61537, UNE-HD 60364-5-52, RETB 2002, ITC-BT 20 y 21.

Las bandejas nunca se deben instalar bajo conducciones de agua, vapor, gas, etc.

Se debe mantener una correcta ventilación de los cables, por lo que se debe respetar una distancia entre bandejas de al menos 300 mm.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Cuando se instalen bandejas fijadas a la pared mediante soportes o rastreles para salvar el desnivel de la pared, se debe mantener una separación de al menos 20 mm. entre bandeja y pared, para permitir la ventilación de los cables.

Los soportes deben ser los recomendados por el fabricante y en su elección debe tenerse en cuenta: la capacidad de carga, la resistencia a la corrosión y la facilidad de montaje. La distancia entre soportes y puntos de apoyo suele ser de 1,50 m.

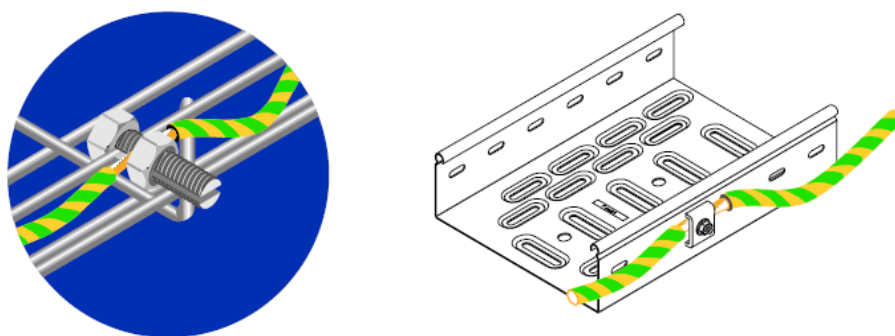
En la fijación de soportes a pared o techo debe prestarse especial atención al taco de expansión empleado, cuidando que sea el adecuado a las características de la edificación. El empleo de raíles permite una mejor distribución de las cargas, a la vez que facilitan la regulación.

Las bandejas se presentan en largos comerciales de 3 m. A efectos mecánicos, los puntos más débiles en una instalación de bandejas son los puntos de unión. Solo el empleo de las uniones recomendadas por el fabricante garantiza el correcto comportamiento del sistema. El lugar ideal para situar la unión se localiza a L/5 del soporte más próximo.

Cuando se realicen cortes en las alas de las bandejas o en la parte inferior, se cubrirán los cortes con juntas de goma eliminando previamente la rebaba con una lima. En la instalación en falso techo se intentará buscar la línea de pasillos.

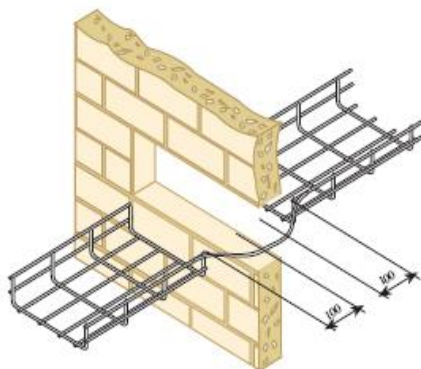
Un sistema de bandejas porta cables, está formado por los necesarios tramos rectos y sus accesorios (curvas, cruces, ...), unidos entre sí mediante las adecuadas piezas de unión.

La continuidad eléctrica del propio sistema (caso de bandejas metálicas), necesaria para conseguir una adecuada puesta a tierra del mismo y garantizar la seguridad de las personas, puede variar por las causas más diversas (oxidación, aflojamiento de las tuercas, recubrimientos aislantes, ...). Para evitarlo, se aconseja la instalación de un circuito independiente de puesta a tierra mediante la conexión de todos y cada uno de los elementos del sistema (bandejas y accesorios), a un conductor de la sección adecuada, no inferior, en ningún caso, a 16 mm<sup>2</sup>.



**Figura 56 - Puesta a tierra de bandejas (rejilla y chapa)**

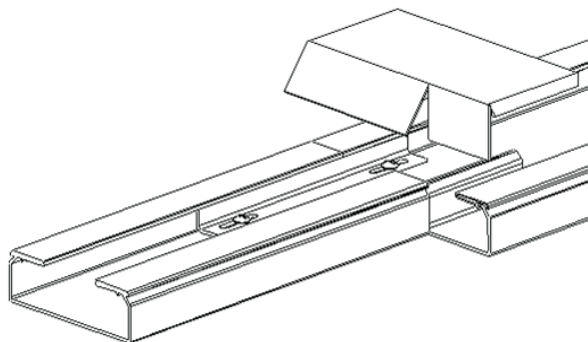
Cuando las bandejas tienen que atravesar una pared, la bandeja debe separarse a ambos lados de la misma aproximadamente 100 mm debiendo mantenerse siempre la continuidad el conductor de tierra. Si las características de las dependencias separadas por la pared son distintas y pueden suponer peligro de humedad, gases o incendio, el hueco en la pared debería cerrarse mediante los sistemas pasamuros homologados.



**Figura 57 - Montaje de una bandeja a través de pared**

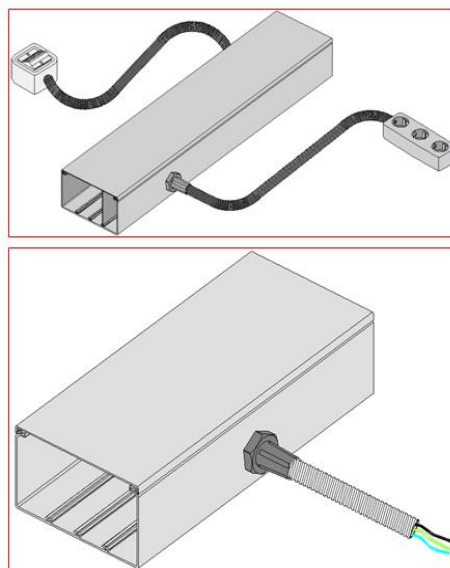


**Figura 58 - Montaje de cableados a través de pared con pasamuros**



**Figura 59 - Reducción de la sección mediante la tapa final (bandeja)**





**Figura 60 - Derivación de canal a tubo**

## 18.2 Tubos

Los tubos cumplirán la Norma UNE-EN 61386-1: “Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales”.

Cuando sea preciso en las canalizaciones secundarias se utilizará tubo corrugado, tipo forroplast, de distintos diámetros, con cajas de registro de acuerdo a las dimensiones de los conductores que transcurran por ellas, con las características de no propagadores de llama y libre de halógenos, cumpliendo las normas UNE – EN 50086.

El diámetro exterior de los tubos será el normalizado conforme a la norma DIN EN 60423: M16, M20, M25, M32, M40, M50 y M63.

Siempre que se realice la instalación bajo tubo, se preverá una reserva de un tubo libre desde 1 a 3 instalados y ocupados, 2 tubos libres entre 4 y 6 ocupados y así sucesivamente. El tubo de reserva deberá tener al menos el mismo diámetro que el de los ocupados y se dejará embocado en las cajas de derivación a lo largo de todo el recorrido de la canalización.

Queda rigurosamente excluida la coexistencia de cableado de la red de comunicaciones multiservicio, con cableado de la red eléctrica cuando la canalización se realiza mediante tubos. Por consiguiente, cada red dispondrá de tubos y cajas de derivación independientes a lo largo de todo el trazado de la canalización.

Los tubos se han de colocar debidamente grapados con una grapa cada 60 cm. aproximadamente de manera que no queden combas ni arrugas. Entre dos registros consecutivos no se dispondrán nunca más de 3 curvas de 90°. Las conexiones de conductores siempre se realizarán en las cajas de empalme o derivación. La profundidad de las cajas de empalme será como mínimo 1,5 D (siendo D el diámetro del tubo mayor que aloje).

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección, existiendo una tabla de radios mínimos de curvatura, que proporciona cada fabricante, en función de la clase de tubo y del diámetro del mismo.

Los tubos metálicos, en las puntas que penetran en las cajas, llevarán sus bordes redondeados o protegidos para no destruir el aislamiento de los conductores y si llevan aislamiento interior, éste sobresaldrá para proteger el conductor.

En los montajes de tubos al aire sobre paramentos, éstos se fijarán a los mismos mediante bridas o abrazaderas sólidamente sujetos, colocados cada 80 cm para tubos rígidos y cada 60 cm para tubos flexibles.

En los cruces de tubos rígidos con las juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí unos 5 cm, y empalmándose posteriormente con un manguito deslizante que tenga una longitud mínima de 20 cm.

Cuando los tubos vayan empotrados se admite la instalación de tubos flexibles, cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y antes de enfoscado de paredes y techos, pudiéndose aplicarse el enlucido posteriormente.

Entre el forjado y el revestimiento superior no se pueden colocar tubos destinados a la instalación de cableado de las plantas inferiores. Para la instalación de cableado de la propia planta se podrán disponer tubos entre el forjado y el revestimiento siempre que éstos sean blindados.

No se fijará el tubo a otras instalaciones existentes, ni a varillas de techo. La instalación ha de quedar lo más limpia posible y se dejarán cortadas las puntas de las bridas de sujeción.

### 18.3 Cajas de derivación

Las cajas de derivación estarán fabricadas en material plástico libre de halógenos. Son cajas estancas con grado de protección IP 54 y grado de resistencia al impacto IK 07, con entradas laterales a las que se podrán acoplar conos ajustables multidímetro para entrada de conductos, son precintables y van provistas de tornillos plásticos de cierre rápido de  $\frac{1}{4}$  de vuelta e imperdibles. Quedarán convenientemente etiquetadas tanto las cajas de derivación del cableado estructurado, como las destinadas a las instalaciones eléctricas asociadas.

Están fabricadas conforme a la directiva 2014/35/UECE, normas IEC 60998-2-5 y IEC 61439:

- Grado de autoextinguibilidad: HB (UL94)
- Resistencia al hilo incandescente: 650 °C
- Presión de bola: 70 °C

Se colocará como mínimo un registro de paso cada 15 m de longitud de las canalizaciones secundarias e interior de usuario y en los cambios de dirección.

Se admitirá un máximo de dos curvas de noventa grados entre dos registros de paso.

Referente a las cajas de derivación y empalme es conveniente recordar que deben ser como mínimo de las características idénticas a las de los tubos protectores de la instalación y sus dimensiones adecuadas





## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

para alojar las derivaciones o uniones de todos los conductores que albergan, con un determinado grado de comodidad para el instalador.

En el caso de la red eléctrica en estas cajas los conductores irán unidos mediante clemas o regletas.

### 18.4 Canaletas

Una canaleta o canal es un conjunto constituido por un tramo recto de base y una o más tapas de acceso, que pueden desmontarse o abrirse, y con otros componentes del sistema, para proporcionar una envolvente para la conducción y protección de cables eléctricos y de comunicaciones.

Las canales cumplirán la Norma UNE-EN 50085-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales y la UNE-EN 50085-2-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para montaje en paredes y techos:

- Protección contra impactos fuertes IK08, material aislante
- IP4X montada sobre pared.
- Protección ante el fuego: hilo incandescente a 960 °C, no propagador de llama y reacción al fuego, clase M1 de acuerdo con norma UNE 23727.

Se utilizarán como elemento de canalización principal o secundaria, siendo apta para su uso en intemperie cuando sea preciso.

Las dimensiones de todas estas canalizaciones estarán en función al número de conductores y sus secciones, según ITC-BT-20 y 21 del R.D. 842/2002.

La instalación incluirá todos los materiales necesarios para el correcto acabado: tabiques separadores, ángulos plano, exterior e interior, tapa final, cubrejuntas, cantoneras y elementos de fijación.

#### 18.4.1 Cálculo de una canaleta<sup>2</sup>.

Los pasos a seguir para la realización del cálculo de una canaleta son:

##### 1. Datos requeridos.

Características de los cables en cada uno de los compartimentos deseados y del modelo de canal

##### 2. Espacio total requerido por los cables en cada compartimento.

Es el resultado de multiplicar el número de cables por la sección unitaria.

<sup>2</sup> Todas las canalizaciones deberán diseñarse con una reserva del 25% para usos futuros, utilizando en todo caso la canalización que mejor se ajusta a este requerimiento evitando así canalizaciones sobredimensionadas.



### 3. Sección necesaria o útil en cada compartimento (mm<sup>2</sup>)

La sección necesaria en cada compartimento viene dada por la fórmula siguiente:

$$S_T(\text{mm}^2) = K \frac{100 + R}{100} S_c$$

**S<sub>T</sub>**= sección útil necesaria en mm<sup>2</sup>

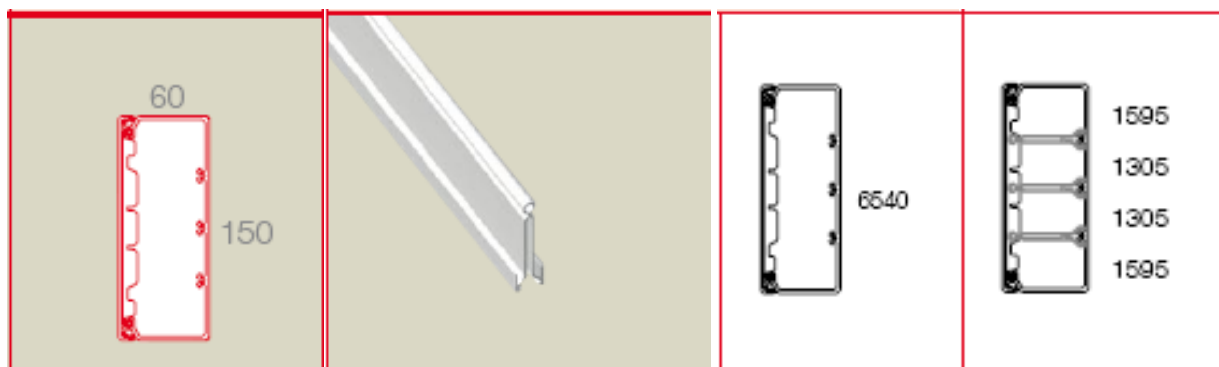
**K**= coeficiente corrector de relleno: 1,4 cables pequeños; 1,8 cables de potencia

**R**= porcentaje de ampliación y reserva 25%

**S<sub>c</sub>**= suma de las secciones de los cables a instalar en la bandeja.

### 4. Selección del canal.

- De acuerdo con las tablas de secciones útiles de cada gama se escogerá un canal que:
  - Tenga el número de compartimentos necesarios.
  - Cada compartimento tenga la sección suficiente. Todas las canalizaciones se diseñarán dejando una reserva del 25% para futuras ampliaciones de la red.
  - Tenga una altura de ala adecuada a las necesidades, según los radios de curvatura de los cables en los cambios de dirección.
- En las canales que dispongan de tabiques desmontables, si es necesario, pueden sumarse las secciones de más de un alojamiento para formar por uno mayor.



**Figura 61 - Compartimentos de una canal 60 x 150 mm**

La instalación de este elemento incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo del trazado y de la colocación de los soportes
- Fijación y nivelación de los soportes
- Fijación de la canal y de los soportes
- Corte en cambios de dirección y esquinas
- Montaje de los elementos de acabado: ángulo exterior, ángulo interior, ángulo plano, cubrejuntas, derivaciones, tapa final, caja de derivación ...



**Figura 62 - Montaje de los elementos de acabado**

El montaje se hará según las instrucciones del fabricante:

- No se deben sobrecargar las canales. Se debe respetar el espacio libre previsto para reserva del 40 %.
- Las canales se instalarán siempre con tapa que estará fijada de acuerdo con las instrucciones del fabricante, sin deformaciones ni alabeos.
- Si tiene separadores interiores desmontables, estarán fijados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con una separación uniforme a cada lado, a lo largo de toda la canal.
- Las piezas de soporte han de ser las indicadas para el tipo de colocación. La distancia entre soportes será  $< 1$  m, con un mínimo de tres por canal, fijadas al paramento con tacos y tornillos.
- Las uniones de los tramos suspendidos de las canales se harán mediante una pieza de unión fijada según instrucciones del fabricante.
- Solo se pueden utilizar canales de tapa desmontable con la mano o con paredes perforadas si se cumplen los siguientes requisitos:
- Los conductores están aislados con cubierta estanca
- En locales públicos, las canales se encuentran en zonas no accesibles
- Se utilizan las cajas adecuadas para mecanismos, terminales y uniones
- Tolerancias de instalación: Nivel de aplomado = 2 mm/m y 15 mm/total
- Si la canal tiene tapa, esta ha de poder abrirse y cerrar sin dificultad para el instalador, a la vez que se debe evitar una apertura sencilla por manipulación de personas ajenas. Quedará paralela al paramento acabado. Cuando se monta como zócalo se garantizará una distancia superior a 15 mm entre suelo y los conductores eléctricos.
- Cuando las canales dispongan de elementos de acabado, como cambios de dirección, derivaciones, finales de canal, etc. los cambios de dirección y finales de canalización estarán cubiertos siempre con un elemento de acabado, que se fijarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los ingletes se realizarán con las piezas diseñadas por el fabricante.



## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

El recorrido de las canales se realizará de acuerdo al Proyecto Técnico y se comprobará en el replanteo de la instalación, consultando con la Dirección de Proyecto cualquier duda que surja antes de proceder a su fijación definitiva.

### 18.4.2 Molduras o Minicanales

Las molduras son una canal de pequeñas dimensiones de PVC con tapa, de uno a tres compartimentos para separar circuitos y que se empleará habitualmente para enlazar la canalización principal con las TT.

Las características principales serán:

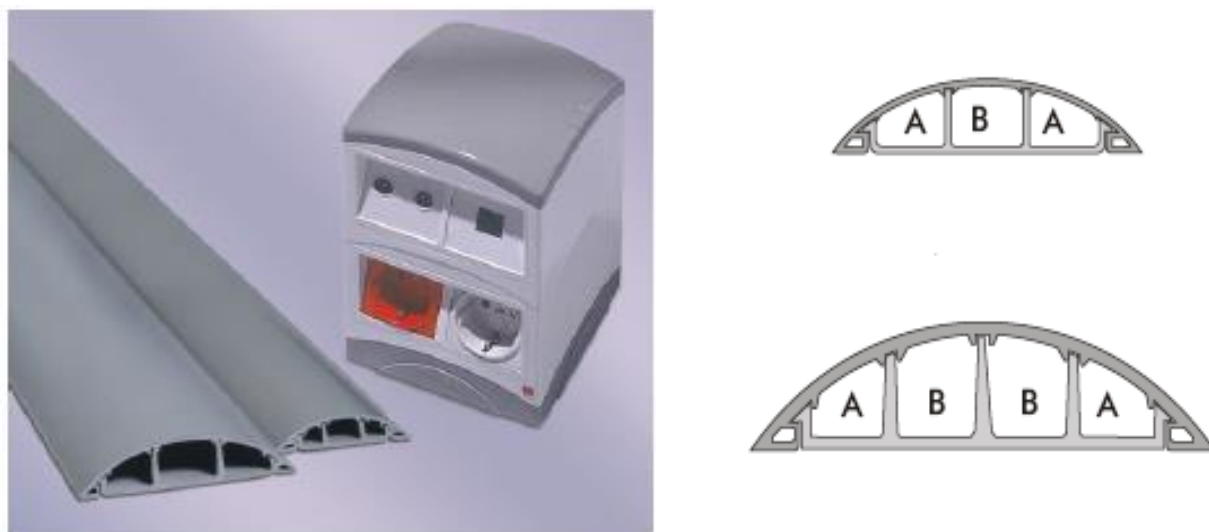
- De material aislante IP4X,
- Protección contra impactos IK07
- Resistencia al hilo incandescente a 960 °C, no propagador de llama y reacción al fuego, clase M1 de acuerdo con norma UNE 23727.

Según las necesidades en la TT, con o sin alimentación, se utilizarán molduras sin compartimentar y con dos compartimentos. La dimensión de la mini canal se escogerá en función del número y tipo de cables a proteger. Las molduras de pequeñas dimensiones que no dispongan de tabique separador se emplearán para tomas de telecomunicaciones sin alimentación eléctrica.

La instalación incluirá todos los elementos de acabado: ángulos planos, de exterior y de interior, tapa final, derivación, cubrejuntas y elementos de fijación.

### 18.4.3 Canales de suelo

En los casos en que los puestos de trabajo estén distanciados de las paredes, y la dependencia no disponga de falso techo o de suelo técnico, excepcionalmente se podrán utilizar canales de suelo superficiales abovedados, dotados con tabiques interiores, para la conducción del cableado al puesto de trabajo, bien para la instalación de cajas con las tomas de telecomunicaciones y las tomas de corriente, bien para la protección del cableado de los equipos finales de usuario.



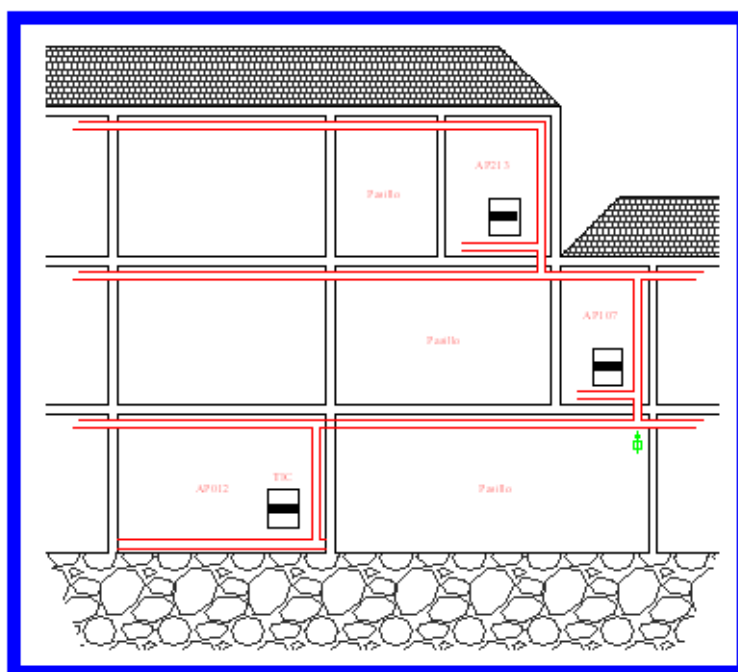
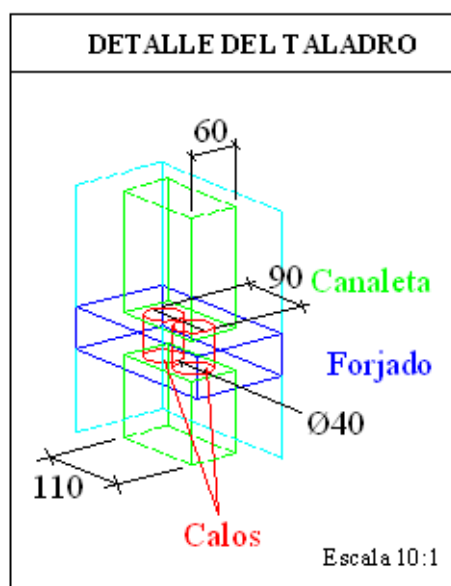
**Figura 63 - Canales superficiales de suelo abovedados y cajas**

La instalación incluirá todos los elementos de acabado recomendados por el fabricante, tales como: ángulos planos, de exterior y de interior, elementos de empalme, cajas de conexión, etc.

## 18.5 Perforaciones entre plantas

Como complemento a los anteriores apartados en este punto se presenta la especificación a seguir para la realización de perforaciones entre plantas ("calos") para el paso de la infraestructura y cableado de la Red Vertical de los edificios.

En la siguiente figura se representa el detalle de los taladros a realizar. El diámetro de los taladros será función del número y secciones de los cables a instalar en la Red Vertical (ver tabla 28) y deberá ser calculado en el Proyecto Técnico. La sección mínima estimada para cada uno de los taladros será de Ø 40 mm.



PERFIL DE PLANTAS

**Figura 64 - Calos entre plantas**

Se realizarán siempre taladros diferenciados para el paso del cableado de la red de comunicaciones y para el paso del cableado de la red eléctrica.

Las perforaciones se realizarán evitando dañar cualquier elemento de la estructura principal del edificio: vigas de apoyo o maestras y pilares. En caso necesario se deberá reponer la superficie del suelo y techo dañada, con el mismo tipo de pavimento o estructura existente (techo continuo de yeso, techo por piezas: escayola, fibras aglomeradas, materiales metálicos, etc.).

Las perforaciones deberán quedar cubiertas por la canal ascendente. En el caso de que la infraestructura se realice con tubos plásticos corrugados estos deberán quedar cubiertos y protegidos, en la planta

superior desde el suelo al falso techo, con la construcción de una mocheta (placas de yeso, escayola, etc.) de acuerdo con el tipo de paramento existente.

## 18.6 Ayudas de albañilería

La construcción de las canalizaciones requerirá la utilización de equipos específicos de perforación y dispuestos para su funcionamiento ante cualquier tipo de obra de fábrica. Se deberá tener en cuenta:

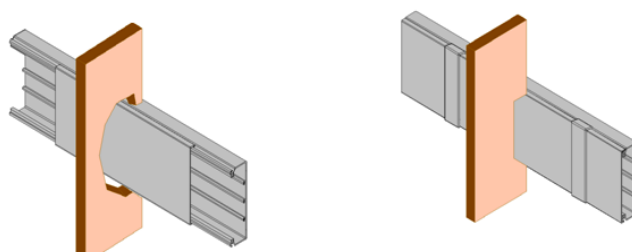
- Que no afecten a la estructura del edificio.
- Que no perturben la actividad de la sede.

Mediante la utilización de estos equipos se podrán elaborar taladros en muros y forjados de edificios a los cuales se pretenda acceder con las canalizaciones, debiéndose tener en cuenta los trabajos adicionales de implantación y funcionamiento que su utilización requiere (replanteos, protectores de apoyo y anclaje, aspiradores de polvo y partículas, localización fehaciente de servicios existentes, etc.), así como los propios para reintegrar el entorno de la zona de trabajos a su estado original.

El diámetro de los taladros será función del número y secciones de los cables a instalar (Ver Tabla Sección Cables) y deberá ser calculado en el Proyecto Técnico. Se realizarán siempre taladros diferenciados para el paso del cableado de la red de comunicaciones y para el paso del cableado de la red eléctrica.

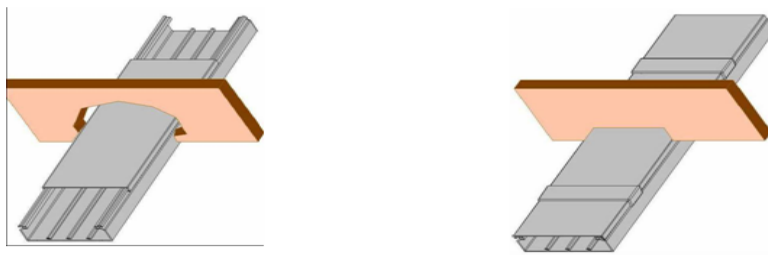
Las perforaciones se realizarán evitando dañar cualquier elemento de la estructura principal del edificio: vigas de apoyo o maestras y pilares. En caso necesario se deberá reponer la superficie del suelo y techo dañada, con el mismo tipo de pavimento o estructura existente (techo continuo de yeso, techo por piezas: escayola, fibras aglomeradas, materiales metálicos, etc.).

Las perforaciones deberán quedar cubiertas por la canalización. En el caso de que la infraestructura se realice con tubos plásticos corrugados en vertical estos deberán quedar cubiertos y protegidos, desde el suelo al falso techo, con la construcción de una mocheta (placas de yeso, escayola, etc.) de acuerdo con el tipo de paramento existente.



**Figura 65 - Paso de la canal a través de paredes y muros**





**Figura 66 - Paso de canal a través de suelo**

Se efectuarán todos los remates y acabado final de la instalación: alisado de superficies, supresión de rebabas, parcheado de zonas despintadas y reparación y sustitución de piezas estropeadas (falsos techos, escayolas), trabajos de pintado y enfoscado. El entorno de la zona de trabajos se debe reintegrar a su estado original, incluso con reposiciones de revocos, pinturas, pavimentos afectados si los hubiere, etc.

Se prestará especial atención al sellado de remate y acabado que proporcione la resistencia al fuego que se requiera en los pasos de canalizaciones entre diferentes sectores de riesgo.

### **18.7 Maquinaria especial**

Además de la maquinaria habitual empleada en la construcción de las canalizaciones, para la ejecución de salidas laterales se requerirán, específicamente, equipos de perforación horizontal, vertical o inclinada a rotación o a rotación/percusión, refrigerados o no, por agua y dispuestos para su funcionamiento ante cualquier tipo de obra de fábrica. Mediante la utilización de estos equipos se podrán elaborar taladros en muros y forjados de edificios a los cuales se pretenda acceder con las canalizaciones laterales, debiéndose tener en cuenta los trabajos adicionales de implantación y funcionamiento que su utilización requiere (replanteos, protectores de apoyo y anclaje, aspiradores de polvo y partículas, localización fehaciente de servicios existentes, etc.) así como los propios para reintegrar el entorno de la zona de trabajos a su estado original, incluso con reposiciones de revocos, pinturas, pavimentos afectados si los hubiere, etc.

Las perforaciones se realizarán con la asistencia de maquinaria de perforación capaz mediante avance y corte a rotación o a rotación percusión, considerándose entre otras, como las más usuales:

- Perforadoras de rotación con brocas huecas de diamante
- Perforadoras de percusión/rotación con brocas macizas

En las ilustraciones siguientes se presentan diferentes tipos de perforaciones (muro y planta) realizadas con herramientas especiales capaces de realizar taladros en todo tipo de superficies: hormigón armado; piedra natural, mampostería, asfalto, etc. Con estas herramientas se pueden realizar taladros en muros y forjados de hasta 132 mm en hormigón y 162 mm en mampostería. Están diseñadas para trabajar tanto en seco como en húmedo sin cambio de piezas.





**Figura 67 - Herramientas especiales de perforación horizontal**

## **18.8 Infraestructura de la Red de Acceso**

El punto de entrada general y la canalización de enlace es el lugar donde la canalización externa accede a la zona común del centro a partir de la cual, por medio de conductos o canales, se guían los cables de las diferentes redes de acceso de los operadores hasta el Recinto TIC donde estará situado el punto de interconexión o punto de terminación de red, que se alojará dentro del armario principal.

Esta canalización se realizará por tubo, bandeja o canal en función de los lugares que atraviese en su recorrido, teniendo en cuenta que:

- Si se trata de instalación bajo tubo se instalarán 4 tubos de PVC liso de M50
- Si la entrada de la operadora se realiza en bandeja o canal, esta debe ser mínimo de 200 x 60 mm. y contará con tabiques divisores que lo compartimenten en 4 zonas.

## **19 Identificación y etiquetado de elementos**

Madrid Digital dispone de una norma técnica denominada “05 - *Etiquetado y Registro*”, que será de aplicación en todas las instalaciones.

Se procederá a la comprobación de todas y cada una de las tomas y se irán etiquetando los puntos y los diferentes elementos que constituyen la red. Todos los paneles de conexión y tomas de telecomunicaciones deberán quedar identificados y etiquetados según se indica en la norma UNE-EN 50174-1: Administración del Cableado. Las etiquetas deberán ser resistentes y permanecer legibles durante toda la vida útil del cableado.

El sistema de etiquetado y los materiales a emplear, propuesto por los contratistas, deberá ser aprobado por los responsables técnicos de Madrid Digital. No se admitirá etiquetado de cables o elementos con rotulador. Así mismo, no se admitirá el etiquetado de los cables dentro del mazo, que no permitan la lectura de la etiqueta.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

El etiquetado debe ser lógico y claro para mantener los registros de la base de datos actualizados. El sistema de etiquetado a emplear debe ser mediante etiquetas BRADY o similar, con impresión en varias filas en función de su aplicación a cada uno de los elementos de la red.

El etiquetado de los elementos deberá coincidir con la nomenclatura indicada en los planos final de instalación que se entreguen como parte de la documentación final.

Los distintos tipos de elementos que deben ser identificados como mínimo dentro de un SCE son:

- Armarios de distribución y Repartidores
- Paneles de Fibra y Cobre
- Latiguillos de Parcheo
- Routers y Conmutadores
- Puntos de Acceso wifi
- Cableado de Fibra y Cobre
- Cuadros Eléctricos
- Cajas Eléctricas y Tomas de Telecomunicaciones

## 20 Pruebas y medidas finales

Una vez completada la instalación será necesario efectuar las pruebas indicadas en la norma de Madrid Digital denominada “*Certificación*”, en su última versión disponible, que permitan comprobar que la red de comunicaciones ha sido construida de acuerdo con las especificaciones y normativa técnica del proyecto.

La norma europea UNE-EN 50346: Tecnologías de la Información. Instalación del cableado. Ensayo de cableados instalados, especifica los procedimientos para el ensayo de las características de transmisión del cableado instalado. Estos procedimientos se aplican tanto al cableado balanceado de cobre, como al cableado de fibra óptica. Para cada procedimiento de ensayo la norma incluye: parámetro de ensayo; método de ensayo.

Estos procedimientos de ensayo se pueden utilizar para:

- Pruebas de recepción contra límites convenidos de funcionamiento del cableado.
- Verificación de soporte de aplicaciones específicas.
- Investigación de fallos.

Las pruebas se realizarán con aparatos de certificación homologados y de acuerdo con la categoría y especificaciones que requiera el cable instalado (Equipos Certificadores de Nivel III para Categoría 6 y Nivel IV para Categoría 6A). Los equipos de ensayo deben tener un certificado de calibración vigente que respalde su utilización en el momento de comienzo de las pruebas.

El contratista notificará a Madrid Digital la fecha prevista para la realización de las pruebas. Madrid Digital se reserva el derecho de asistir personalmente o por delegación a la ejecución de las pruebas, por lo que la fecha de realización de las mismas deberá ser acordada con los responsables técnicos de Madrid Digital.

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

El contratista realizará las medidas según se establece en las normas indicadas en el presente documento y de acuerdo con los protocolos fijados por el fabricante, para obtener la certificación del sistema instalado y proporcionar la garantía correspondiente.

Forma parte de la documentación general a entregar la copia de las medidas que genera el certificador de cobre y fibra para cada uno de los enlaces o canales.

El fichero de las pruebas realizadas se entregará en formato nativo del certificador para su administración y en formato .pdf.

### 21 Garantía de la instalación

Tras la completa instalación del sistema y la correspondiente inspección, el contratista deberá proporcionar a Madrid Digital un certificado de garantía numerado de la empresa fabricante, registrando la instalación. Para ello, el instalador seguirá el procedimiento de solicitud del certificado de garantía que tenga establecido el fabricante, rellenando los formularios que procedan y adjuntando los resultados de las medidas finales, en el plazo que se tenga fijado desde la realización de las pruebas.

Se proveerá una garantía extendida sobre producto, -que cubrirá contra defectos de los componentes pasivos-, aplicaciones y CEM para el sistema de cableado por un periodo mínimo de veinte años. Esta garantía se aplicará a todos los componentes pasivos del SCE.

La garantía cubrirá contra defectos del producto y asegura que todos los componentes aprobados del sistema superan las especificaciones establecidas en las normas para canales/enlaces de cableado y que la instalación supera los requisitos de ancho de banda y pérdidas para canales/enlaces de fibra óptica.

Como parte de la garantía el fabricante reparará, o autorizará a instalador homologado a reparar, los productos instalados sin ningún coste, incluyendo la mano de obra necesaria para reparar o sustituir cualquier producto defectuoso. Esta reparación o sustitución tendrá una garantía equivalente al resto de tiempo hasta que expire la garantía original.

La instalación quedará registrada en el Programa de Garantías del fabricante.

### 22 Verificación de la instalación

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

De acuerdo con la planificación prevista en el programa de ejecución de la instalación, el contratista comunicará al responsable técnico de Madrid Digital que las instalaciones del centro están en condiciones de entrega y que se puede efectuar la recepción de la misma, previa a su puesta en servicio.

La recepción se realizará una vez que hayan sido llevadas a cabo a juicio del responsable técnico de Madrid Digital todas las pruebas de mediciones especificadas.

Se procederá a examinar el estado de las instalaciones y a comprobar si el trabajo cumple con las normas y especificaciones técnicas contenidas en el proyecto, generando el Acta de Reparos correspondiente y haciendo hincapié en aquellos reparos que, a criterio del responsable técnico de Madrid Digital, adquieran

## AN-01-ES-GEIN-0001-2.0: Normativa técnica de Madrid Digital para diseño e instalación de SCE

---

la categoría de bloqueantes. Todos los reparos deberán subsanarse en un plazo máximo de cinco días. Subsanadas las deficiencias de instalación por parte de la instaladora se concertará la fecha de traslados o cambios de servicio previo acuerdo con el responsable del centro.

### 23 Documentación y entrega final de instalación

La documentación que se exigirá a las empresas contratistas estará de acuerdo al documento “*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 de construcción que les ha servido para la ejecución de las instalaciones, actualizando la documentación según el alcance y disposición de las instalaciones realmente llevadas a cabo.

## 24 Intervinientes en el ciclo de aprobación de esta versión del documento

<b>Elaborador Responsable:</b> Gustavo Fernández del Prado	<b>Firma y fecha:</b>
<b>Cargo / Unidad Organizativa:</b> Jefe de la Unidad de Infraestructuras de Cableado Estructurado Área de Redes de Telecomunicaciones, Salas Técnicas, y Cableado Dirección de Redes y Servicios de Comunicaciones Subdirección General de Operaciones	
<b>Revisor:</b> José María Domínguez García	<b>Firma y fecha:</b>
<b>Cargo / Unidad Organizativa:</b> Jefe del Área de Redes de Telecomunicaciones, Salas Técnicas, y Cableado Dirección de Redes y Servicios de Comunicaciones Subdirección General de Operaciones	
<b>Revisor:</b> Margarita Gil Trinidad	<b>Firma y fecha:</b>
<b>Cargo / Unidad Organizativa:</b> Jefa del Área de Organización y Transformación de Procesos Dirección de Planificación, Organización y Control Subdirección General de Planificación y Gestión Económica	
<b>Aprobador:</b> Luis Gómez González del Tánago	<b>Firma y fecha:</b>
<b>Cargo / Unidad Organizativa:</b> Director de Redes y Servicios de Comunicaciones Subdirección General de Operaciones	