

**Guía Técnica** para la elaboración de Proyectos de Infraestructuras Comunes y Servicios de Telecomunicación en

# Edificios destinados a centros educativos de enseñanza reglada de ámbito no universitario



---

## **GUÍA TÉCNICA**

para la elaboración de Proyectos de Infraestructuras Comunes y Servicios de Telecomunicación en Edificios destinados a centros educativos de enseñanza reglada de ámbito no universitario

Catálogo de publicaciones del Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes.

Catálogo oficial de publicaciones oficiales.

**Título de la obra:**

Guía Técnica para la elaboración de Proyectos de Infraestructuras Comunes y Servicios de Telecomunicación en Edificios destinados a centros educativos de enseñanza reglada de ámbito no universitario.

**Colaborador:**

(COIT) Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

**Coeditan:**

© MINISTERIO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y DEPORTES  
Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)

©

Edición: 2025

NIPO: 164-25-176-X





# Índice

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	08
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>3. OBJETO DE LA GUÍA</b> .....	11
<b>4. ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	12
<b>5. TIPOS DE SERVICIOS DEL EDIFICIO</b> .....	13
<b>5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE TELECOMUNICACIONES</b> .....	14
5.1.1. Telecomunicaciones de banda ancha móvil .....	14
5.1.2. Telecomunicaciones de banda ancha ultrarrápida.....	14
5.1.3. Acceso Wi-Fi .....	14
5.1.4. Telefonía IP .....	14
5.1.5. Telefonía analógica .....	15
<b>5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACTIVIDAD DOCENTE</b> .....	15
<b>5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD</b> .....	15
5.3.1. Circuito cerrado de televisión (CCTV) .....	15
5.3.2. Megafonía y evacuación de personas .....	16
5.3.3. Control de accesos/presencia personas .....	17
5.3.4. Control de intrusión .....	17
5.3.5. Conexión Central Receptora de Alarmas (CRA).....	17
<b>5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO</b> .....	18
5.4.1. Centralita Voz sobre IP (VoIP) .....	18
5.4.2. Interfonía. Videoportería .....	18
5.4.3. Sistemas audiovisuales. ....	18
<b>6. RED MULTISERVICIO Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO</b> .....	19
<b>6.1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED MULTISERVICIO</b> .....	19
<b>6.2. NORMATIVA APLICABLE</b> .....	20
6.2.1. Normativa de cableado estructurado: .....	20
6.2.2. Normativa de conducciones: .....	20
6.2.3. Normativa eléctrica: .....	20
6.2.4. Compatibilidad electromagnética: .....	21
6.2.5. Normativa de protección contra incendios .....	21
<b>6.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED MULTISERVICIO</b> .....	21



6.3.1.	Modelo y arquitectura .....	21
6.3.2.	Descripción de los Subsistemas .....	23
6.3.2.1.	Subsistema Horizontal .....	23
6.3.2.2.	Subsistema Troncal de Edificio .....	23
6.3.2.3.	Subsistema Troncal de Campus .....	23
6.3.3.	Consideraciones de diseño de la red de Cableado Estructurado .....	23
6.3.4.	Categoría de la red de Cableado Estructurado .....	24
<b>6.4.</b>	<b>SUBSISTEMA HORIZONTAL .....</b>	<b>24</b>
6.4.1.	Requerimientos de diseño y dimensionado .....	24
6.4.2.	Ubicación y dimensionamiento del repartidor de planta (RP).....	33
6.4.3.	Requerimientos de los componentes del Subsistema .....	33
<b>6.5.</b>	<b>SUBSISTEMA TRONCAL DE EDIFICIO. ....</b>	<b>35</b>
6.5.1.	Requerimientos de diseño y dimensionado. ....	35
6.5.2.	Requerimientos de los componentes del Subsistema. ....	35
<b>6.6.</b>	<b>SUBSISTEMA TRONCAL DE CAMPUS. ....</b>	<b>36</b>
6.6.1.	Requerimientos de diseño y dimensionado. ....	36
6.6.2.	Requerimientos de los componentes del Subsistema. ....	37
6.6.3.	Gestión y administración del sistema .....	38
6.6.3.1.	Repartidores.....	38
6.6.3.2.	Enlaces.....	38
6.6.3.3.	Paneles de parcheo y bandejas de fibra .....	40
6.6.3.4.	Bases de enchufe .....	40
6.6.3.5.	Cajas de derivación .....	40
6.6.3.6.	Tomas de usuario .....	40
<b>6.7.</b>	<b>ESTUDIO DE COBERTURA Y CONFIGURACIÓN WI-FI DE ALTA DENSIDAD .....</b>	<b>41</b>
<b>6.8.</b>	<b>REQUISITOS DE INSTALACIÓN .....</b>	<b>43</b>
6.8.1.	Tendido del cableado .....	43
6.8.1.1.	Cruce con elementos eléctricos .....	44
6.8.2.	Conexión de cable de pares .....	44
6.8.2.1.	Margen de cable en los armarios .....	44
6.8.2.2.	Procedimiento de conexión .....	44
6.8.3.	Armarios de comunicaciones .....	45
6.8.3.1.	Colocación de cables dentro de los armarios .....	45
6.8.3.2.	Colocación de elementos dentro de los armarios .....	45
6.8.3.3.	Conexión a tierra de los armarios .....	45
6.8.4.	Tomas de usuario .....	45
6.8.4.1.	Cajas de superficie .....	45
6.8.4.2.	Rosetas en caja empotrada .....	45
6.8.4.3.	Cajas de suelo .....	46
6.8.4.4.	Conexión del cable a la toma de usuario .....	46
<b>6.9.</b>	<b>REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEDICADAS .....</b>	<b>46</b>
6.9.1.	Puesta a tierra de los elementos .....	47
6.9.2.	Dimensionado de la IED .....	47





6.9.2.1.	IED básica .....	47
6.9.2.2.	IED ampliada .....	47
6.9.2.3.	Dimensionado de los circuitos .....	47
6.9.2.4.	Tomas de corriente .....	47
6.9.2.5.	Elementos de mando y protección y sección de los conductores .....	48
<b>6.9.3.</b>	<b>Etiquetado de la IED .....</b>	<b>48</b>
6.9.3.1.	Etiquetado de los cuadros eléctricos .....	48
6.9.3.2.	Etiquetado de las cajas de derivación eléctricas.....	48
6.9.3.3.	Etiquetado de los circuitos eléctricos .....	48
6.9.3.4.	Etiquetado de las tomas de corriente .....	48
6.9.4.	Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) .....	48
<b>6.10.</b>	<b>CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>49</b>
6.10.1.	Certificación de cable de cobre .....	49
6.10.2.	Certificación de fibra óptica.....	49
6.10.3.	Certificación de la IED .....	50
<b>6.11.</b>	<b>VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>6.12.</b>	<b>DOCUMENTACIÓN DE PROYECTO .....</b>	<b>50</b>
6.12.1.	Documentación de Ejecución de obra.....	50
6.12.2.	Documentación Final de Obra .....	50
<b>6.13.</b>	<b>REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED MULTISERVICIO .....</b>	<b>51</b>
6.13.1.	Requerimientos de diseño y dimensionado .....	51
6.13.1.1.	Subsistema horizontal .....	51
6.13.1.2.	Subsistema troncal de edificio .....	51
6.13.1.3.	Subsistema troncal de campus.....	52
6.13.1.4.	Subsistema de interconexión con proveedores de servicio .....	54
6.13.1.5.	Subsistema de distribución de vídeo-audio .....	56
6.13.2.	Requerimientos para espacios y canalizaciones .....	56
6.13.2.1.	Acondicionamiento de espacios .....	56
6.13.2.2.	Instalación de las canalizaciones .....	57
6.13.2.2.1.	Generalidades.....	57
6.13.2.2.2.	Tubos en zanjas .....	58
6.13.2.2.3.	Bandejas.....	58
6.13.2.2.4.	Canales .....	58
6.13.2.2.5.	Tubos no soterrados.....	58
<b>6.14.</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA SALAS DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>59</b>
6.14.1.	Localización y dimensiones .....	60
6.14.2.	Características constructivas .....	61
6.14.3.	Equipamiento general .....	61
6.14.4.	Ventilación.....	61
6.14.5.	Iluminación.....	61
6.14.6.	Medidas contra incendios .....	62



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

La legislación española sobre telecomunicaciones en el interior de los edificios es una de las más avanzadas del mundo, desde que el Real Decreto-ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación<sup>1</sup> estableció el marco jurídico obligatorio para los edificios, acogidos a los regímenes de propiedad horizontal y de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

El citado Real Decreto-ley ha sido desarrollado reglamentariamente para los edificios citados, siendo actualmente el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones<sup>2</sup> (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones y la Orden ITC/1644/2011, de 19 de junio, por la que se desarrolla dicho Reglamento, las disposiciones legales que regulan estas redes e infraestructuras<sup>3</sup>.

La Comisión Europea ha reconocido la regulación de las ICT en España como un caso de estudio de éxito en el informe 'Support for the preparation of an impact assessment to accompany an EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment. Final report.'<sup>4</sup> Igualmente, la OECD en su estudio 'Reaping the benefits of ICT in Spain'<sup>5</sup> considera excelente el nuevo reglamento de ICT señalando que servirá para eliminar barreras al despliegue de infraestructura en los edificios.

La vigente Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones<sup>6</sup> establece, en su artículo 55,

1. "Mediante real decreto se desarrollará la normativa legal en materia de infraestructuras comunes de comunicaciones electrónicas en el interior de edificios y conjuntos inmobiliarios."
2. La normativa técnica básica de edificación que regule la infraestructura de obra civil en el interior de los edificios y conjuntos inmobiliarios deberá tomar en consideración las necesidades de soporte de los sistemas y redes de comunicaciones electrónicas fijadas de conformidad con la normativa a que se refiere el apartado 1, previendo que la infraestructura de obra civil disponga de capacidad suficiente para permitir el paso de las redes de los distintos operadores, de forma que se facilite la posibilidad de uso compartido de estas infraestructuras por aquéllos.
3. La normativa reguladora de las infraestructuras comunes de comunicaciones electrónicas promoverá la sostenibilidad de las edificaciones y conjuntos inmobiliarios, de uso residencial, industrial, terciario y dotacional, facilitando la introducción de aquellas tecnologías de la información y las comunicaciones y el «Internet de las Cosas» que favorezcan su eficiencia energética, accesibilidad y seguridad, tendiendo hacia la implantación progresiva en España del edificio sostenible y conectado con unidades de convivencia superiores y del concepto de hogar digital.

Es el convencimiento del COIT de que son las infraestructuras comunes de telecomunicación las que proporcionan el acceso a los servicios de telecomunicación y a todos los restantes servicios que, apoyándose en ellas, permiten a las entidades dedicadas a prestar servicios, en este caso centros educativos de enseñanza reglada no universitaria, mejorar su eficiencia energética, accesibilidad, seguridad y desempeño.

Por su parte, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), que es la unidad del Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes que tiene encomendado, dentro de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, el desarrollo de la digitalización de los centros educativos y de la competencia digital docente, considera fundamental el apoyarse en las últimas tecnologías de la información y la comunicación para dotar al profesorado y el alumnado de un entorno tecnológico que permite obtener un mayor grado de calidad en sus servicios, desempeño y resultados.

Como resultado de esta doble inquietud, el INTEF y el COIT, fruto de un acuerdo de colaboración entre las dos entidades, se ha trabajado en la elaboración de una guía que sirva de orientación, a los Ingenieros de Telecomunicación encargados de redactar los proyectos de telecomunicación a implementar en los centros educativos.

La presente guía, con independencia de su carácter técnico, resultará de utilidad a los promotores a la hora de proyectar sus establecimientos, para definir los servicios e instalaciones a incorporar en los mismos, mientras exista una reglamentación legal que establezca los requisitos mínimos a cumplir para garantizar su calidad. Además, servirá para optimizar la gestión de la explotación y el mantenimiento del edificio o local, simplificándola y reduciendo su coste, al mismo tiempo que permitirá realizar instalaciones con visión de futuro, facilitando la implementación de nuevas tecnologías de telecomunicación, conforme vayan desarrollándose, al igual que ha ocurrido con la ICT, que ha eliminado barreras para el actual despliegue de redes de banda ancha ultrarrápida.

Para establecer adecuadamente las necesidades de servicios de estos establecimientos, se analizan las de los centros docentes, sus profesionales y alumnado, en cuanto a recursos técnicos, formativos, etc., en los que las TIC pueden dar soporte.

La guía incluye una descripción de los servicios vinculados con las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información que se requieren en los edificios de este tipo:

- Servicios básicos. Son los que proveen el acceso a los servicios básicos de telecomunicaciones del edificio.
- Servicios técnicos de apoyo a la docencia y alumnado. Son servicios que sirven de ayuda técnica para la prestación del servicio docente.
- Servicios de seguridad. Servicios que proporcionan seguridad física al edificio y a las personas/ usuarios.
- Servicios de valor añadido. Servicios que, no siendo necesarios para la prestación del servicio, facilitan la gestión.
- Otros servicios que pueden integrarse en las redes y sistemas de telecomunicaciones.

La guía describe las distintas redes cableadas e inalámbricas que deben existir en estos edificios, entre las que cabe destacar la red multiservicio, que posibilita la interoperatividad de los distintos sistemas y entre éstos y el centro de control, así como los criterios para su dimensionamiento.

Asimismo, se describe la infraestructura de obra civil necesaria para soportar las citadas redes, con especial atención a las salas técnicas donde se instalen el centro de control de las instalaciones y servicios y los equipos electrónicos que soportan el conjunto.

Finalmente se relacionan las disposiciones legales y normas que deben cumplirse tanto en el diseño como en la instalación de las redes y equipos asociados objeto de la guía.

El Grupo de Trabajo de Ejercicio Profesional del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, redactores de esta guía, y la Junta de Gobierno del COIT, desea que, como ya se ha dicho, no solo sea de utilidad a los proyectistas sino también para las entidades que prestan servicios docentes.

Es también nuestro deseo que la presente guía pueda servir de punto de partida para el desarrollo de normativa por parte de las administraciones públicas que gestionan estos servicios con el objetivo final de que los ciudadanos reciban la mejor atención posible y al mismo tiempo se beneficien del uso de las nuevas tecnologías.

EL GRUPO DE TRABAJO DE EJERCICIO PROFESIONAL DEL  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

## 2. INTRODUCCIÓN

El artículo 55 de la Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones establece:

“Artículo 55. Infraestructuras comunes y redes de comunicaciones electrónicas en los edificios.

1. Mediante real decreto se desarrollará la normativa legal en materia de infraestructuras comunes de comunicaciones electrónicas en el interior de edificios y conjuntos inmobiliarios. Dicho real decreto determinará, tanto el punto de interconexión de la red interior con las redes públicas, como las condiciones aplicables a la propia red interior. Asimismo, regulará las garantías aplicables al acceso a los servicios de comunicaciones electrónicas a través de sistemas individuales en defecto de infraestructuras comunes de comunicaciones electrónicas, y el régimen de instalación de éstas en todos aquellos aspectos no previstos en las disposiciones con rango legal reguladoras de la materia.

2. La normativa técnica básica de edificación que regule la infraestructura de obra civil en el interior de los edificios y conjuntos inmobiliarios deberá tomar en consideración las necesidades de soporte de los sistemas y redes de comunicaciones electrónicas fijadas de conformidad con la normativa a que se refiere el apartado 1, previendo que la infraestructura de obra civil disponga de capacidad suficiente para permitir el paso de las redes de los distintos operadores, de forma que se facilite la posibilidad de uso compartido de estas infraestructuras por aquéllos.

3. La normativa reguladora de las infraestructuras comunes de comunicaciones electrónicas promoverá la sostenibilidad de las edificaciones y conjuntos inmobiliarios, de uso residencial, industrial, terciario y dotacional, facilitando la introducción de aquellas tecnologías de la información y las comunicaciones que favorezcan su eficiencia energética, accesibilidad y seguridad, tendiendo hacia la implantación progresiva en España del concepto de hogar digital.

...”

El Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación y su desarrollo reglamentario mediante el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo (en adelante “Reglamento de ICT”) y la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio han desarrollado parcialmente este artículo para los edificios y conjuntos inmobiliarios incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto-ley 1/1998, establecido en su artículo 2:

“Artículo 2. Ámbito de aplicación

Las normas contenidas en este Real Decreto-ley se aplicarán:

A todos los edificios y conjuntos 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, de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril.

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.”

El resto de edificios y conjuntos inmobiliarios, dedicados a uso industrial, terciario y dotacional, quedan fuera de este ámbito de aplicación y no disponen de una regulación sobre sus redes e infraestructuras comunes de telecomunicación, ni de las instalaciones que favorecen su eficiencia energética, accesibilidad y seguridad, según se establece en el apartado 3 del artículo 45 55 de la Ley General de Telecomunicaciones.

### 3. OBJETO DE LA GUÍA

La presente guía tiene por objeto dar a conocer a las entidades del sector educativo cómo los diferentes servicios a incorporar en los edificios destinados a tal fin, referentes a los sistemas de actividad docente, control, vigilancia, seguridad, control de energía y prestaciones personales que se instalen en los mismos pueden ser integrados, junto con los sistemas de telecomunicación, a falta de una regulación específica, en unas Infraestructuras Comunes de Telecomunicación, que simplifiquen las instalaciones, faciliten su mantenimiento y permitan la gestión de todos ellos de forma eficiente y más simple y, a su vez, ayude a los Ingenieros de Telecomunicación que proyecten las mismas a realizar su trabajo en línea con los objetivos deseados.

En el presente documento se establecen, en primer lugar, los criterios que permiten determinar las necesidades de servicios del edificio objeto del proyecto, en función de las características del mismo, ubicación, tipo de actividad, etc.

En base a las necesidades de servicios detectadas se establecen los criterios de diseño y dimensionamiento de las redes y demás elementos que permiten el acceso y la distribución de los citados servicios.

Así mismo, se trata de definir unos requisitos mínimos que, desde el punto de vista técnico, deben cumplir las infraestructuras de obra civil del edificio para permitir el acceso y distribución de los servicios con la debida calidad.

Finalmente se describen los distintos documentos que se elaborarán tanto durante la fase de proyecto como de ejecución. En cuanto al Proyecto Técnico se propone una estructura básica compuesta por los documentos de Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto y, en su caso, de los Estudios con Entidad Propia que correspondan.

Esta guía facilitará al ingeniero de telecomunicación la elaboración de un Proyecto Técnico, donde queden definidas las necesidades e instalaciones de telecomunicaciones a realizar, y servirá de apoyo técnico a la empresa instaladora para la ejecución y posteriormente a los servicios técnicos del edificio para su mantenimiento. También será referente para la propiedad acerca de las fases en que se prevén ejecutar las distintas instalaciones, adaptación de las existentes o ejecución de las nuevas, en base al presupuesto disponible.

## 4. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente guía se aplica a edificios destinados a centros educativos de enseñanza reglada de ámbito no universitario.

Cabe indicar que los requisitos de estos establecimientos difieren en función de su ubicación, clientela, categoría, etc., pero, de forma general, se puede establecer una serie de indicaciones y recomendaciones generales aplicables a un establecimiento típico.

## 5. TIPOS DE SERVICIOS DEL EDIFICIO

### Servicios Básicos

- Banda ancha ultrarrápida fija.
- Banda ancha móvil.
- Acceso Wi-Fi.
- Telefonía IP.
- Telefonía analógica

### Servicios para la actividad docente

- Comunicación entre profesionales.
- Accesibilidad a recursos educativos abiertos.
- Plataforma de presentación audiovisual de recursos docentes.
- Plataforma de interacción del alumnado.
- Plataforma de formación online (tipo Moodle): repositorio de contenidos, herramientas colaborativas, foros de discusión, etc.
- Plataforma de generación de recursos docentes: audiovisuales (incluido vídeo), MOOCs (cursos abiertos online).
- Recursos para evaluación y test (proctoring).
- Formación del profesorado: nuevas tecnologías (realidad virtual y aumentada, gamificación), nuevas técnicas docentes (flipped classroom, active learning).

### Servicios de seguridad

- CCTV.
- Megafonía y evacuación de personas.
- Control de accesos.
- Control de intrusión.
- Sistemas antiincendios.
- Conexión central receptora de alarmas.
- Alarmas técnicas.

### Servicios de valor añadido

- Videomensajería.
- Otros servicios de voz sobre IP.
- Centralita voz sobre IP.
- Videopertería.
- Sistemas audiovisuales.
- Realidad virtual.

- IoT.
- Robótica.
- Eficiencia energética.

## 5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE TELECOMUNICACIONES

### 5.1.1. Telecomunicaciones de banda ancha móvil

Servicio que proporciona cobertura dentro de un entorno concreto, ya sea interior de edificio o espacio exterior, para el acceso a servicios de telefonía y de banda ancha en movilidad. Esto puede realizarse directamente a través de las redes públicas de empresas operadoras de telefonía móvil habilitadas. Estos operadores disponen de una infraestructura que ofrece cobertura nacional, casi del 100%, para los usuarios que disponen de teléfonos móviles compatibles con las tecnologías desplegadas: 4G, 4G+, 5G...

### 5.1.2. Telecomunicaciones de banda ancha ultrarrápida

Servicio que proporciona acceso a internet en el interior de un edificio, para el acceso a servicios de banda ancha mediante red fija cableada por fibra óptica.

Se deberán establecer anchos de banda que permitan el acceso a servicios de internet con una capacidad igual o superior en subida y bajada a las ofertas comerciales vigentes medias de los operadores más significativos. Esto puede realizarse directamente a través de las redes cableadas públicas de empresas operadoras habilitadas o accediendo a estas redes mediante sistemas inalámbricos de red de área extensa WAN (coloquialmente wimax). , suministrados por operadores de internet inalámbricos.

### 5.1.3. Acceso Wi-Fi

Si bien la conexión Wi-Fi ha sido considerada tradicionalmente como una instalación de valor añadido, la proliferación de servicios que permiten al usuario la conectividad permanente, como WhatsApp o Facebook, y la creciente necesidad de conectividad para usuarios profesionales (Dropbox, Teambox, GotoMeeting, Cisco Webex, etc..), han convertido a la red Wi-Fi en uno de los elementos fundamentales de la infraestructura de los edificios.

Esta infraestructura está destinada a dotar de cobertura wifi el interior del edificio.

Será necesaria una adecuada planificación, en función de las necesidades de ancho de banda, usuarios, características arquitectónicas, etc., para dimensionar correctamente la red Wi-Fi que dé cobertura a los usuarios.

Esta planificación se desarrolla en un capítulo posterior.

### 5.1.4. Telefonía IP

Los servicios de centralita telefónica IP permiten controlar y distribuir el tráfico de llamadas entre los distintos terminales telefónicos del edificio, así como la conexión con la red pública de las llamadas salientes.

La tecnología de VoIP permite, fundamentalmente, reducir los costes del precio de llamada permitiendo un gran número de canales de voz con el exterior sin sobrecoste adicional, además de una importante ventaja tecnológica, al unificar las redes de voz y datos. El empleo de protocolos como H.323 y SIP ha permitido mejorar la calidad de comunicación respecto a sus inicios.

La tecnología VoIP se integra en la instalación de cableado estructurado, y tanto los terminales telefónicos IP como el servidor VoIP se conectan a las tomas de datos distribuidas por el edificio, que posteriormente vamos a planificar.

### 5.1.5. Telefonía analógica

El objetivo de esta guía técnica es ser una vía de consulta en todos los proyectos de centros educativos que requieran una infraestructura de telecomunicaciones, tanto en centros de nueva construcción como en centros actuales que requieran una actualización o remodelación de su infraestructura. Teniendo eso en cuenta, y dado que los centros educativos pueden decidir mantener los servicios de telefonía analógica en los mismos, se contemplarán los servicios de telefonía analógica y su implementación en la infraestructura de telecomunicación.

## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACTIVIDAD DOCENTE

El profesorado ejerce distintas actividades dentro de sus funciones en el centro educativo.

- Actividades de docencia directa, en las aulas y espacios correspondientes a cada una de sus clases.
- Actividades de planificación, evaluación, coordinación y reuniones, etc. en las instalaciones del centro.
- Actividades de asesoramiento y tutoría, generalmente en los espacios de los departamentos y despachos.
- Actividades de investigación y preparación de clases, en departamentos, talleres, aulas específicas, etc., en función de la actividad que tengan que preparar.
- Actividades de gestión de centro educativo: biblioteca, jefaturas de departamento, encargado de convivencia, claustros etc.; distintos roles de los centros educativos para gestionar el funcionamiento del centro.
- Actividades directivas, organización de profesorado y alumnado, gestión económica y académica, relaciones con padres, madres y tutores, relaciones con otros órganos, etc.

Los espacios de los centros educativos tienen que tener la conectividad y capacidad suficiente para que puedan ejercer sus funciones sin dificultad.

Además de los espacios indicados en el punto 7.4, habría que considerar que el centro podría tener algún espacio adaptado a estas actividades.

## 5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD

### 5.3.1. Circuito cerrado de televisión (CCTV)

Servicio que utiliza la tecnología de videovigilancia para supervisar determinados espacios y actividades. El servicio de circuito cerrado de televisión (CCTV) incluye las cámaras de videovigilancia, la red de transporte de las señales desde ellas hasta el centro de control, y el equipamiento de videograbadores, PC's y monitores del puesto de control.

El cableado se realizará integrado en el sistema de cableado estructurado IP que se propone en este documento. Se deberán cumplir las especificaciones relativas al mismo contenidas en el Anexo II del Reglamento ICT.

En la actualidad las cámaras de video pueden incorporar sensores térmicos que las convierten en cámaras duales (video y térmicas), pueden ser de doble lente (día/noche), llevar sensores de presencia, etc. En definitiva, son terminales IP con todas las ventajas que ello supone.

En este ámbito deben respetarse y aplicarse los principios contenidos en la legislación vigente y en particular la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. aprobado por el Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, y la Instrucción 1/2006, de 8 de noviembre, de la Agencia Española de Protección de Datos, sobre el tratamiento de datos personales con fines de vigilancia a través de sistemas de cámaras o videocámaras.

La Instrucción 1/2006 establece en su artículo 6 un plazo de cancelación máximo de un mes desde la captación de las imágenes.

En aquellos casos en los que el responsable constatase la grabación de un delito o infracción administrativa que deba ser puesta en conocimiento de una autoridad, y la denunciase, deberá conservar las imágenes a disposición de la citada autoridad.



*Fuente: Agencia Española P. Datos AEPD*

Hay que tener en cuenta ciertos aspectos de seguridad como pueden ser los siguientes:

Se contará con procedimientos de identificación y autenticación de los usuarios del sistema y no se permitirá el acceso de terceros no autorizados.

Se garantizará la seguridad en el acceso a través de redes públicas de comunicaciones.

Se tendrá en cuenta la naturaleza de la instalación al definir las obligaciones del personal.

En diferentes lugares visibles del edificio el cartel que se muestra a continuación de tal forma que se informe que este edificio está videovigilado. En él se indicará la identidad del responsable de la instalación y ante quién y dónde dirigirse para ejercer los derechos que prevé la normativa de protección de datos.

### 5.3.2. Megafonía y evacuación de personas

Servicio que, mediante la sonorización de los espacios afectados, permite la difusión de mensajes hablados con la suficiente inteligibilidad de la palabra a las personas que lo ocupan, con el objeto de llevar a cabo las oportunas actuaciones de emergencia, en caso necesario.

El sistema de megafonía permitirá enviar señales de evacuación a todas las estancias del edificio: aulas, salas de reuniones, etc.

Este servicio deberá cumplir con las especificaciones contenidas en la siguiente normativa de aplicación:

- EN 54 Sistemas de detección y alarma de incendio.
- EN 60849 Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia.
- CTE DB SI: Seguridad en caso de incendio. Apartado 4: Instalaciones de protección contra incendios.
- UNE 23007-14 Sistemas de detección y alarma de incendios, parte 14. Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio y mantenimiento.
- REBT ITC-BT 28, instalaciones en locales de pública concurrencia.
- UNE-EN 50200 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.

### 5.3.3. Control de accesos/presencia personas

Servicio que permite monitorizar, controlar y gestionar el paso de personas por determinados accesos y su presencia en determinadas zonas restringidas, además de poder gestionar el horario de entrada salida del personal.

En el caso del personal, el sistema permitirá dar acceso, con un solo elemento o tarjeta identificativa, a todas aquellas zonas en las que esté autorizada su presencia, pudiéndose integrar en este sistema el control horario y otros elementos de gestión de personal.

La implantación de estos sistemas requiere de su integración con el resto de los sistemas de seguridad (contra-incendios, intrusión, gestión de parking, alumbrado de zonas, aire acondicionado, etc.).

Este tipo de integración permite, por ejemplo:

- Que un acceso autorizado desde el sistema de control desconecte cualquier otro sistema activo que pudiera generar una falsa alarma desde la central de intrusión.
- Que el sistema de control deje libre tránsito por puertas en caso de incendio.
- Recibir en el puesto de control automáticamente la señal de CCTV de la cámara que controla una puerta cuando se produce un acceso por ella.
- Otros.

### 5.3.4. Control de intrusión

Servicio que permite detectar la entrada de personas cuyo acceso no está autorizado en un área restringida en horarios de cierre.

El servicio de control de intrusión permite generar alarmas frente a los accesos no autorizados al edificio. Este sistema cumplirá lo dispuesto en la Orden INT/316/2011, de 1 de febrero, sobre funcionamiento de los sistemas de alarma en el ámbito de la seguridad privada, así como las normas UNE-EN 50130, 50131, 50132, 50133, 50136 y la Norma UNE CLC/TS 50398.

El sistema parte de las centrales de intrusión, que recogerán las alarmas de todos los dispositivos y detectores instalados (detectores de rotura de cristal, de presencia, contactos magnéticos, etc.), y que decidirán, en función de su programación, cuándo corresponde generar una alarma.

Deberá tomarse en cuenta en su diseño la coexistencia con otros sistemas de control de accesos y presencia de forma que no se generen falsas alarmas en caso de accesos autorizados por otros subsistemas. Para tal, fin lo recomendable es la integración de todos estos sistemas en un software único de control del edificio que permita programar de forma integral el funcionamiento de los diferentes subsistemas como partes de un todo. Dicho software deberá mantener el nivel de seguridad del sistema acorde a la norma UNE-EN 50131-1.

### 5.3.5. Conexión Central Receptora de Alarmas (CRA)

Para el envío de las señales de alarma producidas en el edificio, además de la conexión con las redes de los operadores, se podrán habilitar medios radioeléctricos para el envío de las mismas hasta una Central Receptora de Alarma.

La conexión con CRA requerirá por tanto la instalación de sistemas de antenas en la cubierta del edificio, así como las canalizaciones y cableados correspondientes desde los equipos emisores de alarmas hasta dichas antenas.

Este sistema deberá cumplir con las disposiciones de aplicación de la Ley 5/2014, de 4 de abril, de Seguridad Privada, así como de la Orden INT/316/2011, de 1 de febrero, sobre funcionamiento de los sistemas de alarma en el ámbito de la seguridad privada.

Es muy importante, entre otros aspectos, la redundancia de distintos medios de comunicación para comprobar y evitar falsas alarmas.

## 5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO

### 5.4.1. Centralita Voz sobre IP (VoIP)

Los servicios de centralita telefónica permiten controlar y distribuir el tráfico de llamadas entre los distintos terminales telefónicos del edificio, así como la conexión con la red pública de las llamadas salientes.

Un equipo servidor dedicado, conectado a la red de cableado estructurado, realizará las funciones de centralita VoIP, gestionando llamadas internas y salientes, con los terminales IP distribuidos por todo el edificio, y éstos conectados a las tomas RJ45 de datos.

### 5.4.2. Interfonía. Videoportería

Son servicios de comunicación en el interior del edificio.

Los servicios de interfonía permiten la intercomunicación de voz entre diferentes puntos del inmueble. Los de videoportería añaden video a la comunicación y conexión para funciones de abrepuertas del acceso que controlan.

Estos servicios pueden implementarse tanto mediante sistemas de cableado tradicionales (dedicados) como sobre IP sobre la red del edificio.

El sistema IP permite la mayor integración de estos servicios, y resulta el más ventajoso actualmente cuando se cuenta con él en el resto de servicios.

En el caso de contar con Centralita VoIP, interfonos y videoporteros podrán funcionar como extensiones de dicha centralita, de forma que cualquier extensión de voz podrá, si así se demanda y programa, recibir una llamada al control de acceso/interfono/videoportero, y mandar la señal de apertura de puerta de dicho acceso al edificio.

Los sistemas de interfonía y videoportería actuales pueden permitir de esta funcionalidad en los teléfonos móviles personales o corporativos del personal del centro. Esto permite dar la máxima movilidad al personal que pudiera estar encargado de estas labores, pudiendo compaginarlas simultáneamente con otras y evitando sobre costes en este apartado.

Todos los servicios integrados en la red pueden interactuar a voluntad, sin más requisito que realizar la programación correspondiente.

### 5.4.3. Sistemas audiovisuales.

La infraestructura del sistema de audiovisuales debe permitir la transmisión de las señales de vídeo, audio y control a todo el edificio y al exterior (videoconferencia, streaming de video y audio.).

Por tanto, esta infraestructura debe soportar servicios tan diversos como los que se citan a continuación:

- Distribución y Contribución de señales de vídeo, audio analógico y/o digital y audio de alta calidad
- Distribución de señales de vídeo, audio y canales de TV a diferentes zonas singulares.
- Acceso a contenidos audiovisuales bajo demanda / vídeo bajo demanda (VOD)

Estos servicios se distribuirán codificado sobre IP soportado por el cableado estructurado o Red Multiservicio RMS (IP TV, video digital, audio digital, etc.).

## 6. RED MULTISERVICIO Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO

### 6.1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED MULTISERVICIO

Como se ha podido observar en el capítulo anterior, para responder a las necesidades de comunicaciones y organización de la información en el edificio, se plantean diferentes servicios de telecomunicación.

Para soportar estos servicios existen diferentes alternativas tradicionales de cableado en cuanto a la infraestructura a emplear: sistemas bus, sistemas propietarios, etc.

Sin embargo, las necesidades de integración e intercomunicación entre diferentes servicios han desembocado en el desarrollo de soluciones sobre redes IP para todos estos servicios.

Esta circunstancia, junto a las posibilidades de ampliaciones futuras de nuevos servicios sobre IP, la disminución de los costes de las soluciones IP, y las ventajas asociadas al uso de dispositivos y tecnología IP, hacen que se deba optar por una red global multiservicio sobre IP, basada en una red de cableado estructurado, para la conexión de todos los servicios de telecomunicaciones.

Actualmente todos los servicios que utilizan tecnología convencional disponen de plataformas o pasarelas IP para posibilitar su integración con el resto de servicios.

Sobre esta red multiservicio, podrán funcionar todos los servicios proyectados (telefonía IP, LAN, acceso a internet, video portería IP, Wi-Fi, Videovigilancia, control de accesos, etc.) así como otros servicios adicionales como cabecera IPTV, etc.

La red estará conectada con los servicios de acceso a servicios de voz y banda ancha que serán contratados por los operadores de telecomunicación presentes en la zona o proporcionadas por las administraciones educativas mediante enlaces de fibra óptica propios.

El diseño e implementación de esta red multiservicio o sistema de cableado estructurado tendrá repercusiones a nivel arquitectónico si deseamos optimizar espacios, tiempos e inversión.

Ya en la fase de diseño, en lo que respecta al diseño arquitectónico de los inmuebles destinados a la labor educativa, tanto en el caso de edificios de nueva construcción como en el caso grandes reformas, se deberán tomar en cuenta las necesidades que se indican en esta guía relativas a la inclusión de infraestructuras de obra civil y elementos constructivos suficientes para soportar el sistema de cableado estructurado. Ello evitará la necesidad de realizar obras de adaptación posterior para adecuar los elementos constructivos del inmueble, tales como salas, registros y canalizaciones, a los requerimientos del sistema de cableado.



Esquema de una red de cableado estructurado.  
Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

En este sentido, por tanto, es fundamental la estrecha colaboración entre el arquitecto y el ingeniero de telecomunicación ya desde la fase del diseño y elaboración del proyecto técnico.

Las obras de primer establecimiento, reforma o gran reparación, realizadas sobre inmuebles incluidos en el ámbito de aplicación de la presente guía, deberán adjuntar como parte del Proyecto de Obras un proyecto específico de cableado estructurado, en adelante PEC.

El PEC que ha de regir el procedimiento de diseño, instalación y certificación del sistema de cableado estructurado, deberá cumplir las prescripciones recogidas en la presente guía. No serán de obligado cumplimiento aquellas directrices que aparezcan incluidas expresamente como recomendaciones.

Los procedimientos de diseño, instalación y certificación de sistemas de cableado estructurado en edificios no considerados de nueva construcción ni sujetos a grandes reformas incluidos en el ámbito de aplicación de la presente guía, deberán cumplir también las prescripciones recogidas en ella.

En el caso particular de que las características constructivas o funcionales del inmueble desaconsejen el seguimiento de las prescripciones recogidas en esta guía, el ingeniero podrá incluir en el Pliego de Prescripciones Técnicas aquellas alternativas de diseño o ejecución que estime convenientes.

## 6.2. **NORMATIVA APLICABLE**

En este apartado se detallan algunas normas UNE-EN aplicables al sistema de cableado estructurado (en adelante SCE), compatibilidad electromagnética y protección contra incendios, así como las normas españolas para instalaciones eléctricas.

### 6.2.1. **Normativa de cableado estructurado:**

- UNE-EN 50173-1:2018, Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos Generales.
- UNE-EN 50173-2:2018, Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 2: Edificios de Oficina.
- UNE-EN 50173-5:2018, Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 5: Centros de Datos
- UNE-EN 50174-1:2018, Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 1: Especificación de la instalación y aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN 50174-2:2018, Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de los edificios.
- UNE-EN 50174-3:2018, Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 3: Métodos y planificación de la instalación en el exterior de los edificios.

### 6.2.2. **Normativa de conducciones:**

- UNE-EN 50310:2016, Redes de enlace de telecomunicaciones para edificios y otras estructuras.
- UNE-EN 50086-1:1995, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50085:2010, Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.
- UNE-EN 61357:2002, Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera para la conducción de cables.

### 6.2.3. **Normativa eléctrica:**

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, Real Decreto 842/2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias del Ministerio de Industria. Última modificación 3 Septiembre 2025.

#### 6.2.4. Compatibilidad electromagnética:

- UNE-EN 300127 V1.2.1, «Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM). Ensayos de emisiones radiadas de sistemas de telecomunicación físicamente grandes»
- UNE-EN 55035:2017, Compatibilidad electromagnética de equipos multimedia. Requisitos de inmunidad.
- UNE-EN 50561-1:2014/AC:2015, 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.

#### 6.2.5. Normativa de protección contra incendios

Los siguientes estándares internacionales hacen referencia a la utilización de cables con cubierta retardante al fuego, y escasa emisión de humos no tóxicos y libres de halógenos:

- UNE-EN 50290-2-26:2002 Cables de comunicación. Parte 2-26: Reglas comunes de diseño y construcción. Mezclas libres de halógenos y retardantes de la llama para aislamientos.
- UNE-EN 50290-2-27:2021, Cables de comunicación. Parte 2-27: Reglas comunes de diseño y construcción. Mezclas libres de halógenos a base de poliolefina para cubiertas para cables con propiedades mejoradas de llama y fuego (HFFR).
- UNE-HD 627.7M:1997 Cables multiconductores y multipares para instalación en superficie o enterrada. Parte 7: Cables multiconductores y multipares libres de halógenos, cumpliendo con el HD 405.3 o similar. Sección M: Cables multiconductores con aislamiento de EPR o XLPE y cubierta sin halógenos y cables multipares con aislamiento de PE y cubierta sin halógenos.
- UNE-EN 12094-5:2007, Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales a alta y baja presión y sus actuadores.
- UNE-EN 12259-14:2021+A2:2025, Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 14: Rociadores para aplicaciones residenciales.

Para el diseño y acondicionamiento de salas de comunicaciones, se tendrán en cuenta las directrices indicadas en el Código Técnico de la Edificación, documento básico SI «Seguridad en caso de incendios».

### 6.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED MULTISERVICIO

#### 6.3.1. Modelo y arquitectura

La Red Multiservicio es un Sistema de Cableado Estructurado, y su tipología sigue el esquema jerárquico en árbol que describe la norma UNE-EN50173, "Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico".

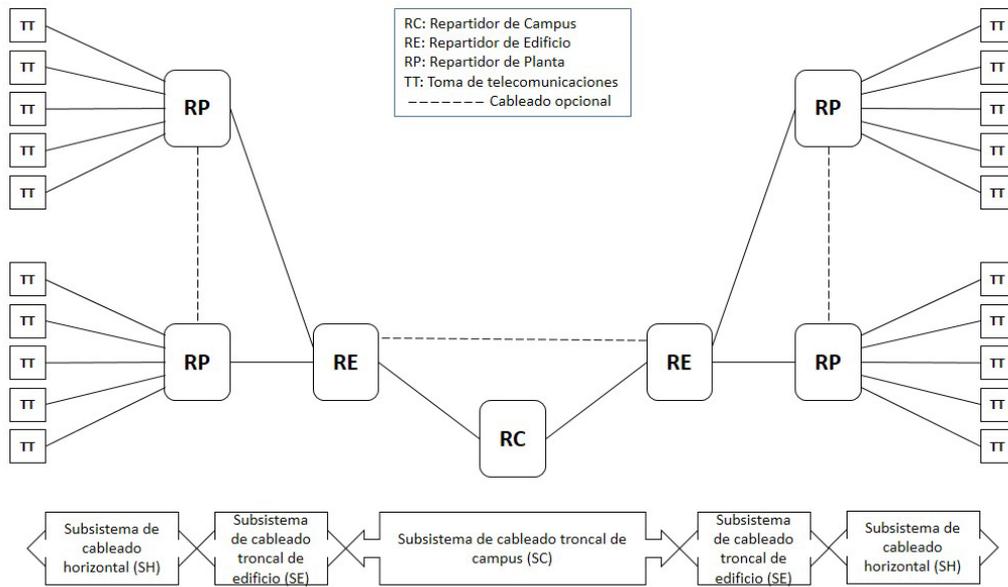
Un sistema de cableado genérico contiene hasta tres subsistemas: Subsistema Troncal de Campus (SC), Subsistema Troncal de Edificio (SE) y Subsistema Horizontal (SH). Los subsistemas se conectan entre sí para crear un sistema genérico como el mostrado en la figura siguiente.

En el campus o complejo existirá un Repartidor de Campus (RC), que concentrará toda la red de comunicaciones del complejo. En cada edificio existirá un Repartidor de Edificio (RE). Todos los RE se conectarán directamente al RC mediante el Subsistema Troncal del Campus (SC). En el caso de complejos de un solo edificio, el RE coincidirá con el RC y se le aplicarán los requerimientos exigidos a un RC.

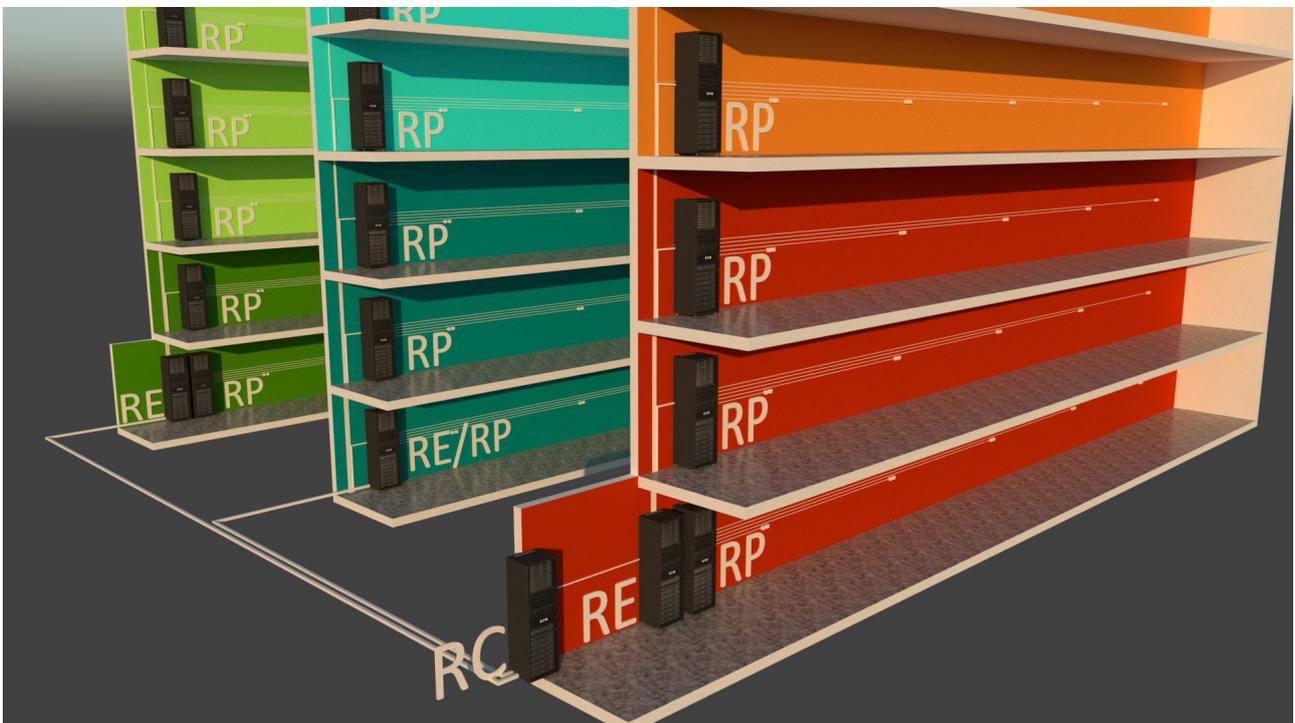
En cada edificio habrá uno o varios Repartidores de Planta (RP), desde que parten los enlaces hasta las tomas de telecomunicaciones. Cada RP se conectará directamente al RE de su edificio mediante el subsistema Troncal de Edificio (SE). En los casos en los que por las características del edificio sea necesario un único RP, éste coincidirá con el RE y se le aplicarán los requerimientos exigidos a un RE.

Finalmente, desde el Repartidor de Planta (RP) se conectará a todas las Tomas de Telecomunicación repartidas por la planta, mediante el Subsistema de Cableado Horizontal (SH)

Los repartidores, tanto de campus como de edificio, como de planta, consistirán en armarios rack destinados a albergar todo el equipamiento de red y las conexiones centralizadas. Estos armarios rack necesitan estar ubicados en salas técnicas, por lo que es importante, desde el punto de vista arquitectónico, planificar y reservar espacios, estancias y ubicaciones destinados a este fin.



Distribución de la Red de Cableado Estructurado por edificios y por plantas  
 Fuente: Colegio O. Ingenieros Telecomunicación



Distribución de la Red de Cableado Estructurado por edificios y por plantas.  
 Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación

## 6.3.2. Descripción de los Subsistemas

### 6.3.2.1. Subsistema Horizontal

El subsistema horizontal se extiende desde el Repartidor de Planta (RP) hasta las tomas de Telecomunicaciones (TT) conectadas al mismo. El subsistema incluye:

- El cableado del subsistema.
- La terminación mecánica de los cables de horizontal incluyendo las conexiones (por ejemplo, las interconexiones o conexiones paralelas) tanto en la toma de telecomunicaciones como en el repartidor de planta junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes en dicho repartidor.
- Las tomas de telecomunicaciones. Los latiguillos de equipo no se consideran parte del mismo.

El cableado horizontal se realizará de una sola tirada entre la toma de telecomunicaciones y el panel de conectores del armario repartidor de planta, estando terminantemente prohibidos los puntos de transición, empalmes o inserción de dispositivos.

### 6.3.2.2. Subsistema Troncal de Edificio

El Subsistema Troncal de Edificio (SE) se extiende desde el/(los) Repartidor/(es) de Edificio (RE) al/(a los) Repartidor/(es) de Planta (RP). Cuando está presente, el subsistema incluye:

- El cableado del subsistema.
- La terminación mecánica de los cables de la vertical del edificio incluyendo las conexiones (por ejemplo, las interconexiones o las conexiones cruzadas) tanto en el repartidor de edificio como en los repartidores de planta junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes en el repartidor de edificio. Los latiguillos de equipo no se consideran parte del mismo.

El cableado vertical puede proporcionar conexión directa entre Repartidores de Planta. Cuando exista debe ser como ruta de seguridad (backup) y de manera adicional al necesario para la topología jerárquica básica.

### 6.3.2.3. Subsistema Troncal de Campus

El Subsistema Troncal de Campus (SC) queda delimitado por el Repartidor de Campus (RC) y cada uno de los Repartidores de Edificio (RE).

El subsistema de cableado troncal de campus se extiende desde el RC a los RE ubicados en los distintos edificios que componen el campus. Cuando está presente, el subsistema incluye:

- El cableado del subsistema.
- La terminación mecánica de los cables de troncal de campus incluyendo las conexiones tanto en el repartidor de campus como en el repartidor de edificio. Los latiguillos de equipo no se consideran parte del mismo.

El cableado troncal de campus puede proporcionar conexión directa entre repartidores de edificio. Cuando exista debe ser adicional al necesario para la topología jerárquica básica.

## 6.3.3. Consideraciones de diseño de la red de Cableado Estructurado

Todos los sistemas de cableado estructurado actuales deben estar regidos, tanto en su diseño como en su instalación por las normas americanas, europeas e internacionales que regulan y garantizan la homogeneidad de componentes e instalaciones y aseguran al cliente o usuario final que su instalación está completamente abierta a estándares y fabricantes, no vinculándolo con ninguna aplicación o solución propietaria de ningún fabricante.

Recomendaciones:

- Todos los materiales plásticos utilizados como adaptadores para series de mecanismos, bloques de conexión, etc. deberán cumplir con el estándar UL-94V0, que garantiza el tratamiento del material plástico contra el fuego.
- Las cubiertas de los cables deberán ir tratadas frente al fuego, serán de baja emisión de humos y cero halógenos (LSZH), cumpliendo con la normativa IEC 332-1, y la directiva europea 346/2016, siendo los cables como mínimo de categoría Cca-s1b,d1,a1

- Los elementos metálicos de conexión como los paneles, tomas de usuario, etc., cumplirán con el apartado 68 del FCC en cuanto a emisiones radioeléctricas.
- El fabricante de los componentes a instalar estará certificado ISO 9001, de tal manera que se asegure unos requisitos mínimos en el proceso de fabricación. Es recomendable igualmente que los componentes sigan un proceso de trazabilidad en la fabricación regulado por un laboratorio externo independiente (UL, ETL, ...). De esta forma imparcial se asegura igualmente una calidad mínima y semejante para todos los productos fabricados.

#### 6.3.4. Categoría de la red de Cableado Estructurado

La red de cableado estructurado deberá cumplir al menos el estándar Categoría 6. Todos los componentes de la red de cableado estructurado; cables, conectores, latiguillos, etc, debe ser al menos de Categoría 6.

Los estándares típicamente caracterizan los niveles mínimos de rendimiento que deben tener los componentes o sistemas de cableado estructurado. Para optimizar el rendimiento del sistema una vez instalado, todos los componentes de la red de cableado estructurado deben superar individualmente los umbrales mínimos marcados por la Categoría 6 propuesta. Además, es muy recomendable que los componentes seleccionados estén adaptados entre sí, de tal forma que los rendimientos finales obtenidos una vez que el sistema ha sido instalado y certificado superen en la máxima magnitud posible el umbral de la Categoría 6. De esta forma se dispondrá de un sistema de cableado estructurado garantizado para soportar todas las aplicaciones estándares desarrolladas para su uso en red local o desde Internet, actuales y futuras a largo plazo. Así mismo, será robusto para soportar interferencias electromagnéticas generadas en el entorno de la instalación y preparado para afrontar el deterioro, envejecimiento y corrosión de los componentes, y la pérdida de rendimiento de algunos por su mal uso o uso inadecuado, como sea el caso de los latiguillos.

Por otra parte, el cumplimiento de este estándar garantiza que los componentes de unas marcas podrán funcionar con otros componentes de otras marcas.

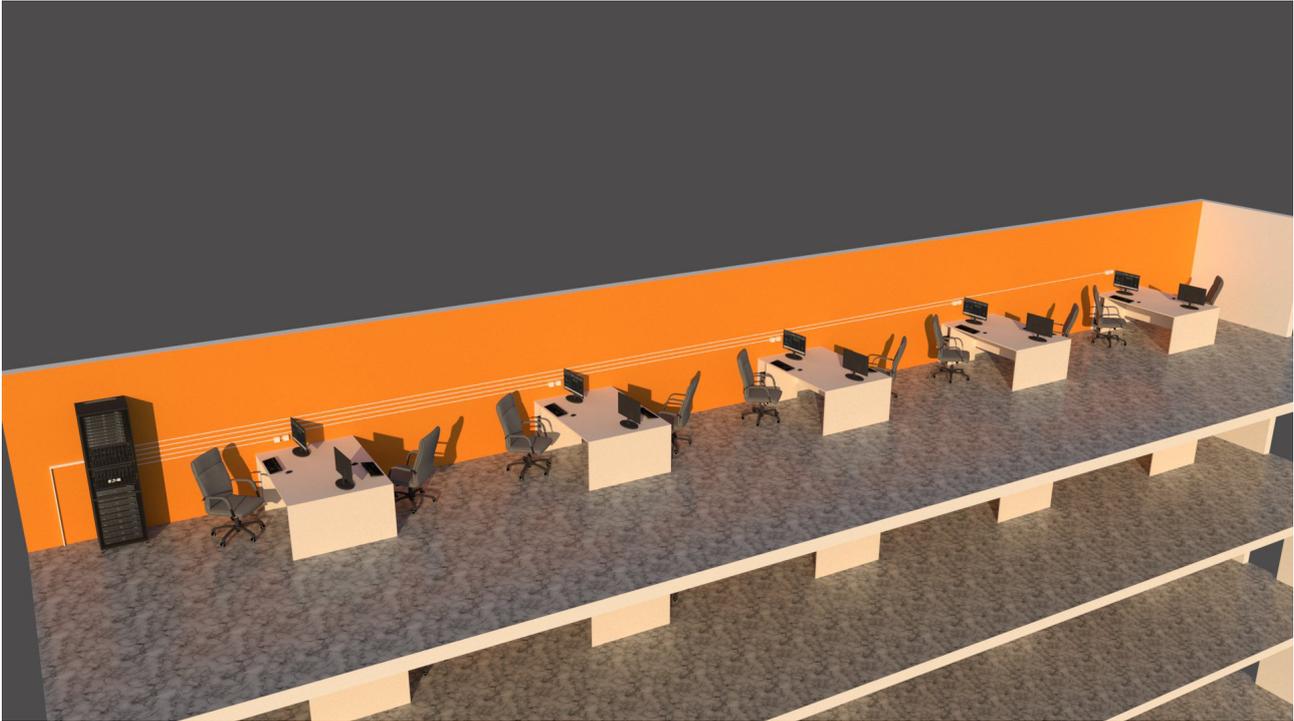
### 6.4. SUBSISTEMA HORIZONTAL

#### 6.4.1. Requerimientos de diseño y dimensionado

El subsistema horizontal se extiende desde el Repartidor de Planta (RP) hasta cada una de las tomas de telecomunicaciones (TT) conectadas al mismo. El subsistema incluye:

- El cableado de subsistema.
- La terminación mecánica de los cables de horizontal incluyendo las conexiones tanto en la toma de telecomunicaciones como en el repartidor de planta, junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes en dicho repartidor.
- Las tomas de telecomunicaciones.

El cableado horizontal se realizará de una sola tirada entre la toma de telecomunicaciones y el panel de conectores del armario repartidor de planta. La distancia máxima de ese tramo será de 90 metros.



Fuente: Colegio O. Ingenieros Telecomunicación

El primer paso es planificar cada planta, sobre plano de planta, estancia por estancia, y dimensionar la cantidad de tomas de telecomunicación TT que van a ser necesarias para atender las necesidades del personal del centro y de los alumnos en las ubicaciones planificadas, en función de la actividad que se prevé en esas estancias.

Una toma de telecomunicación o TT consiste en un conector RJ45 UTP, al menos de categoría 6.

Los conectores RJ45 son compatibles con los conectores RJ11 de telefonía analógica, por tanto, las tomas TT pueden utilizarse como toma de telefonía analógica.

Atendiendo a las particularidades de la distribución de estancias de los centros educativos podemos establecer el siguiente criterio como recomendación de mínimos:

#### **Aulas**

- 4 tomas de telecomunicación TT configurables (voz y datos), cercanas a la pizarra y la mesa del profesor.
- Una TT adicional cada 10 m<sup>2</sup>.
- Una TT ,para punto de acceso Wi-Fi alta densidad.
- Una TT para control de acceso.

#### **Secretaría y Administración**

- Dos TT cercanas a cada mesa de trabajo.
- Una TT adicional para impresora.
- Una TT para control de acceso.
- Una TT , para punto de acceso Wi-Fi alta densidad.

#### **Despachos profesorado, dirección y jefatura de estudios**

- Dos TT cercanas a cada mesa de trabajo.
- Una TT adicional para impresora.
- Una TT para control de acceso.
- Una TT , para punto de acceso Wi-Fi alta densidad.

#### **Biblioteca**

- Dos TT cercanas a cada mesa de trabajo del personal de la biblioteca.
- Una TT adicional para impresora.
- Una TT adicional cada 10 m<sup>2</sup>.
- Una TT, para punto de acceso Wi-Fi alta densidad. (al menos, dependiendo de los resultados obtenidos en los cálculos de cobertura wifi que se analizan en un capítulo posterior).
- Una TT para control de acceso.

#### **Sala de profesores**

- Dos TT en cada mesa de trabajo del profesorado.
- Una TT adicional para impresora.
- Una TT adicional cada 10 m2.
- Un a TT para punto de acceso Wi-Fi alta densidad. (depende del análisis de cobertura).
- Una TT para control de acceso.

#### **Cafetería**

- Un a TT para punto de acceso Wi-Fi alta densidad.

#### **Archivo**

- Dos TT en cada mesa de trabajo.
- Una TT adicional para impresora.
- Una TT para control de acceso.

#### **Hall y pasillos**

- Una toma TT para punto de acceso Wi-Fi alta densidad cada 100 metros cuadrados, Tomas TT adicionales para servicio de videovigilancia.

#### **Aulas Taller**

- Según planificación, tomas necesarias para equipos con conexión a red.
- Una Toma TT para un punto de acceso Wi-Fi alta densidad.
- Un a TT para control de acceso.

#### **Salas de máquinas**

- Una toma para control de acceso.
- Una toma para domotización de equipos.

#### **Salón de actos**

- Una TT por cada ubicación para ponentes.
- Un a TT adicional para medios audiovisuales.
- Un a TT para punto de acceso Wi-Fi alta densidad.

#### **Sala de Juntas**

- Dos tomas dobles, 4 TT, distribuidos en la sala
- Una TT adicional para medios audiovisuales
- Una TT para punto de acceso Wi-Fi alta densidad. (o los que se calculen).
- Un a TT para control de acceso.

#### **Reprografía**

- Dos TT en cada mesa de trabajo.
- Una TT adicional para cada impresora o elemento de almacenamiento.
- Un a TT para control de acceso.

#### **Gimnasio**

- Una toma TT para Un punto de acceso Wi-Fi alta densidad.

#### **Aula de aprendizaje de idiomas con equipos digitales de sonido**

- Según planificación, tomas necesarias para equipos con conexión a red.
- Un punto de acceso Wi-Fi alta densidad.
- Una toma para control de acceso.

#### **Almacenes**

- Una toma para control de acceso.

Se añaden aquí los posibles espacios digitales que podrían tener lugar en los centros educativos de enseñanza de secundaria de acuerdo con el "Plan de Formación Profesional Digital", incluido en la Transformación Digital de la Educación dentro del Plan Nacional de Competencias Digitales.

Este plan define los diferentes espacios formativos en competencias digitales. Estos espacios educativos digitales pueden ser:

#### **Aula Digital Básica**

Un aula digital básica es un aula asignada a un grupo ordinario de clase, normalmente una tutoría, que cuenta con los medios técnicos mínimos para impartir la docencia con apoyo en las TIC. EL equipamiento básico recomendado para este tipo de aula es:

- Panel digital interactivo de 62" o superior, con sistema de anclaje a la pared. Podrá integrar o no sistema OPS, en cuyo caso no será necesario un equipo informático.
- Equipo informático
  - » Sobremesa
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station)
  - » Sistema OPS

### **Aula Digital Interactiva (ADI)**

Un aula digital Interactiva es un espacio de clase en un centro escolar dotado de elementos técnicos para la impartición de docencia apoyada en las TIC y que permite la interacción del alumnado mediante accionamiento de los mismos con el dedo o con la ayuda de punteros específicos, normalmente en formato lápiz digital.

- Panel digital interactivo de 62" o superior, con sistema de anclaje a la pared. Podrá integrar o no sistema OPS, en cuyo caso no será necesario un equipo informático.
- Equipo informático.
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
  - » Sistema OPS.
- Panel auxiliar de vídeo de 62" o superior.
- Cámara web de al menos 180° con seguimiento inteligente.
- Sistema de Microfonía inalámbrica.
  - » Base inalámbrica y micrófono de petaca y/o diadema.
  - » Base inalámbrica y micrófono inalámbrico de mano.
- Sistema de megafonía con potencia adecuada al tamaño del espacio (30W por canal o superior).

### **Aula de Informática**

Es un aula de uso común para diferentes grupos de alumnado dotado de medios técnicos informáticos y comunicaciones, con una ratio de al menos un ordenador por cada dos alumnos y un sistema informático para el profesor integrado con un sistema de proyección en el aula.

- Panel digital interactivo de 62" o superior, con sistema de anclaje a la pared. Podrá integrar o no sistema OPS, en cuyo caso no será necesario un equipo informático.
- Equipo informático del profesor.
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
- Equipos informáticos de alumnado (número en función de la ratio).

### **Aula Digital Específica de Diseño Gráfico**

Un aula digital específica es un aula cuyo equipamiento tecnológico está diseñado de manera concreta para un ámbito de conocimiento determinado.

- Panel digital interactivo de 62" o superior, con sistema de anclaje a la pared. Podrá integrar o no sistema OPS, en cuyo caso no será necesario un equipo informático.
- Equipo informático del profesor de alta gama con software de diseño asistido y CAD
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
- Equipos informáticos de alumnado de alta gama (número en función de la ratio) con software de diseño asistido y CAD.

- Tabletas digitalizadoras.
- Escáner de imágenes.
- Cámara digital de fotografía.
- Otros elementos auxiliares.

### **Aula Tecnológica**

Es un aula específica para el desarrollo del pensamiento computacional, en el que se integran dispositivos que faciliten la experimentación con la realidad virtual, con la realidad aumentada, con la fabricación de elementos mediante sistemas de impresión 3D, etc.

- Panel digital interactivo de 62" o superior, con sistema de anclaje a la pared. Podrá integrar o no sistema OPS, en cuyo caso no será necesario un equipo informático.
- Equipo informático del profesor.
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
- Equipos informáticos para los puestos de experimentación con software de programación y control robótico.
- Impresora 3D.
- Tabletas.
- Teléfonos móviles.
- Gafas de realidad virtual.
- Kits de experimentación con robot (en función de la edad y de la etapa educativa: bee bot, escorna bot, blue-bot, micro bit, arduino, raspberry pi, lego we-do, Fischer techniks, mindstrom, etc.

### **Espacio Maker**

Es un espacio destinado directamente a la fabricación de objetos mediante técnicas de impresión 3D, fresado numérico, corte y marcado mediante tecnología láser, etc. Puede ser un subespacio de las aulas tecnológicas y del futuro.

- Panel de vídeo de 62" o superior.
- Equipo informático del profesor.
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
- Impresora.
- Impresora 3D.
- Fresadora de procesamiento numérico.
- Cortadora/marcadora láser.
- Herramientas diversas.

### **Taller de producción audiovisual**

Es un aula dotada específicamente para la producción audiovisual.

- Cámara digital y/o Tablet para realizar grabaciones de vídeo y audio.
- Trípode para el dispositivo de grabación de vídeo.
- Diorama para la realización de Croma.
- Ordenador y software de edición de vídeo y audio.
- Sistema de microfonía.
- Sistema de iluminación fría.

### Taller de radio

Es un aula dotada específicamente para la producción de podcast o programas de radio, independientemente de la tecnología de emisión empleada.

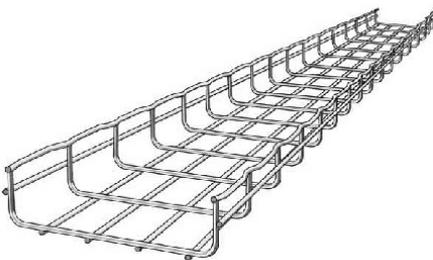
- Equipo informático con software de edición de sonido y de emisión de streaming de audio.
  - » Sobremesa.
  - » Portátil (puede incluir accesorio Dock Station).
- Microfonía.
- Pequeña mesa de mezclas de sonido.

Adicionalmente se pueden utilizar también los siguientes criterios para facilitar el cálculo de PAU en cada estancia:

- 1 puesto de trabajo en oficinas o zonas diáfanas cada 10m<sup>2</sup>
- 1 puesto de trabajo por cada 4 o 5 puestos resultantes según la regla anterior, de tal forma que de opción a cambiar el mobiliario de sitio y/o incorporar equipos comunes como impresoras, faxes, etc.
- Puestos de trabajo adicionales en cada estancia susceptible de incorporar un teléfono, un ordenador, una cámara de videovigilancia, una impresora de red, controles de acceso, videoportero, pantallas, o cualquier dispositivo que necesite conexión IP.
- 1 puesto de trabajo cada 100m<sup>2</sup> para incorporar Puntos de Acceso y proveer de cobertura Wi-Fi. Suelen estar ubicados en el falso techo de la estancia. por lo que se recomendará la solución arquitectónica de falsos techos en las estancias.
- Puestos de trabajo adicionales para elementos para la gestión del edificio (BMS – Building Management System) que usan la red de cableado estructurado para la conexión entre dichos elementos, por lo que la densidad de puntos de red ubicados en techo es cada vez más y más alta.

Una buena planificación ha de tener en cuenta también la previsión de crecimiento de puestos de trabajo a medio o largo plazo, sobre-dimensionando la red para esta eventualidad. Como resultado del estudio, tendremos el total de tomas de telecomunicación (TT) necesarias en planta, y la ubicación de las mismas en cada estancia.

Los cables del subsistema de cableado horizontal dimensionados previamente se instalarán por el falso techo, y se alojarán sobre canalización tipo bandeja de plástico, de rejilla, metálicas perforada o metálica cerrada, con o sin tapa.



Fuente: Catálogo de Legrand

Estas bandejas se instalarán en el falso techo con sus respectivos accesorios de fijación.

El recorrido de las bandejas por el falso aprovecha que el falso techo es diáfano y comunica todas las estancias, evitando atravesar los muros de carga del edificio.

Desde las bandejas portacables, en los lugares próximos al puesto de trabajo deberán salir conductos flexibles tipo corrugado, recomendablemente de plástico, hasta cada ubicación del puesto de trabajo, bajando por la pared, hasta una altura aproximada de 30 cms sobre el suelo, donde se instalará la caja de tomas.





Guía Técnica para la elaboración de Proyectos de Infraestructuras Comunes y Servicios de Telecomunicación en edificios destinados a las actividades docentes regladas de ámbito no universitario, y los centros educativos de enseñanza reglada de ámbito no universitario

Plano  
1.02

Instalación de la bandeja porta-cables por el falso techo para la distribución del cableado



### 6.4.2. Ubicación y dimensionamiento del repartidor de planta (RP)

Como hemos comentado, la topología de la red de cableado estructurado en una planta es en estrella, siendo el repartidor de planta el centro de la estrella.

La distancia máxima entre la toma de usuario y el conector ubicado en el armario Repartidor de Planta será de 90 metros (longitud mecánica).

La ubicación del repartidor de planta será preferentemente próxima a la vertical del edificio, dando prioridad a ubicaciones centradas dentro de la planta. La posición, si es posible, será la misma en todas las plantas.

Para longitudes mecánicas máximas inferiores a 90 metros, se instalará un Repartidor de Planta (RP) con un mínimo de uno por planta.

Como se ha comentado, el repartidor de planta consistirá en uno o varios armarios rack, que albergarán todas las conexiones y equipos de red necesarios para dar servicio a la red de cableado estructurado.

Generalmente, estos armarios rack estarán ubicados dentro de una sala de comunicaciones o sala técnica.

Para el dimensionamiento de la altura de los armarios rack que constituyen el repartidor de planta, se seguirán el siguiente criterio:

- Una unidad de armario (U) cada 24 tomas de usuario.
- Una unidad de armario para una guía pasacable por cada 24 tomas de usuario.
- Una unidad de armario para cada 50 extensiones de telefonía analógica.
- Una unidad de armario por cada 24 tomas de datos para la electrónica de red.
- Una unidad de armario por cada 12 enlaces de fibra (24 fibras).
- Una unidad de armario por cada 6 tomas eléctricas.
- 30% de reserva.

### 6.4.3. Requerimientos de los componentes del Subsistema

#### Tomas de telecomunicaciones

Los requerimientos mínimos de las tomas son los necesarios para cumplir con Categoría 6 para cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase E al enlace horizontal.

En los casos en los que la toma se alcance con fibra óptica, se instalará una toma con conector normalizado tipo SC Duplex.

#### Cableado

Los requerimientos mínimos de los cables son balanceados para cumplir Categoría 6, de cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase E al enlace horizontal.

Los cables de cuatro pares tendrán cubiertas libres de halógenos y de baja emisión de humos (LSZH).

En caso de instalarse fibra óptica, será multimodo de índice gradual 50/125 micras.

Los cables correspondientes al Subsistema Horizontal acabarán en los paneles de parcheo del Repartidor de Planta correspondiente.

Se reserva una distancia máxima de 10 metros para la suma total de las longitudes de los cables del área de trabajo más los cables del armario de telecomunicaciones (latiguillos de parcheo y de usuario).

#### Repartidores

El RP estará adecuadamente dimensionado para albergar las conexiones, tanto de voz como de datos, y la electrónica de red de planta.

En el caso de que en el complejo no exista RE, el RP estará dimensionado para albergar las funciones del mismo y del RE.

Los requerimientos mínimos para los armarios serán las siguientes:

- Armarios tipo rack de 19", con anchura mínima 600 mm. y fondo mínimo 800 mm. La altura será la obtenida del cálculo de dimensionado teniendo en cuenta que la altura máxima estándar son 42 U.

- Se recomienda el uso de termo ventilación con termostato digital y control de potencia de los electroventiladores.
- Cierres laterales desmontables con cerradura.
- La puerta trasera será metálica micro perforada y la delantera será de cristal.
- Cerraduras de seguridad en puertas delanteras y traseras.
- Accesos de cableado por la parte superior e inferior.
- Dispondrán de dos perfiles delanteros y traseros.

Los perfiles traseros deberán ser regulables para al menos tres fondos distintos.

- La terminación del armario será regular, sin cantos vivos ni lacado defectuoso.

En los puntos de acceso a los armarios, la distancia desde ellos a cualquier pared será como mínimo de 1 metro, de forma que permita manipular su interior para realizar los trabajos de mantenimiento.

En el caso de emplearse armarios murales de 19", tendrán las siguientes características:

- Dos cuerpos: El posterior fijado a la pared y el anterior abatible mediante sistema de bisagra.
- Accesorio de entrada de cables superior e inferior en cuerpo central y posterior.
- Perfiles fijos en la parte trasera del cuerpo central.
- Tapas superior e inferior con ranuras de ventilación.

#### **Elementos interiores de los Repartidores**

Se utilizarán los siguientes tipos de elementos:

- Paneles de 24 tomas RJ-45 hembra con características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 6 para cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase E al enlace horizontal y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel.
- Paneles de 50 tomas RJ-45 hembra con características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 3 o superior para cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase C al enlace vertical y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel
- Bandejas de fibra de 12 puertos SC duplex y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel. El acoplador SC Duplex contarán con tapas antipolvo.
- Pasahilos metálicos de 1U.
- Cada RP tendrá instaladas dos bases de enchufe.

Serán de tipo Schuko, con 6 tomas, dotadas de toma de tierra e interruptor bipolar luminoso con indicador de funcionamiento. Las bases dispondrán de escuadras laterales para montaje horizontal en bastidores de 19".

#### **Puntos de acceso Wi-Fi de alta densidad**

Para la correcta ubicación de los puntos de acceso Wi-Fi en el edificio, es necesario realizar un estudio de cobertura de red Wi-Fi de altas prestaciones particularizado al centro educativo del cual estamos realizando el proyecto. Este estudio de cobertura contempla cálculos de radiación en función de las características arquitectónicas del edificio y la distribución de las estancias, con el objetivo de garantizar la cobertura y ancho de banda necesarios para prestar un servicio acorde a las necesidades docentes de los profesores, y las necesidades educativas de los alumnos.

Este estudio de cobertura Wi-Fi se detalla en el capítulo 6.7.

## 6.5. SUBSISTEMA TRONCAL DE EDIFICIO.

### 6.5.1. Requerimientos de diseño y dimensionado.

#### Cableado

Para el cálculo del número de cables que conforman la vertical se seguirán los siguientes criterios:

- Al menos un par de fibras por cada 10 tomas de usuario o fracción pertenecientes a cada RP.
- Al menos cable de 50 pares de cables de cobre por cada panel de 50 tomas instalado en cada RP.

#### Repartidores

Para el cálculo del número y ubicación de los RE seguirá el siguiente criterio:

- Al menos un RE por cada edificio.
- La distancia máxima entre el RE y los RP que dependen de él viene dada por la categoría del cable de fibra y la tecnología de transmisión que se vaya a emplear.

La longitud del cableado troncal de edificio deberá ser tenida en cuenta a la hora de elegir la electrónica del subsistema.

Para el cálculo del tamaño del repartidor se considerará el número de enlaces que de él parten hacia los RP o que llegan desde el RC, y se seguirán los siguientes criterios:

- Al menos una unidad de armario por cada panel o bandeja para una guía pasacable
- Al menos una unidad de armario para cada 50 extensiones de telefonía analógica o digital.
- Al menos una unidad de armario para cada 8 enlaces de fibra para conmutadores de edificio.
- Al menos una unidad de armario para cada 12 enlaces de fibra, para bandejas de fibra.
- Al menos una unidad de armario para cada 6 tomas eléctricas a instalar en el armario.
- La dimensión en unidades del repartidor debe calcularse dejando un 30% del total de las unidades del mismo libres para futuros usos o ampliaciones.

### 6.5.2. Requerimientos de los componentes del Subsistema.

#### Cableado

El cableado vertical para datos estará realizado con enlaces de fibra será multimodo de índice gradual 50/125 micras. Se emplearán cables de hasta 24 fibras.

Las mangueras de cable empleadas en este subsistema tendrán cubiertas libres de halógenos y de baja emisión de humos (LSZH). Deberán estar protegidas contra los roedores y la humedad.

Todas las fibras terminarán soldadas o fusionadas en paneles de 1U dentro del rack correspondiente.

El cableado vertical de cobre serán cables multipar de 25, 50 ó 100 pares. El cable multipar tendrá las características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 3 o superior con o sin pantalla, aportando Clase C o superior al enlace vertical.

Los cables del Subsistema Troncal de Edificio comenzarán en los paneles del RE y terminarán en los paneles del RP correspondiente.

Las mangueras empleadas en este subsistema tendrán cubiertas libres de halógenos y de baja emisión de humos (LSZH). Deberán estar protegidas contra los roedores y la humedad.

#### Repartidores

La ubicación será preferentemente próxima a la vertical del edificio, dando prioridad a ubicaciones centradas dentro de la planta.

El RE estará adecuadamente dimensionado para albergar las conexiones, tanto de pares como de fibra, y la electrónica de red del edificio.

En el caso de que en el complejo no exista RC, el RE estará dimensionado para albergar las funciones del mismo.

Los requerimientos mínimos para los armarios serán las siguientes:

- Armarios tipo rack de 19", con anchura mínima 600 mm. y fondo mínimo 800 mm. La altura será la obtenida del cálculo de dimensionado teniendo en cuenta que la altura máxima estándar son 42 U.
- Termo ventilación con termostato digital y control de potencia de los electro ventiladores.
- Cierres laterales desmontables con cerradura.
- La puerta trasera será metálica micro perforada y la delantera será de cristal.
- Cerraduras de seguridad en puertas delanteras y traseras.
- Accesos de cableado por la parte superior e inferior.
- Dispondrán de dos perfiles delanteros y traseros.

Los perfiles traseros deberán ser regulables para al menos tres fondos distintos.

- La terminación del armario será regular, sin cantos vivos ni lacado defectuoso.

En los puntos de acceso a los armarios, la distancia desde ellos a cualquier pared será como mínimo de 1 metro, de forma que permita manipular su interior para realizar los trabajos de mantenimiento.

En el caso de emplearse armarios murales de 19", tendrán las siguientes características:

- Dos cuerpos: El posterior fijado a la pared y el anterior abatible mediante sistema de bisagra.
- Accesorio de entrada de cables superior e inferior en cuerpo central y posterior.
- Perfiles fijos en la parte trasera del cuerpo central.
- Tapas superior e inferior con ranuras de ventilación.

#### **Elementos interiores de los Repartidores**

Se utilizarán los siguientes tipos de elementos:

- Paneles de 50 tomas RJ-45 hembra con características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 3 para cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase C al enlace vertical y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel.
- Bandejas de fibra de 12 puertos SC duplex y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel. El acoplador SC Duplex contarán con tapas antipolvo.
- Pasahilos metálicos de 1U.
- Cada RE tendrá instaladas, como mínimo, dos bases de enchufe. Serán de tipo Schuko, con 6 tomas, dotadas de toma de tierra e interruptor bipolar luminoso con indicador de funcionamiento. Las bases dispondrán de escuadras laterales para montaje horizontal en bastidores de 19".

## **6.6. SUBSISTEMA TRONCAL DE CAMPUS.**

### **6.6.1. Requerimientos de diseño y dimensionado.**

#### **Cableado**

Para el cálculo del número de cables que conforman el cableado de campus se seguirán los siguientes criterios:

- Al menos un par de fibras por cada 5 pares de fibra perteneciente a la troncal de edificio con mayor número de fibras.
- Al menos un par de cobre por cada par instalado en la troncal del edificio con mayor número de pares.

#### **Repartidores**

- Existirá un RC para complejos con dos o más edificios.
- La distancia máxima entre el RC y los RE que dependen de él viene dada por la categoría del cable de fibra y la tecnología de transmisión que se vaya a emplear.

En el proyecto deberá especificarse claramente si las distancias entre RC y RE implican una limitación al uso de alguna de las tecnologías indicadas. La longitud del cableado troncal de campus deberá ser tomada en cuenta a la hora de elegir la electrónica del subsistema.

Para el cálculo del tamaño del repartidor se considerará el número de enlaces que parten del mismo y se seguirán los siguientes criterios:

- Al menos una unidad de armario para cada panel o bandeja para una guía pasacable.
- Al menos una unidad de armario para cada 50 extensiones de telefonía analógica o digital.
- Al menos una unidad de armario para cada 12 puntos de fibra.
- Al menos 10 unidades de armario para la electrónica de red y los equipos de los proveedores de servicio.
- Al menos una unidad de armario para cada 6 tomas eléctricas a instalar en el armario.
- La dimensión en unidades del repartidor debe calcularse dejando un 30% del total de las unidades del mismo libres para futuros usos o ampliaciones.

### 6.6.2. Requerimientos de los componentes del Subsistema.

#### Cableado

Los cables del Subsistema de Campus comenzarán en los paneles del RC y terminarán en los paneles del RE correspondiente.

El cableado de campus se realizará en una sola tirada, salvo casos debidamente justificados, entre los dos distribuidores a unir. Se prohíbe el uso de empalmes o inserciones de otros dispositivos intermedios.

El cableado de campus para datos estará realizado con enlaces de fibra monomodo 9/125 micras. Se emplearán cables de hasta 24 fibras.

El cableado de campus de cobre serán cables multipar de 25, 50 ó 100 pares. El cable multipar tendrá las características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 3 o superior con o sin pantalla, aportando Clase C o superior al enlace vertical.

Las mangueras de cable empleadas en este subsistema tendrán cubiertas libres de halógenos y de baja emisión de humos (LSZH). Deberán estar protegidas contra los roedores y la humedad.

Todas las fibras acabarán soldadas o fusionadas en paneles de 1U dentro del rack correspondiente.

Es obligatoria la utilización de descargadores contra sobretensiones en los extremos de conexión de los cables de cobre.

El cableado de campus en zonas de riesgo (p.e. sótanos), deberá estar protegido contra agentes exteriores físicos y eléctricos.

#### Repartidores.

El RC estará adecuadamente dimensionado para albergar las conexiones, tanto de voz como de datos, con los distintos RE, así como la electrónica de red, la centralita de telefonía y las unidades de armario reservadas para el RX.

Los requerimientos mínimos para los armarios serán los siguientes:

- Armarios tipo rack de 19", con anchura mínima 600 mm. y fondo mínimo 800 mm. La altura será la obtenida del cálculo de dimensionado teniendo en cuenta que la altura máxima estándar son 42 U.
- Termo ventilación con termostato digital y control de potencia de los electroventiladores.
- Cierres laterales desmontables con cerradura.
- La puerta trasera será metálica microperforada y la delantera será de cristal.
- Cerraduras de seguridad en puertas delanteras y traseras.
- Accesos de cableado por la parte superior e inferior.
- Dispondrán de dos perfiles delanteros y traseros.

Los perfiles traseros deberán ser regulables para al menos tres fondos distintos.

- La terminación del armario será regular, sin cantos vivos ni lacado defectuoso.

En los puntos de acceso a los armarios, la distancia desde ellos a cualquier pared será como mínimo de 1 metro, de forma que permita manipular su interior para realizar los trabajos de mantenimiento.

**Elementos interiores de los Repartidores.**

Se utilizarán los siguientes tipos de elementos:

- Paneles de 50 tomas RJ-45 hembra con características mínimas necesarias para cumplir con Categoría 5 para cuatro pares con o sin pantalla, aportando Clase C al enlace vertical y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel.
- Bandejas de fibra de 12 puertos SC duplex y 1U, con elementos de etiquetado tanto para las tomas como para el panel. El acoplador SC Duplex contarán con tapa antipolvo.
- Pasahilos metálicos de 1U.
- Cada RC tendrá instaladas, como mínimo, dos bases de enchufe. Serán de tipo Schuko, con 6 tomas, dotadas de toma de tierra e interruptor bipolar luminoso con indicador de funcionamiento. Las bases dispondrán de escuadras laterales para montaje horizontal en bastidores de 19".

**6.6.3. Gestión y administración del sistema**

Todos los elementos del SCE (repartidores, paneles, enlaces, tomas de usuario, etc.) estarán convenientemente etiquetados, de manera que se puedan identificar de manera unívoca y permitan una correcta gestión y administración del sistema.

Las etiquetas de identificación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a. Deberá cuidarse que las etiquetas se coloquen de modo que se acceda a ellas, se lean y se modifiquen con facilidad, si es necesario.
- b. Las etiquetas deberán ser resistentes y la identificación deberá permanecer legible toda la vida útil prevista del cableado. No podrán estar escritas a mano.
- c. Las etiquetas no deberán verse afectadas por humedad ni manchas cuando se manipulen.
- d. Las etiquetas empleadas en el exterior u otros entornos agresivos deberán diseñarse para resistir los rigores de dicho entorno.
- e. Si se realizan cambios (por ejemplo, en un panel de parcheo), las etiquetas deberán inspeccionarse para determinar si es necesario actualizar a información recogida en las mismas.

**6.6.3.1. Repartidores**

Todos los armarios del SCE estarán etiquetados según la notación indicada en este apartado. En el caso de que un repartidor esté formado por varios racks (por ejemplo, en un repartidor de campus), a efectos de notación se considerará que forman una única unidad.

**Repartidor de Campus**

El RC, pese a ser único, estará etiquetado mediante el código «RC».

**Repartidor de Edificio**

Las etiquetas de los RE tendrán el formato REx, donde x es un número que indica el edificio en el que se encuentra instalado. En todos los RE, este número tendrá tantos dígitos como el mayor de ellos.

Si hay más de un RE en el mismo edificio, se añadirá una letra que permita la diferenciación

**Repartidores de Planta**

Las etiquetas de los RP tendrán el formato RPx, donde x es un número secuencial. En todos los RP, este número tendrá tantos dígitos como el mayor de ellos.

Si hay más de un RP en la misma planta, se añadirá una letra que permita la diferenciación.

**6.6.3.2. Enlaces**

Cada uno de los enlaces del SCE deberá de estar etiquetado en sus dos extremos (panel-panel o panel-toma). Estas dos etiquetas deben coincidir.

### **Enlaces Horizontales**

Las etiquetas de los enlaces horizontales tendrán el formato XX-YY-ZZ, donde:

- XX es el identificador del armario RP al que se encuentra conectado el enlace.
- YY es el número del panel de parcheo al que se encuentra conectado el enlace.
- ZZ es el número de boca en el panel de parcheo al que se encuentra conectado el enlace.

Por ejemplo, el enlace conectado a la boca 12 del panel de parcheo 1 del RP 1 se etiquetará como RP1-1-12.

### **Enlaces Troncales de Edificio**

Las etiquetas de los enlaces verticales tendrán el formato EYY-ZZ, donde:

- YY es el identificador del Repartidor de Planta (RP) donde termina el enlace.
- ZZ es el número de enlace. Identifica un enlace particular entre los que existen entre el RE y el RP indicado.

En todos los enlaces tendrá tantos dígitos como el enlace de mayor numeración. No existe distinción entre enlaces de distinto tipo, si bien se intentará agrupar las numeraciones de enlaces del mismo tipo. Por ejemplo, se tienen dos cables de fibra óptica y un cable multipar desde el RE hasta el RP 1. Estos cables se etiquetarían:

- Cable de fibra óptica 1: E01-1.
- Cable de fibra óptica 2: E01-2.
- Cable multipar: E01-3.

En los enlaces de fibra óptica que no sean SC-Duplex, los conectores de las dos fibras que componen el enlace (transmisión y recepción) están separados y requieren un etiquetado especial.

Cada fibra será etiquetada añadiendo T (transmisión) y R (recepción) a la etiqueta descrita anteriormente.

Hay que tener en cuenta que el hilo de transmisión en un extremo se corresponderá con el de recepción en el extremo opuesto.

### **Enlaces Troncales de Campus**

Las etiquetas de los enlaces de campus tendrán el formato CYY-ZZ, donde:

- YY es el identificador del Repartidor de Edificio (RE) donde termina el enlace.
- ZZ es el número de enlace. Identifica un enlace particular entre los que existen entre el RC y el RE indicado.

En todos los enlaces tendrá tantos dígitos como el enlace de mayor numeración. No existe distinción entre enlaces de distinto tipo, si bien se intentará agrupar las numeraciones de enlaces del mismo tipo.

Por ejemplo, se tienen dos cables de fibra óptica y un cable multipar desde el RC hasta el RE 1. Estos cables se etiquetarían:

- Cable de fibra óptica 1: C01-1.
- Cable de fibra óptica 2: C01-2.
- Cable multipar: C01-3.

En los enlaces de fibra óptica que no sean SC-Duplex, los conectores de las dos fibras que componen el enlace (transmisión y recepción) están separados y requieren un etiquetado especial.

Cada fibra será etiquetada añadiendo T (transmisión) y R (recepción) a la etiqueta descrita anteriormente.

Hay que tener en cuenta que el hilo de transmisión en un extremo se corresponderá con el de recepción en el extremo opuesto.

### 6.6.3.3. Paneles de parcheo y bandejas de fibra

En los paneles de parcheo (sean de voz, de datos o de fibra), se identificarán tanto los propios paneles como cada una de las bocas de los mismos.

Los paneles de parcheo (sean de fibra, voz o datos) se identificarán mediante PX, donde X es un número secuencial que indica el número de panel dentro del armario.

No se hará distinción entre los distintos tipos de paneles, si bien se intentará que los paneles del mismo tipo tengan numeración consecutiva.

Se recomienda distinguir con colores los paneles que pertenezcan a diferentes subsistemas dentro de cada armario. Por ejemplo, en un repartidor que tiene un panel de fibra, dos paneles de parcheo de datos y 2 paneles de parcheo de voz, se etiquetarán de la siguiente manera:

- Panel de fibra: P1.
- Panel de datos 1: P2.
- Panel de datos 2: P3.
- Panel de voz 1: P4.
- Panel de voz 2: P5.

Cada una de las bocas de los paneles se etiquetará mediante un número secuencial. En el caso de las bandejas de fibra se identificará cada pareja de bocas (que corresponderán a un mismo enlace de transmisión recepción).

### 6.6.3.4. Bases de enchufe

Cada regleta Schuko de enchufes instalada en los armarios se etiquetará según la nomenclatura RY, donde Y es un número secuencial que indica el número de la regleta dentro del armario.

Cada enchufe en una regleta se identificará mediante la notación RY.Z, donde:

- Y es el número de la regleta.
- Z es el número de toma, que comenzará por el más cercano al interruptor de la regleta.

No es necesario etiquetar cada toma de enchufe. Cada toma de enchufe será referenciada por un número que indique su posición, comenzando por la más cercana al interruptor de la base de enchufes.

### 6.6.3.5. Cajas de derivación

Se etiquetarán todas las cajas de derivación instaladas en el SCE. La etiqueta tendrá el formato XX-YY, donde:

- XX es el identificador del RP desde el que parten los cables que atraviesan las cajas de derivación.
- YY es el número de caja de derivación. Para asignar este número se tendrá en cuenta el principio jerárquico de colocación de las cajas aguas abajo desde el RP del que dependan.

### 6.6.3.6. Tomas de usuario

Las tomas de usuario se identificarán con la siguiente notación: X.Y.Z, donde:

- X es el número del repartidor de planta al que se encuentra conectada.
- Y es el número del panel al que se encuentran conectadas.
- Z es la boca del panel a la que se encuentran conectadas.

Si hay más de un RP en la planta, se añadirá al número del repartidor la letra identificativa que ese RP tenga asignada.

Ejemplo: La toma conectada a la boca 7 del panel 2 del repartidor de planta 1 se etiquetará como 1.2.7.

No hay distinción expresa entre tomas de voz y datos, pues pueden utilizarse indistintamente para los dos servicios.

Al diseñar el SCE, a cada toma se le dará un uso inicial (sea voz o datos), y se conectará al panel adecuado.

En las rosetas dobles de usuario, la toma de voz estará colocada siempre a la izquierda.

La ordenación de las tomas en los paneles debe seguir un orden lógico, de manera que se permita fácilmente la localización de las mismas. Esta ordenación se hará de tal forma que las tomas presenten una numeración ordenada y coherente con los siguientes criterios:

- En general, la numeración de tomas debe seguir un orden hacia la derecha y hacia abajo sobre la planta del edificio (tomando como referencia los planos del proyecto).
- Dentro de una misma dependencia, las rosetas en pared se numerarán correlativamente en sentido horario, tomando como referencia la puerta de la sala.
- Dentro de una misma dependencia, las cajas de suelo se numerarán siguiendo una ordenación hacia la derecha y hacia abajo.
- Si hay varias tomas en una misma caja, se seguirá el principio de ordenación hacia la derecha y hacia abajo.

## 6.7. ESTUDIO DE COBERTURA Y CONFIGURACIÓN WI-FI DE ALTA DENSIDAD

Las tecnologías Wifi más recientes arrancan a partir de IEEE 802.11n. En la siguiente tabla se repasan las características más relevantes de estas tecnologías.

Estándar	802.11n	802.11ac	802.11ax	802.11ax	802.11be
Sobrenombre	Wifi 4	Wifi 5	Wifi 6	Wifi 6E	Wifi 7
Publicación	2009	2014	2019	2021	2024
Velocidad Máx. (Mbps)	600	3500	9600	9600	46000
Frecuencia (GMz)	2,45	5	2,45	2,4,56	2,4,56
MIMO	4x4 MIMO	4x4 MIMO	8x8 MIMO	8x8 MIMO	16x16 MIMO
Modulación	64 QAM	256 QAM OFDM	1024 QAM OFDMA	1024 QAM OFDMA	4096 QAM OFDMA

Para satisfacer la demanda, en el dimensionamiento de la red wi-fi se recomienda al menos la tecnología wifi6 (802.11ax).

Se debe tener en cuenta varios parámetros, entre ellos cobertura de la señal wi-fi y ancho de banda, que dependerán de la frecuencia de trabajo del punto de acceso, distribución arquitectónica de las habitaciones, salas de reuniones, comedores, etc, además de los elementos constructivos del edificio (muros de ladrillo hueco, muros de hormigón, revestimientos, etc). La cobertura wi-fi se ve atenuada por según qué tipo de elemento constructivo y es necesario tenerlo en cuenta.

La complejidad que supone el cálculo de cobertura y ancho de banda en un espacio arquitectónico determinado se soluciona con software específico para este tipo de instalaciones wi-fi. Algunos fabricantes ofrecen software, algunas veces gratuitos, otros bajo licencia de pago.

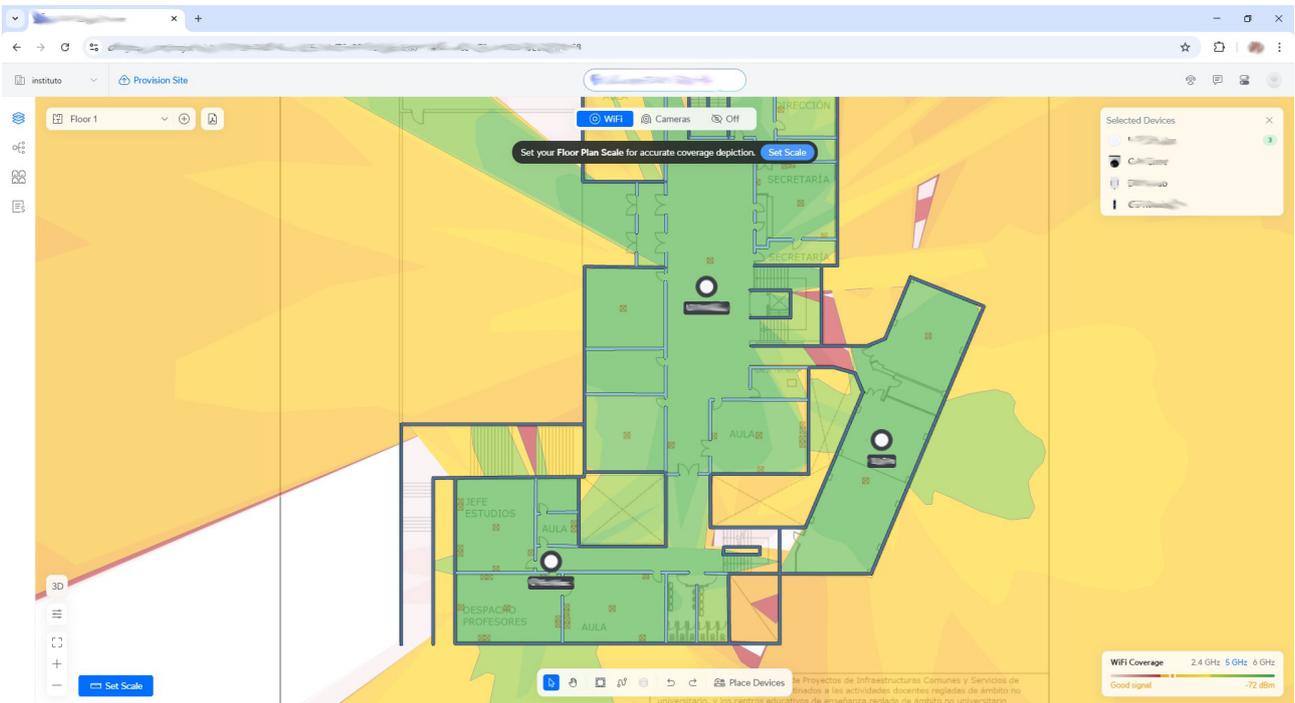
En este tipo de software se introducen datos como:

- El tipo de edificio a analizar.
- La superficie por planta.
- El número de usuarios estimado.
- Frecuencia: 2,4 GHz, 5 GHz...
- Modelo de antena wifi..
- Permite cargar el plano de planta del edificio
- Permite modelar sobre el plano el tipo de muros y tabiquería prevista, altura de la planta, etc.



Fuente: Catálogo de Legrand

El resultado es una estimación de la intensidad de la señal de cobertura y ancho de banda en cada punto del plano, en función del número de usuarios estimado, y en función de las ubicaciones donde se instalan las antenas o puntos de acceso en el plano.



Fuente: C. Oficial Ingenieros Telecomunicación

Es necesario tener en cuenta que, en la distribución de la planta, el número de usuarios no es uniforme. Hay espacios donde el número de usuarios es bajo (por ejemplo, en las habitaciones) y otras zonas donde el número de usuarios se estima alto (sala de convenciones, comedor, bar, etc). Eso requiere instalar, en las zonas concurridas, puntos de acceso de alta densidad de usuarios, y probablemente una concentración mayor de antenas en esa zona.

El resultado del estudio de cada planta del edificio va a ser la instalación de un número importante de antenas o puntos de acceso wifi en una instalación de cableado estructurado.

Los fabricantes ofrecen la posibilidad de gestionar todos estos puntos de acceso de forma centralizada a través de software y hardware específico, llamados controladores de red, obteniendo las siguientes prestaciones:

1. Gestión centralizada:
  - Administrar de forma centralizada y remota todos los puntos de acceso
  - habilitar las frecuencias de trabajo (5 y 2,4GHz)
  - Configurar todas las redes wifi que se requieran bajo diferentes SSID, por ejemplo, INVITADOS, ADMINISTRACION, DIRECCION, etc.
  - Crear una jerarquía de usuarios y contraseñas para cada red wifi, y determinar el ancho de banda que se asigna a cada tipo de usuario.
  - Separación de redes por VLANs.
  - Actualización del firmware de los equipos de forma centralizada.
2. Roaming sin interrupciones para una transmisión ininterrumpida de un usuario que recorre toda la planta y se va conectando a las distintas antenas que encuentra a su paso. En el mercado los fabricantes ofrecen puntos de acceso adaptados,
  - de alta densidad de usuarios.
  - de baja densidad de usuarios.
  - Para instalaciones en interiores.
  - Para instalaciones en exteriores.
  - Para instalación en techo.
  - Para instalación en pared.
  - Etc.

Con una cuidada estética, que se integra de forma discreta en la decoración y arquitectura del edificio.

Este tipo de dispositivos se alimentan habitualmente mediante PoE, que puede ser de tipo 802.3at o 802.3af

## 6.8. REQUISITOS DE INSTALACIÓN

En este apartado se especifican detalles complementarios que se aconsejan para la instalación, conexión y codificación del sistema de cableado estructurado.

### 6.8.1. Tendido del cableado

Cuando se realice la tirada del cable, los instaladores deberán evitar todo tipo de torceduras y tirones, así como radios de curvatura inferiores a 5 cm. Se evitará además el estrangulamiento de los cables de datos por la utilización en la instalación de bridas de apriete u otros elementos similares.

Durante la instalación del cable se cuidarán los siguientes aspectos:

- El cable debe instalarse siguiendo las recomendaciones del fabricante y de las diferentes prácticas habituales.
- No sobrepasar la tensión de tracción mínima recomendada por el fabricante.
- Respetar el radio de curvatura mínimo de los cables, evitando en todo caso radios de curvatura inferiores a 5 cm.
- Proteger las aristas afiladas que puedan dañar la cubierta de los cables durante su instalación.
- No sobrecargar las canalizaciones. Se debe dejar el espacio libre previsto.
- Las bridas de fijación deberán permitir el desplazamiento longitudinal de los cables a través de ellas, no estrangulándolos en ningún caso.
- Los cables del SH deben agruparse en conjuntos de no más de 40 cables. Las agrupaciones de más de 40 cables pueden causar deformaciones en la parte inferior de los cables.

**6.8.1.1. Cruce con elementos eléctricos**

Se reducirán al mínimo posible los cruces de los cables de datos con los cables de corriente.

No pasar cerca de ascensores, máquinas de aire acondicionado, motores de ascensores, y elementos inductivos en general.

Las canalizaciones de los circuitos de fuerza y alumbrado del edificio han de estar separadas al menos 10 cm. de las canalizaciones de la red de datos, se recomienda que la distancia mínima sea de 30 cm. Los cruces de los tendidos de cableado de datos con los de energía eléctrica han de hacerse en ángulo recto.

El tendido de cableado de datos debe tener una distancia mínima a los tubos fluorescentes de 50 cm.

**6.8.2. Conexionado de cable de pares**

**6.8.2.1. Margen de cable en los armarios**

En los armarios de distribución del cableado se dejará 3 m. de margen de cable desde su entrada al armario. Esto permitirá poder maniobrar al realizar las conexiones a los paneles, mover los paneles en el caso de una eventual reordenación posterior del armario y mover el propio armario una vez conectado

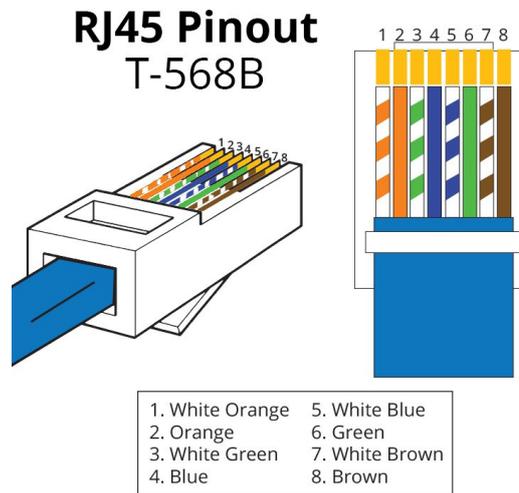
El cable sobrante se recogerá formando una coca o se dejará adecuadamente fijado a los perfiles interiores del armario mediante bridas.

**6.8.2.2. Procedimiento de conexión**

El conexionado de los cables tanto en los conectores de las rosetas de usuario como en los del panel de parcheo seguirá el esquema de la norma TIA/EIA 568 B que se detalla en la siguiente figura.

El destrenzado de los cables en la terminación, al efectuar las conexiones, no sobrepasará los 6 mm. para conectores de Categoría 6, si bien se intentará mantener el trenzado de los cables tanto como sea posible.

Los radios de curvatura del cable en la zona de terminación no deben exceder 4 veces el diámetro exterior del cable.



Fuente: C. Oficial Ingenieros Telecomunicación

En el conexionado del cable al conector RJ, la cubierta del cable se retirará lo mínimo posible, pero evitando que alguno de los pares sufra una curvatura de más de 90°. Se evitará que los hilos queden tensos en su conexión a la roseta.

En el caso de instalar un sistema apantallado, se conectará la malla del cable a la carcasa metálica del conector RJ49, que a su vez se conectará al conector de toma de tierra del panel.

La conexión de los cables a las tomas RJ se realizará con la máquina de precisión indicada por la Dirección Técnica de la Instalación.

Los cables serán enrollados y dispuestos cuidadosamente en sus respectivos paneles. Cada panel será alimentado por un conjunto individual separado y dispuesto otra vez en el punto de entrada del rack o del marco. Cada cable ha de estar claramente etiquetado en su cubierta detrás del panel de parcheo en una ubicación visible sin retirar los lazos de soporte del mazo. No son aceptables los cables etiquetados dentro del mazo, donde no se pueda leer la etiqueta.

El hardware de terminación de fibra óptica debe instalarse de la siguiente manera:

- Se enrollará cuidadosamente el exceso de fibra dentro del panel de terminación de fibra. No se dejarán cocas en la parte exterior del panel.
- Cada cable se unirá individualmente al panel respectivo mediante medios mecánicos. Los miembros de sujeción de los cables se unirán de manera segura al soporte del cable en el panel.
- Cada cable de fibra se pelará sobre el panel de terminación y las fibras individuales se encaminarán hacia el panel de terminación.
- Cada cable se etiquetará claramente en la entrada del panel de terminación. No serán aceptables cables etiquetados dentro del mazo.
- Se instalarán tapas contra el polvo en los conectores y acopladores, a menos que estén conectados físicamente.

### 6.8.3. Armarios de comunicaciones

#### 6.8.3.1. Colocación de cables dentro de los armarios

Los cables se distribuirán dentro del armario sujetos a los perfiles de forma que quede libre el mayor espacio posible en el interior del rack. Se respetará en todo momento el radio de curvatura de los cables.

En el caso excepcional en que exista paso de cables de un armario a otro contiguo, este se realizará por el interior de los armarios.

#### 6.8.3.2. Colocación de elementos dentro de los armarios

El orden de colocación de los elementos en el interior de los armarios será el que indique el proyecto técnico de ejecución o en la descripción técnica de la solución ofertada, en caso de no haber proyecto.

Las tapas de protección de los conectores de fibra óptica utilizados se guardarán en un lugar visible y seguro del armario para posteriores utilidades.

#### 6.8.3.3. Conexión a tierra de los armarios

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas del armario utilizando para ello los elementos de conexión aconsejados por el fabricante del mismo.

### 6.8.4. Tomas de usuario

#### 6.8.4.1. Cajas de superficie

Se colocarán a 20 cm. del suelo. En zonas especiales (talleres, aulas, CPDs, ...) pueden colocarse a 1,1 m.

#### 6.8.4.2. Rosetas en caja empotrada

Se colocarán después de la canalización y la caja empotrada correspondientes, y tras haber realizado la obra necesaria para que la roseta quede rasante con la pared.

A la hora de alojar la coca de cable necesaria para poder montar la roseta dentro de la caja empotrada, el cable no se doblará, aplastará ni enrollará por debajo de su radio mínimo de curvatura.

### 6.8.4.3. Cajas de suelo

Las cajas de suelo quedarán rasantes con el suelo, y perfectamente montadas en el centro de la losa de suelo técnico.

Después de la instalación, se realizará el ajuste en altura de la caja de forma que, tras la conexión a los conectores del interior de la caja de los elementos necesarios (enchufes, cables de datos, etc.), la tapa quede perfectamente cerrada.

Las losas de suelo que alberguen cajas no deben quedar atrapadas bajo muebles u otros objetos que impidan su desmontaje y manipulación.

### 6.8.4.4. Conexión del cable a la toma de usuario

Conexión del cable a la toma de usuario

Se tendrán en cuenta las mismas consideraciones que en el caso de la conexión del cable a las tomas de los paneles repartidores.

Se deberá dejar enrollado un exceso de cable en las cajas murales o superficiales siempre y cuando haya un espacio suficiente para ello sin tener que exceder el radio de curvatura. En instalaciones de pared hueca donde se utilizan cajas de contenedor, se podrá dejar un exceso de cable en ella. Nunca se dejarán más de 30 cm. de coca en la caja mural, en la canaleta modular de mobiliario o en paredes aisladas. El exceso de cable se puede dejar enrollado en el techo, encima de la localización en el caso de que no hubiera suficiente espacio en la caja de la toma para dejar la coca.

## 6.9. REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEDICADAS

La instalación eléctrica dedicada (IED) es una instalación de uso exclusivo para el equipamiento del SCE y los equipos informáticos. Su suministro parte de los elementos de mando y protección de cabecera. No comparte suministro con otros circuitos de la planta (como por ejemplo alumbrado o fuerza). En este apartado se dan una serie de prescripciones para el diseño de las IED.

Se consideran dos niveles para la IED:

1. IED básica, de instalación obligatoria en cada edificio, pues suministra energía a la electrónica de red del SCE y a los servidores, independizándolos de la distribución eléctrica general del inmueble.
2. IED ampliada, de instalación recomendada, que da servicio a la electrónica de red del SCE, a los servidores y a los puestos de trabajo de los usuarios.

Características generales.

La alimentación del SCE debe realizarse mediante una instalación eléctrica dedicada desde la cabecera de la instalación eléctrica general del edificio. De esta forma la alimentación del equipamiento informático y de red no compartirá suministro con circuitos de uso general del edificio.

### 6.9.1. Puesta a tierra de los elementos

Todos los elementos metálicos del SCE (bandejas metálicas, armarios de comunicaciones, cables apantallados, etc.), se conectarán a tierra. Si existe un sistema de puesta a tierra dedicado, los elementos se conectarán a éste. En caso contrario se conectarán al sistema de protección a tierra del edificio.

### 6.9.2. Dimensionado de la IED

#### 6.9.2.1. IED básica

La IED básica alimentará:

- Las tomas de corriente de las salas y armarios de comunicaciones.
- Los equipos servidores críticos albergados en el CPD.
- La IED básica contará con los siguientes elementos:

Una línea de alimentación desde los dispositivos de mando y protección de cabecera de la instalación general del edificio hasta un cuadro eléctrico dedicado a instalar en el RE (Cuadro eléctrico general de la Sala de Comunicaciones Principal, CEG-SCP). En este cuadro se instalarán los elementos de cuadro y protección de toda la IED del SCE. El cuadro debe contar con una zona dedicada a la corriente de SAI y otra dedicada a corriente no-SAI.

Desde el CEG-SCP partirán dos circuitos de alimentación (uno de SAI y el otro de no-SAI) hasta un cuadro eléctrico dedicado en cada planta. Si es posible, el cuadro eléctrico se instalará en la misma sala que el RP.

Cada circuito se conectará a un magnetotérmico de dicho cuadro. Desde este CE partirán los circuitos que alimenten a las tomas de la sala del RP.

Desde el CEG-SCP partirán circuitos de SAI y de no-SAI que alimentarán a las tomas del RE.

La sección de los cables será definida por el proyectista en función de los requerimientos de la instalación.

Se instalarán dos circuitos por cada cuatro puestos de trabajo: uno de ellos será de corriente de SAI y el otro de corriente alterna.

Estos circuitos se alimentarán desde el CE instalado en cada planta.

#### 6.9.2.2. IED ampliada

La IED ampliada alimentará la toma de corriente de los puestos de usuario. Esto se hará a través de los cuadros eléctricos situados en cada planta.

#### 6.9.2.3. Dimensionado de los circuitos

Se recomienda que cada circuito alimente a un máximo a 8 tomas de corriente. La protección mínima constará de:

1. Protección diferencial para todo el grupo de 8 tomas de corriente.
2. Protección magneto térmica para cada puesto de usuario.

Cada cuadro eléctrico contará además con protección de cabecera.

#### 6.9.2.4. Tomas de corriente

Los enchufes de las tomas de corriente deberán tener toma de tierra y led indicador de tensión. Su amperaje se define en el proyecto en función de las necesidades particulares.

Cada puesto de trabajo está dotado de interruptor térmico bipolar, protegido por una tapa transparente que impida el acceso involuntario al mismo, y cuyo amperaje se especifica en el proyecto en función de las necesidades particulares.

Las tomas de corriente conectadas a los circuitos de SAI serán de color rojo, mientras que las conectadas a los circuitos no-SAI serán de color blanco.

### 6.9.2.5. Elementos de mando y protección y sección de los conductores

La elección de los elementos de mando y protección será tal que garantice la selectividad de la IED.

Tanto los calibres de los elementos de mando y protección como las secciones de los cables elegidas deberán estar justificados a través de los cálculos pertinentes. Los resultados de los cálculos deben cumplir el REBT.

## 6.9.3. Etiquetado de la IED

### 6.9.3.1. Etiquetado de los cuadros eléctricos

El cuadro eléctrico general se etiquetará como CEGSCP.

Cada cuadro eléctrico de planta será etiquetado con un nombre del tipo CE-XX, donde:

- CE: Indica «cuadro eléctrico»
- XX: Es el identificador del RP de las tomas asociadas al cuadro eléctrico. En todos los cuadros tendrá tantos dígitos como el cuadro de mayor numeración.

### 6.9.3.2. Etiquetado de las cajas de derivación eléctricas

Las cajas de derivación del tendido de la IED se etiquetarán de la misma forma que las empleadas para los cables de datos, pero empleando el identificador de cuadro eléctrico en vez del identificador de RP.

### 6.9.3.3. Etiquetado de los circuitos eléctricos

Las protecciones de grupo de cada circuito eléctrico de la IED deben etiquetarse según el esquema CE-XX-YY:

- CE-XX: Coincide con el identificador del cuadro eléctrico del que depende el circuito.
- YY: Es el número del circuito dentro de su cuadro eléctrico. En todos los circuitos dentro de un mismo cuadro tendrá tantos dígitos como el circuito de mayor numeración dentro de ese cuadro.

### 6.9.3.4. Etiquetado de las tomas de corriente

Las tomas que componen un circuito eléctrico de la IED deberán estar etiquetadas con el identificador del circuito al que pertenecen.

Las pautas de implementación y colocación de estas etiquetas son las mismas que en el caso de las etiquetas de las tomas de voz y datos.

## 6.9.4. Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)

Al menos los siguientes elementos del SCE deberán contar con alimentación procedente de un SAI:

En el caso de IED básica:

1. Todas las TC instaladas en el interior de armarios de comunicaciones.
2. Un número de TC del CPD imprescindibles para dar servicio a todos los equipos críticos allí ubicados. Estas tomas deberán situarse en lugares tales que faciliten la conexión de estos equipos. En cualquier caso, se recomienda que todas las TC del CPD tengan alimentación procedente de un SAI.

En el caso de IED dedicada:

1. Las anteriores.
2. La mitad de las tomas de cada puesto de usuario.

La otra mitad tendrá corriente no-SAI.

En la documentación de la oferta técnica se deberá entregar un estudio que incluya:

1. Cálculos de dimensionado de la potencia del SAI.
2. Esquema detallado del circuito del SAI y tomas a las que da servicio.

## 6.10. CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada la instalación, se procederá a realizar la certificación de la misma. La totalidad de los cables, conectores y tomas han de estar comprobados para evitar defectos de instalación y para verificar el funcionamiento del SCE bajo las condiciones instaladas.

Será reparada cualquier deficiencia detectada durante la realización de esta actividad.

Para realizar la certificación se utilizará el equipamiento de medida más adecuado.

El equipo de medida debe tener certificado de calibración en vigor y deberá aportarse una copia junto con el informe de certificación.

Cada medida se almacenará con un identificador único, que permita su fácil localización. Al menos se entregarán las medidas de todos los enlaces en soporte electrónico con el formato propio del software del equipo utilizado.

La certificación se hará sobre el enlace permanente, de manera que se certifica desde los paneles hasta las tomas de telecomunicaciones ambos elementos incluidos. Los latiguillos de parcheo y los latiguillos de conexión a los equipos no se incluyen.

### 6.10.1. Certificación de cable de cobre

Se realizarán los autotest correspondientes a la categoría del cableado instalado. No se aceptarán en ningún caso autotest específicos del fabricante del sistema de cableado instalado.

Los parámetros a certificar en enlaces de cobre son:

- Mapa de cables.
- Longitud.
- Retardo de propagación.
- Retardo diferencial.
- Atenuación (pérdida de inserción).
- Paradiafonía (NEXT, par a par y suma de potencia (PSNEXT)).
- Telediafonía de igual nivel (ELFEXT, par a par y suma de potencia (PSELFEXT)).
- Relación de atenuación / diafonía (ACR, par a par y suma de potencia (PSACR)).
- Pérdidas de retorno.
- Resistencia de bucle de corriente continua.

Los valores máximos que pueden tomar estos parámetros se obtienen de las fórmulas recogidas en la norma UNE 50173-1.

### 6.10.2. Certificación de fibra óptica

Las medidas de los parámetros de fibra óptica se realizarán en ambos sentidos de cada enlace.

Se realizarán los autotest correspondientes al cableado instalado. No se aceptarán en ningún caso autotest específicos del fabricante del sistema de cableado instalado.

Los parámetros a certificar en fibra óptica son:

- Retardo en la propagación.
- Longitud.
- Distancia entre componentes.
- Atenuación.
- Pérdida de retorno.

Los valores máximos que pueden tomar estos parámetros se obtienen de las fórmulas recogidas en la norma UNE 50173-1.

### 6.10.3. Certificación de la IED

La IED debe cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La empresa instaladora debe elaborar los boletines necesarios y realizar los trámites de aceptación de la instalación eléctrica ante los Organismos competentes.

Se entregarán, como parte de la documentación de certificación, copia de los boletines sellados por el Organismo competente.

## 6.11. VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido certificada, se realizará una inspección visual de la misma para comprobar que la ejecución se ha realizado de acuerdo a lo especificado en este documento.

## 6.12. DOCUMENTACIÓN DE PROYECTO

Este apartado recoge recomendaciones acerca de la documentación mínima exigible en cada una de las fases del proyecto (ofertas, comienzo de obra y final de obra).

### 6.12.1. Documentación de Ejecución de obra

Proyecto técnico de ejecución. En el caso de edificios de nueva construcción este proyecto será elaborado por un Ingeniero Superior o Técnico de Telecomunicación y visado por el Colegio Oficial correspondiente.

Este proyecto deberá contar con los siguientes apartados:

1. Memoria técnica.
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Planos.

Actas de replanteo, en su caso, con las modificaciones a lo proyectado firmada por el responsable del Organismo y director de obra.

### 6.12.2. Documentación Final de Obra

Una vez finalizada la instalación, la empresa adjudicataria hará entrega de la siguiente documentación de final de obra.

- Certificado de Final de Obra visado, en su caso, por el Colegio Oficial correspondiente.
- Informes de certificación del cableado (tanto de enlaces de cobre como de enlaces de fibra) en soporte electrónico y papel, que recoja al menos los valores para los parámetros indicados en el punto 10.
- Planos As-Built de la instalación, en soporte electrónico y papel, que reflejen con precisión la situación final de canalizaciones, armarios y puestos de trabajo.

En particular se indicará:

Detalle de la situación de los elementos de cableado estructurado (tomas, cables, equipamiento, canalizaciones, etc.) con identificación correspondiente.

Se incluirán planos y detalles de las verticales indicando los puntos exactos por los que se pasa de una planta a otra y cualquier otro detalle que sea necesario para el mantenimiento y correcta explotación de la instalación.

Interconexión entre los distintos Repartidores, indicando el recorrido de los enlaces que los unen.

- Esquemas de los armarios en soporte electrónico y papel en los que se indicará:

Tamaño, fabricante, modelo, etc. de cada uno de los armarios.

Distribución de paneles, electrónica de red, espacio libre, etc.

Se indicará el etiquetado de cada uno de los paneles y elementos situados en el armario.

- Fotografías digitales que identifiquen perfectamente todos los armarios del SCE, con su electrónica correspondiente y etiquetado preceptivo, así como de los detalles más relevantes de a la instalación.
- Documento Técnico de Instalación, en soporte electrónico y papel, donde quedará detallado:

Configuración física y lógica de la red.

Recomendaciones concretas respecto a seguridad y mantenimientos ordinarios y preventivos.

Detalles referentes a las opciones de configuración y parametrización adoptadas.

- Garantía de los distintos fabricantes.

### 6.13. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED MULTISERVICIO

A continuación, se recogen los criterios de diseño constructivo que permitirán disponer en los edificios de nueva construcción o grandes reformas de las infraestructuras (canalizaciones soterradas, espacios para salas de comunicaciones, verticales de distribución, etc.) necesarias para soportar los elementos integrantes de los SCE.

#### 6.13.1. Requerimientos de diseño y dimensionado

Este apartado recoge los requerimientos para el diseño y dimensionado de las canalizaciones del SCE en función del número y tipología de cables a instalar. Dicha información habrá de ser obtenida a partir del número y distribución de tomas de telecomunicaciones a instalar, siguiendo los criterios de dimensionado descritos en esta guía.

##### 6.13.1.1. Subsistema horizontal

Para el cálculo de las dimensiones de las bandejas, tubos y canaletas será necesario conocer los recorridos de las tiradas de cables, siguiéndose el criterio de que el número y dimensiones de los mismos será tal que se garantice un grado de ocupación máximo del 60%, para permitir el tendido en el caso de tubos y futuras ampliaciones en el caso de bandejas y canaletas.

##### 6.13.1.2. Subsistema troncal de edificio

Para el cálculo de las dimensiones de las bandejas, tubos y canaletas se seguirán los siguientes criterios:

- El número y dimensiones de los mismos será tal que se garantice un grado de ocupación máximo del 60%, para permitir el tendido en el caso de tubos y futuras ampliaciones en el caso de bandejas y canaletas.
- Se dejarán tubos, canales o bandejas libres para aumentar el número de cables instalados en al menos un 50%. Como mínimo se dejará un conducto libre.
- Los cables de fibras y de pares discurrirán por conducciones distintas e independientes.
- Los tubos que se empleen en la canalización vertical tendrán un diámetro mínimo de 50 mm. En caso de emplear otro tipo de conducciones y canalizaciones, tendrán una sección útil equivalente a la indicada.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y el diámetro de los cables a emplear, el dimensionado del número de tubos se hará de la siguiente manera:

### **Tubos para cable de fibra**

- Se instalará un tubo de al menos 50 mm. por cada 6 cables de 24 fibras.
- Cada doce cables de fibra instalados se dejará libre un tubo de 50 mm. adicional.

Los tubos pueden sustituirse por conducciones y canalizaciones de sección útil equivalente.

En el edificio se construirán patinillos, huecos o galerías verticales para uso exclusivo del SCE. Estos tendrán las dimensiones suficientes para albergar las distintas canalizaciones verticales del subsistema troncal de edificio, debiendo ser accesibles desde los RP y el RE.

Los patinillos unirán todos los RP del edificio situados bajo la misma vertical, y serán accesibles en todas las plantas a través de una puerta de una altura mínima de 1,5 m. y con su marco inferior a no menos de 50 cm. del suelo.

En el caso de que en un edificio exista más de una vertical, todas deben converger hasta el RE a través de una precanalización que comunique los patinillos de estas verticales con el RE. Esta canalización tendrá unas dimensiones mínimas de 40 x 40 cm.

### **6.13.1.3. Subsistema troncal de campus**

Para el cálculo de las dimensiones de los tubos se seguirán los siguientes criterios:

- El número y dimensiones de los mismos será tal que se garantice un grado de ocupación máximo del 60%.
- Se dejarán tubos libres para aumentar el número de cables instalados en al menos un 50%. Como mínimo se dejará un conducto libre.
- Los cables de fibras y de pares discurrirán por conducciones distintas e independientes.
- Los tubos que se empleen en la canalización de campus tendrán un diámetro mínimo de 50 mm.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y el diámetro de los cables a emplear, el dimensionado del número de tubos se hará de la siguiente manera:

### **Tubos para cable de fibra**

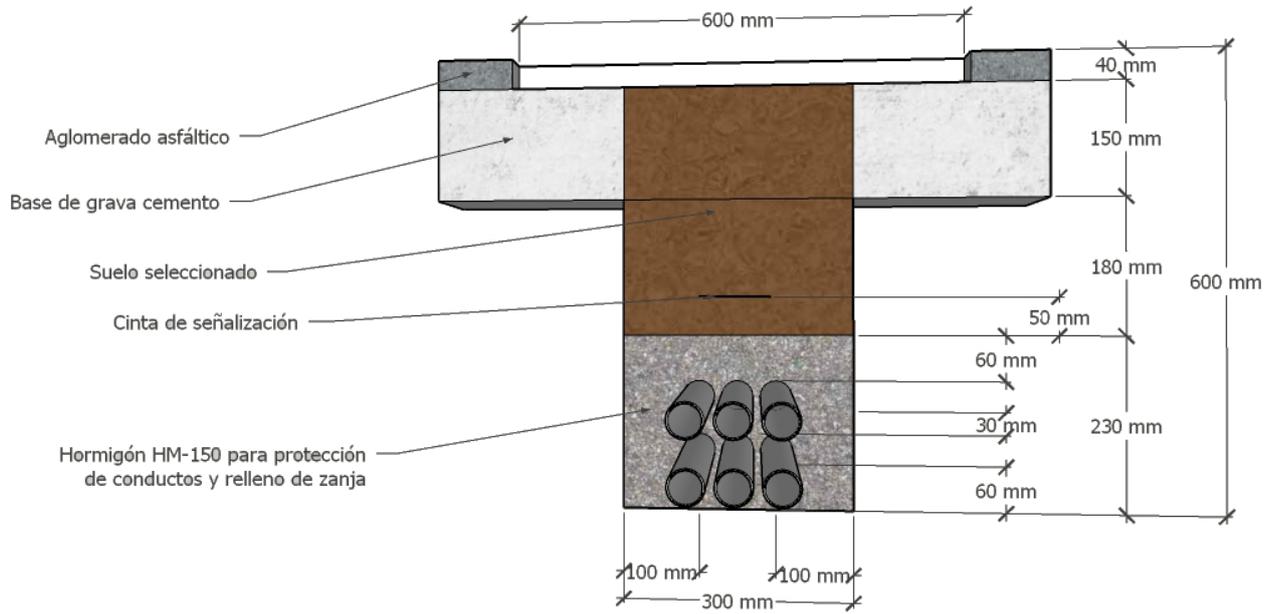
- Se instalará un tubo de al menos 50 mm. por cada 6 cables de 24 fibras.
- Cada doce cables de fibra instalados se dejará libre un tubo de 50 mm. adicional.

Los tubos de los tramos no subterráneos pueden sustituirse por canales de sección equivalente.

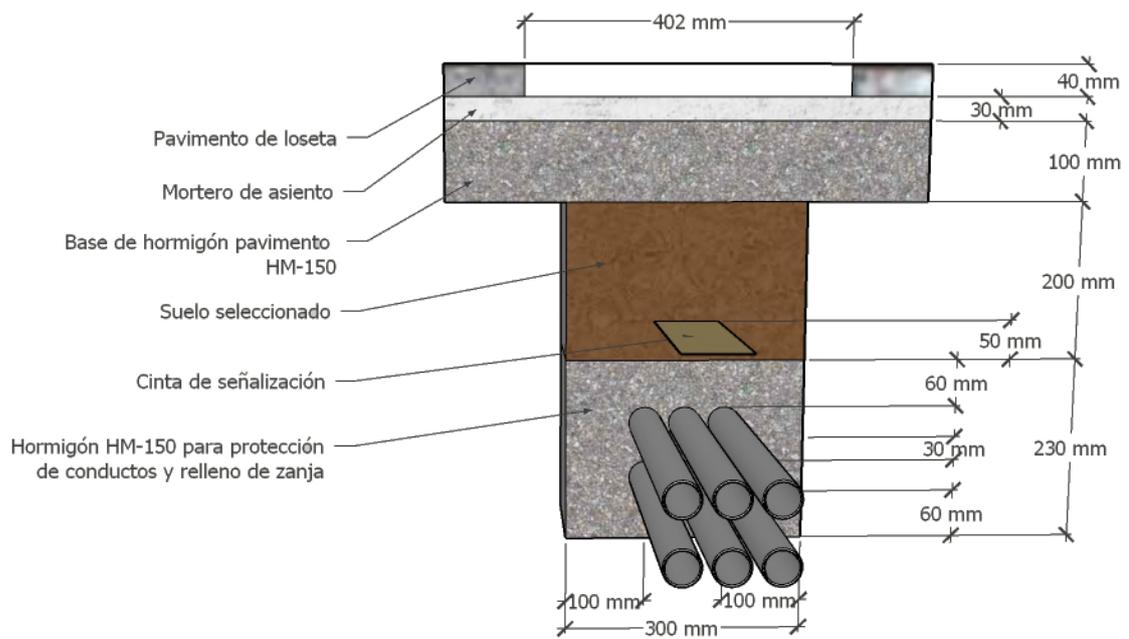
En el caso de infraestructuras interiores necesarias para canalizar los cableados del subsistema de campus, aplicarán los requerimientos del subsistema troncal de edificio.

En el caso de infraestructuras exteriores, será necesario construir un prisma de hormigón en el que se encuentran embutidos los tubos. La zanja por la que discurren, tendrá las siguientes características:

**Sección en calzada**

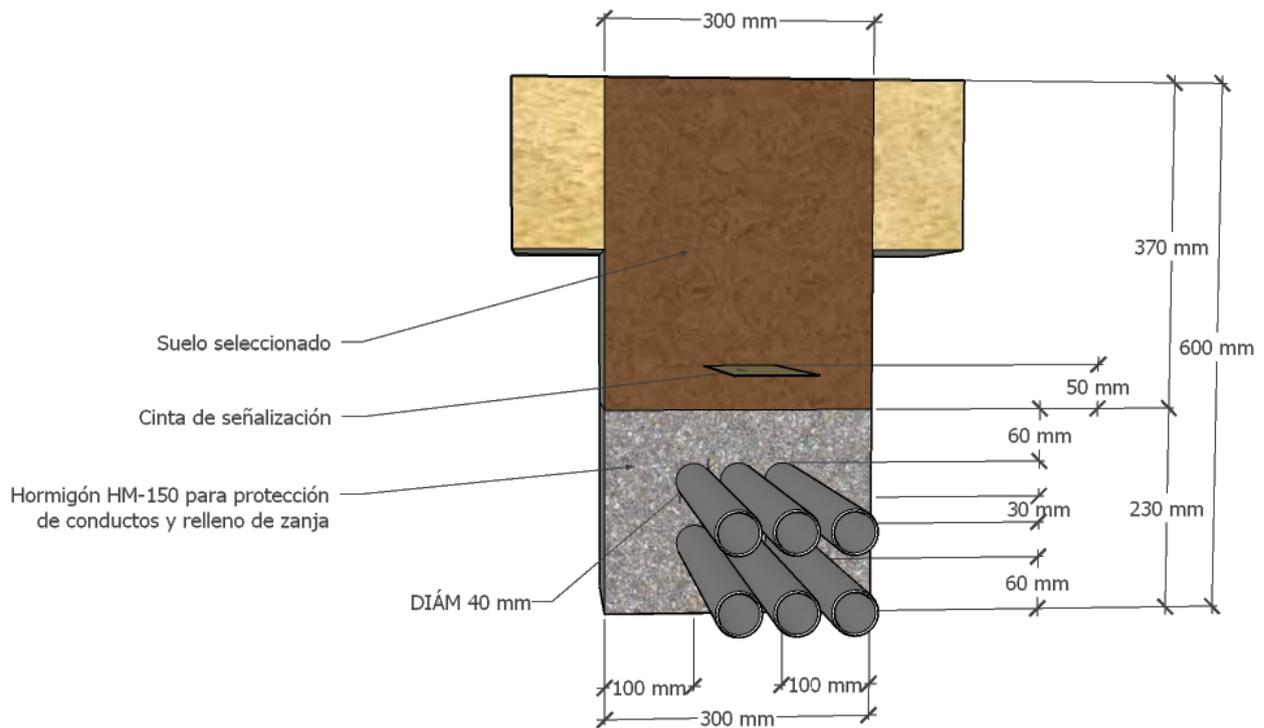


Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación



Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación

**Sección en tierra**



Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación

Se construirán arquetas, al menos, cada 50 m a lo largo del trazado para facilitar los tendidos. En cualquier caso, existirán arquetas de entrada a no más de 1 metro del pie de la pared exterior de los edificios donde se encuentran los RE.

Las arquetas deberán soportar las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. La tapa será de hormigón armado o de fundición y estará provista de cierre de seguridad. Las arquetas tendrán tantos puntos de acceso como tubos tenga la canalización.

Las arquetas tendrán unas dimensiones mínimas de 400 x 400 x 600 mm. (longitud x anchura x profundidad).

Si el número de tubos de la canalización fuera superior a 6, se emplearán arquetas de 600 x 600 x 800mm. (longitud x anchura x profundidad).

Desde las arquetas de entrada a los RE, la canalización continuará bajo suelo hasta finalizar en una caja de derivación instalada en el interior de la sala de comunicaciones correspondiente.

Esta caja se instalará a 1 m. del suelo como mínimo. En todo el recorrido de la canalización de campus, incluidas las cajas de derivación finales en los RE, se evitarán giros que impliquen un radio de curvatura inferior a 30 cm.

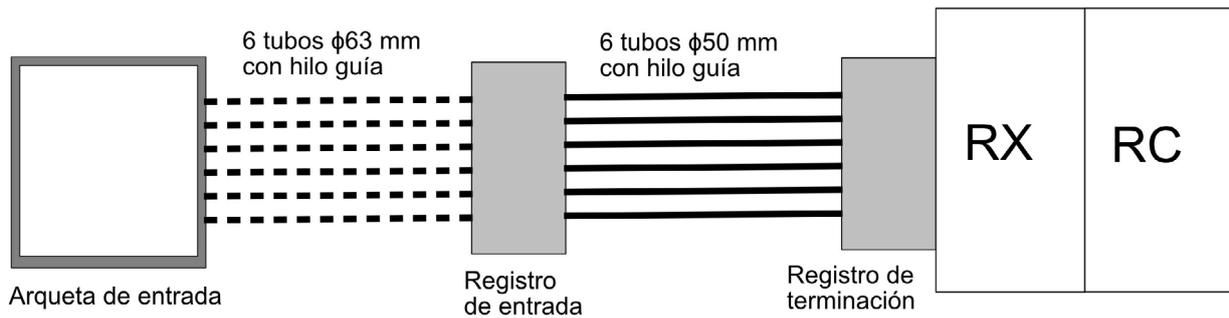
En todos los tubos vacantes se dejará instalado un hilo guía de alambre de acero galvanizado de 2 mm. de grosor o cuerda plástica de 5 mm. de grosor sobresaliendo 30 cm. en los extremos de cada tubo.

**6.13.1.4. Subsistema de interconexión con proveedores de servicio**

Para la correcta interpretación de este apartado, es necesario tener en cuenta que el Repartidor de Interconexión, si bien se define como elemento funcional independiente, debe implementarse como unidades de armario reservadas en el repartidor de mayor orden jerárquico del inmueble.

**Interconexión (acometida inferior)**

El siguiente esquema recoge las infraestructuras requeridas en el caso de acometidas de operadores de telecomunicación que utilizan cable para el acceso a sus servicios:



Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación

Se instalará una arqueta de entrada de dimensiones 600 x 600 x 800 mm. (longitud x anchura x profundidad) en el exterior del edificio que será accesible por los operadores.

La arqueta estará situada en la vía pública y se intentará que quede lo más cercana posible al edificio donde se encuentra el RC. En el caso de que el edificio no linde con la vía pública (por ejemplo, si tiene un vallado perimetral), se diseñará un trazado rectilíneo y se instalarán arquetas intermedias de 400 x 400 x 600 mm. en los puntos de cambio de dirección y, al menos, cada 50 metros, a fin de facilitar el tendido de cables.

La arqueta deberá soportar las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. La tapa será de hormigón armado o de fundición y estará provista de cierre de seguridad. La arqueta tendrá tantos puntos de acceso como tubos tenga la canalización.

Desde la arqueta de entrada se instalarán 6 tubos de  $\phi 63$ mm que terminarán en un registro de entrada al edificio situado, preferentemente, en el pasamuros de entrada.

Desde este registro se instalarán 6 tubos de  $\phi 50$  mm. que terminarán en el Repartidor de Interconexión integrado en el Repartidor de Campus. Se instalarán registros de enlace de dimensiones 45 x 45 x 12 cm. en los puntos de cambio de dirección de esta canalización.

Estos tubos, siempre que sea posible, compartirán el recorrido con las canalizaciones de los subsistemas troncal, vertical u horizontal, según el caso.

Los tubos tendrán guías y se dejarán puestos tapones en ambos extremos para evitar la entrada de suciedad y humedad.

Si el edificio pretende tener diversificación de rutas en la conexión con proveedores de servicio deberá disponer de doble acometida inferior.

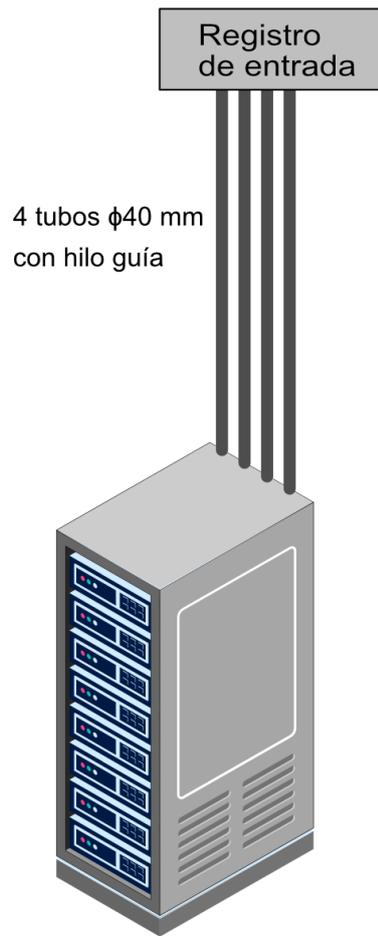
#### **Interconexión (acometida superior).**

El siguiente esquema recoge las infraestructuras requeridas en el caso de acometidas de operadores de telecomunicación que utilizan ondas radioeléctricas para el acceso a sus servicios.

Para comunicar los sistemas de captación que instale el proveedor con el RX se instalarán un registro de enlace en la azotea del edificio, en la posición más cercana a la vertical. Desde este partirán 4 tubos de  $\phi 40/32$  mm. hasta el Repartidor de Interconexión integrado en el Repartidor de Campus. Los tubos se dejarán vacíos, con una guía instalada en cada uno de ellos, y contarán con tapones en ambos extremos para evitar la entrada de suciedad y humedad.

Estos tubos, siempre que sea posible, compartirán el recorrido con las canalizaciones de los subsistemas troncal, vertical u horizontal, según el caso.

Si el edificio pretende tener diversificación de rutas en la conexión con proveedores de servicio deberá disponer de doble acometida superior.



Fuente: Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación

#### 6.13.1.5. Subsistema de distribución de vídeo-audio

Para aquellos casos en los que se desee proveer a distintas dependencias del inmueble de acceso a servicios de radio y televisión, deberá planificarse en la fase de diseño del edificio las canalizaciones necesarias para el tendido del cableado de distribución de la señal audiovisual, así como los recintos de telecomunicación necesarios.

El dimensionado y diseño de las infraestructuras soporte del subsistema de distribución de video-audio (SD), en caso de ser necesario, se realizará siguiendo las directrices marcadas en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento Regulador de ICT (Instalaciones Comunes de Telecomunicaciones).

Las infraestructuras necesarias se diseñaran a partir del Anexo IV del Real Decreto, en el que se establecen las especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones.

El dimensionado del número y tamaño de tubos se hará según indica el Reglamento, cuidando siempre de no instalar aquellos tubos que el Reglamento destina a servicios de telefonía, RDSI y servicios de banda ancha.

### 6.13.2. Requerimientos para espacios y canalizaciones

#### 6.13.2.1. Acondicionamiento de espacios

##### Calos de planta

En el caso de ser necesaria la realización de calos entre plantas para la subida/bajada de cableado, habrá que tener en cuenta que dichos calos no afecten a la estructura del edificio, ni tampoco incomoden en el trabajo diario del personal del centro.

Los calos de planta serán cubiertos con un tubo rígido de PVC de las dimensiones adecuadas, de manera que se impida el contacto del material de obra con el cable que discurre por él. Este tubo será rematado, pulido de rebabas y quedará rasante con el suelo.

En el caso de utilizar canal, el calo de planta debe quedar completamente cubierto por la canalización. A este objeto, puede efectuarse el paso de una planta a otra a través de varios calos agrupados.

### **Calos de tabiques**

Se tendrán en cuenta las mismas consideraciones que en el punto anterior.

### **Pintado**

Los trabajos de pintado, enyesado, enfoscado, etc. que afecten a zonas por las que discurra el SCE no deben ensuciar ninguno de sus elementos.

Es particularmente importante que no se ensucien:

- Los conectores RJ (ya que afecta al comportamiento de la señal, e incluso puede llegar a impedir la inserción del conector RJ macho).
- Las canales (la pintura sobre las canales impide que la tapa de la canal se desmonte con facilidad).

### **Remates**

En todos los trabajos de obra civil se efectuarán todos los remates y acabado final de la instalación, tales como alisado de superficies, supresión de rebabas, parchado de zonas despintadas y reparación o sustitución de piezas estropeadas en el montaje (como techos falsos o escayolas).

## **6.13.2.2. Instalación de las canalizaciones**

### **6.13.2.2.1. Generalidades**

#### **Cruce de tuberías y muros**

Cuando sea inevitable que los cables crucen tuberías de cualquier clase, se dispondrá de aislamiento supletorio, discutiendo la conducción por encima de las tuberías, incluidas las de los sistemas de protección contra incendios.

El trayecto de los tubos será rectilíneo y por el camino más corto posible. En cualquier caso la canalización no superará un radio de curvatura mínimo de 30 cm.

La bajada a las tomas de usuario se realizará empotrada a través de rozas. En general se evitará el uso de canaleta vista en las bajadas a las tomas de usuario.

#### **Fuentes de interferencia electromagnética (EMI)**

En general, se intentará separar todo lo posible (al menos 30 cm.) las rutas de cableado con las de alumbrado y fuerza cuando sus trazados sean paralelos.

Cuando se efectúe un cruce entre ambas, éste será realizado en ángulo recto.

Se evitará, en todo caso, que las rutas de cableado pasen por encima de luminarias de tubos fluorescentes.

El cableado se mantendrá siempre a una distancia mínima de 15 cm. de estas luminarias.

#### **Fuentes de calor, humedad o vibraciones**

El emplazamiento de las vías deberá evitar las fuentes conocidas de calor, humedad o vibraciones, a fin de evitar que puedan dañar la integridad del cable o perjudicar sus prestaciones. En caso de no ser posible, se emplearán guardas, estructuras de protección y señales de advertencia necesarias para proteger el cableado.

Las conducciones no se sujetarán a ningún equipo auxiliar. Las canalizaciones deben instalarse de manera que no tapen ninguna válvula, conducto de alarma o fuego, cajas u otros dispositivos de control.

#### **Acabado**

En la instalación de canaletas, bandejas y tubos se usarán todos los elementos accesorios tales como codos, tapas, soportes, uniones, etc. que el fabricante de cada elemento recomienda. La canalización se realizará de forma que el cable no sea visible en ninguna parte del trazado. En ningún momento se usará silicona o soluciones similares para codos o sellado de canaletas.

### **Espacio útil**

El radio mínimo de curvatura de los cables puede limitar el espacio útil de una canalización. Donde, por ejemplo, haya una curva cerrada, sólo se podrá utilizar un porcentaje del espacio total para respetar el radio mínimo de curvatura.

El espacio útil en las canalizaciones deberá ser el doble del necesario para acomodar la cantidad inicial de cables.

### **Seguridad contra incendios**

Cuando la canalización circule por zonas de aire impulsado o atraviese muros cortafuegos se sellará en esos tramos para evitar la propagación del fuego.

#### **6.13.2.2.2. Tubos en zanjas**

Los tubos que se instalen en una zanja irán embutidos en el interior de un prisma de hormigón situado en el fondo la zanja.

Antes de instalar los tubos, se realizará una solera de hormigón de 6 cm. de espesor, sobre la que se colocará la primera capa de tubos, instalándose, si hubiera más capas, los soportes distanciadores necesarios a la distancia adecuada. Tras esto se rellenarán de hormigón los espacios libres hasta cubrir los tubos con 3 cm. de hormigón.

La segunda capa de tubos se colocará introduciéndolos en los soportes anteriormente instalados, repitiéndose el proceso de rellenado de espacios libres si hubiera más capas.

Finalmente, la última capa de tubos se cubrirá con hormigón hasta una altura de 6 cm. sobre los tubos.

El vertido de hormigón se realizará en todo caso de forma que los tubos no sufran deformaciones permanentes.

Finalizadas estas operaciones y fraguado el hormigón se cerrará la zanja compactando por tongadas de espesor y humedad adecuadas. Las tierras de relleno serán las extraídas o las que se aporten si éstas no son de buena calidad.

#### **6.13.2.2.3. Bandejas**

Para el soporte de las bandejas se utilizarán los soportes y fijaciones que indique el fabricante. La distancia entre soportes contiguos regirá por las tablas de cálculo de soportes que cada fabricante facilita en relación a la sección de bandeja/tubo y el peso a soportar. En cualquier caso, nunca será mayor de 1,5 m.

En aquellas bandejas sujetas al techo se evitarán los soportes en «U», siendo preferibles los soportes en «L» o en «T» que facilitan el tendido de cableado.

#### **6.13.2.2.4. Canales**

Se utilizarán los elementos de soporte y fijación, de sujeción de cables y los accesorios que indique el fabricante. Las canales se instalarán paralela o verticalmente a las líneas de intersección entre techo/suelo y paredes.

Las canales se instalarán de forma que ningún segmento de cable quede al aire. En el puesto de usuario, la canal entrará hasta dentro de las cajas de superficie.

#### **6.13.2.2.5. Tubos no soterrados**

En ningún caso se sujetarán los tubos al falso techo si lo hubiera. El instalador preparará y colocará para ellos los oportunos cuelgues y anclajes al techo de la planta.

Durante el montaje se tapanán con panel o cartón todos los extremos de los tubos para evitar que penetre humedad o suciedad en ellos.

### **Cajas de Registro**

Como mínimo, se colocará una caja de registro cada 10 metros y en cada derivación de tubo. En general se colocarán las cajas de registro suficientes para facilitar el paso de los cables.

Entre dos cajas de registro no habrá más de tres curvas de tubo. No se permite el uso de codos en curvas de más de 90°, o con un radio menor de seis veces el diámetro del tubo.

La fijación de las cajas a los techos, paredes o muros se realizará con tornillos fijados previamente en la instalación de fábrica o anclajes autoperforantes.

### **Tubo Flexible**

En el caso de su utilización en falso techo no registrable se realizarán registros en el mismo de tal forma que las cajas de registro sean totalmente accesibles.

En los extremos, los tubos entrarán en las cajas de registro y/o de derivación de forma que ningún segmento de cableado quede fuera del tubo. De igual forma en instalaciones empotradas al llegar al área de usuario los tubos entrarán dentro de la caja de salida de telecomunicaciones.

#### **Tubo Rígido**

Los accesorios utilizados en la instalación de los tubos (curvas y codos) serán de radios suficientes para evitar torsiones perjudiciales.

#### **Soportes:**

Los tubos que no vayan empotrados se sujetarán a paredes o techos con un intervalo máximo entre soportes de 1,5m.

Como mínimo, se dispondrá de apoyos por tramos de tubos entre equipos separados más de 1,5 metros y un apoyo en los de menor separación.

Los tubos de diámetro inferior a 1" nominal, se sujetarán con brida de fundición o anillo de cuelgue, varilla y anclaje o soporte. Se podrán emplear cuelgues de trapecio para dos o más soportes.

#### **Colocación de Hilos y Cables en los tubos**

No se colocarán los cables hasta que no se hayan colocado los tubos, cuidándose que las uniones entre tramos estén totalmente secas.

Todos los tubos que queden vacíos, deberán ir provistos de hilo guía de acero galvanizado de 2 mm.

#### **Unión de tubos rígidos a cajas:**

Se instalarán boquillas terminales de plástico roscado o de acero, sin rebabas, en el extremo de todos los tubos, a su entrada en las cajas de cualquier tipo, cuadros o paneles.

Los finales de los tubos tendrán rosca suficiente, para colocar una tuerca por fuera de la caja y otra tuerca más en la boquilla terminal por el interior de la caja. Se permitirá usar también boquillas de rosca y dimensiones adecuadas que eviten usar la tuerca en el interior de la caja o panel.

#### **Detalles de colocación de los tubos rígidos:**

Se admitirá el curvado por calentamiento en tubos de rosca máxima. En los demás diámetros, se escogerá preferentemente codos prefabricados. De no poder utilizar éstos, no se admitirá ninguna curva que presente dobleces.

Todos los tubos se alisarán y se enderezarán antes de su colocación, quitándose las rebabas que puedan tener.

Los tubos que se tiendan vistos por techos o paredes, irán paralelos a las líneas de intersección de paredes con techo o a los ejes de las columnas, vigas o estructuras próximas.

#### **Instalación empotrada**

Las cajas de registro han de quedar rasantes con el enlucido o con el forjado de los muros. Para tender las canalizaciones, se utilizará el criterio de minimización de la distancia entre los puntos a unir.

## **6.14. REQUERIMIENTOS PARA SALAS DE COMUNICACIONES**

Las salas de comunicaciones serán locales o habitáculos dedicados exclusivamente a equipamiento de telecomunicaciones. En estas salas se instalarán los elementos necesarios para la implementación del sistema de cableado estructurado, así como la electrónica de red necesaria.

Dentro de cada instalación existirá siempre una Sala de Comunicaciones Principal (SCP), que será el centro de control de la red de todo el complejo. La SCP no es un elemento nuevo, sino que alberga el repartidor de mayor orden jerárquico que se haya instalado (RC, RE o RP).

El Centro de Proceso de Datos (CPD) es una sala que albergará los equipos informáticos principales del sistema. Se recomienda que el CPD esté ubicado en una sala distinta de la SCP.

En general, los distintos repartidores del SCE se instalarán siempre dentro de una sala de comunicaciones dedicada.

En casos excepcionales, cuando las características del edificio lo hagan imposible, se puede admitir que el RP esté situado fuera de una sala de comunicaciones.

En estos casos, el RP podrá estar instalado en una sala que tenga un acceso controlado mediante llave. En caso de que se comparta ubicación con otros equipamientos, se tomarán precauciones para evitar problemas de interferencias.

### 6.14.1. Localización y dimensiones

Se reservará al menos:

- Una sala para SCP/RC/RE en la planta baja del edificio principal del complejo.
- Una sala para RE en la planta baja de cada uno de los edificios secundarios del complejo.
- Al menos una sala para RP en cada planta de los edificios que integren el complejo.

Las salas de comunicaciones estarán ubicadas en la misma vertical dentro de cada edificio, situados preferentemente en la zona central de cada planta, a ser posible dentro de zonas comunes de administración del edificio.

Las verticales de los edificios de nueva construcción contarán con un patinillo de instalaciones de uso exclusivo para los servicios de telecomunicaciones.

Se evitará, en la medida de lo posible, que los recintos se encuentren en la proyección vertical de canalizaciones o desagües, garantizándose en todo caso su protección frente a la humedad.

En los casos en los que pudiera haber un centro de transformación de energía eléctrica próximo, caseta de maquinaria de ascensores o maquinaria de aire acondicionado, las salas de comunicaciones se distanciarán de éstos un mínimo de 2 metros, o bien se les dotará de una protección frente al campo electromagnético.

En caso de existir varios edificios, los RE de cada uno de ellos deberán situarse preferentemente en paredes entre las que exista visibilidad, para facilitar el tendido rectilíneo de la canalización de campus.

En ningún caso existirán zonas del edificio separadas más de 80 m. del RP de su planta. Si esto no fuese posible con un único RP, se instalarán RP adicionales. La distancia máxima entre un RE y RP será de 90 metros de longitud mecánica. Las dimensiones mínimas serán las siguientes:

#### **Dimensiones mínimas para la Sala de Comunicaciones Principal**

Estas son las dimensiones mínimas para el repartidor de mayor orden jerárquico del inmueble.

El tamaño de la SCP se determinará en función del número de armarios y equipamiento que se vaya a instalar en su interior. Las dimensiones de la sala serán tales que garanticen:

- 1,5 metros desde el frontal del armario hasta la pared.
- 1,2 metros desde la parte trasera del armario hasta la pared.
- 0,5 metros desde cada lateral hasta la pared.
- Un paso diáfano desde la puerta de entrada a la sala de al menos 1 metro (que se corresponde con la apertura de la puerta).
- Un espacio libre adicional de 4 m<sup>2</sup>.

En cualquier caso, las dimensiones de la SCP no serán inferiores a 14 m<sup>2</sup>.

#### **Dimensiones mínimas para RE**

Estas son las dimensiones mínimas para RE cuando no tienen la función de SCP.

El tamaño de las salas se determinará en función del número de armarios que se vayan a instalar en su interior. En cualquier caso las dimensiones de la sala serán tales que garanticen:

- 1,5 metros desde el frontal del armario hasta la pared.
- 1,2 metros desde la parte trasera del armario hasta la pared.
- 0,5 metros desde cada lateral hasta la pared.
- Un paso diáfano desde la puerta de entrada a la sala de al menos 1 metro (que se corresponde con la apertura de la puerta).

En cualquier caso, las dimensiones del RE no serán inferiores a 10 m<sup>2</sup>.

**Dimensiones mínimas para RP**

Estas son las dimensiones mínimas para los RP cuando no tienen la función de SCP.

El tamaño de las salas se determinará en función del número de armarios que se vayan a instalar en su interior.

En cualquier caso las dimensiones de la sala serán tales que garanticen:

1,5 metros desde el frontal del armario hasta la pared.

1,2 metros desde la parte trasera del armario hasta la pared.

0,5 metros desde cada lateral hasta la pared.

Un paso diáfano desde la puerta de entrada a la sala de al menos 1 metro (que se corresponde con la apertura de la puerta).

Las dimensiones del RP vendrán dadas por la superficie del área que cubren:

- Hasta 500 m<sup>2</sup>, superficie mínima de 7 m<sup>2</sup>.
- Entre 500 y 800 m<sup>2</sup>, superficie mínima de 8 m<sup>2</sup>.
- Entre 800 y 1.000 m<sup>2</sup>, superficie mínima de 10 m<sup>2</sup>.

**6.14.2. Características constructivas**

Las salas de comunicaciones se construirán sobre la rasante, de forma que se impida la acumulación de aguas en su interior. El suelo será de pavimento rígido y debe poder disipar cargas electrostáticas (terrazo, cemento, etc.).

La sala será rectangular. Las paredes deben ser lisas, sin columnas ni salientes. Las paredes y el suelo deben contar con capacidad portante suficiente para soportar el peso de los armarios de comunicaciones, centralitas o equipamiento informático que se coloque en la sala.

**6.14.3. Equipamiento general**

Las salas de comunicaciones deberán contar con las siguientes dotaciones generales:

- Suelo técnico de, al menos, 20 cm. de altura. Se recomienda antiestático. No debe ser de moqueta o material no aislante. Deberá soportar el peso de los armarios de comunicaciones y demás elementos que se instalen en la sala.
- El suelo técnico se montará preferiblemente sin estructura metálica, para facilitar el movimiento de las losas y la reestructuración de la sala.
- Falso techo registrable.
- Puerta de acceso metálica, con cerradura y apertura hacia el exterior.
- Rampa de acceso para equipos, forrada en goma tipo pirelli o similar, de 20° de inclinación como máximo.
- Acceso mediante puerta con llave al patinillo de la vertical de instalaciones de telecomunicación.
- Las salas se pintarán con pintura plástica blanca.

**6.14.4. Ventilación**

Es muy importante la climatización de las salas de comunicaciones y de los espacios donde se instalen los equipos de telecomunicaciones, para evitar el deterioro y mal funcionamiento de estos equipos por la humedad y el calor.

Sistema de climatización independiente. Las unidades de impulsión y retorno de aire estarán dotadas de compuertas cortafuegos.

Las cabinas de ventilación estarán dotadas de filtros para no introducir impurezas en las salas.

El sistema de climatización mantendrá la temperatura de la sala comprendida entre + 5° y +30°, y la humedad relativa del aire por debajo del 85%.

**6.14.5. Iluminación**

En las salas se instalará un alumbrado general tal que exista un nivel medio de iluminación de 300 lux. Se recomienda la utilización de lámparas fluorescentes con reactancias de alto factor (330 lux a 1 m. del suelo). El alumbrado contará con un interruptor al lado de la puerta y se recomienda la existencia de equipos autónomos de iluminación de emergencia.

En el caso de que existan ventanas, se las dotará de persianas o mecanismos similares para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre el interior.

#### 6.14.6. Medidas contra incendios

Las salas incluirán los elementos necesarios para cumplir la normativa de seguridad contra incendios vigente.

Se recomienda la aplicación del siguiente conjunto de medidas:

- Las salas que alberguen a los RC y RE contarán con sistemas de extinción de incendios por gas inerte.
- En las salas que alberguen a los RP se instalará, al menos, un extintor portátil fijado a la pared. En las inmediaciones de estas salas, a una distancia de su puerta no superior a 2 m. debe preverse la instalación de un extintor adicional.
- Todas las salas de comunicaciones contarán con sistemas de detección automática de incendios (detector de humos y detector termovelocimétrico) y pulsadores de alarma, unidos a la central de alarmas del edificio.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL  
Y DEPORTES



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación