Tabla 6.11. Tipos de cable de pares trenzados utilizados para la conexión de equipos de red.

Tipo de cable	Ordenador	Hub/Swicth	Router	Punto acceso (AP)
Ordenador				
Hub/Switch				
Router				
Punto acceso				

6.22. ¿Es posible empalmar la señal de dos fibras con conectores macho SC/PC y conectores hembra SC/APC respectivamente? ¿Por qué?

6.23. ¿Qué tipo de conectores de fibra óptica se utilizan en la ICT?

6.24. ¿Qué dispositivos pueden actuar como fuentes de luz en las transmisiones de fibra óptica?

6.25. ¿Cuál es la diferencia entre los cables de fibra óptica monomodo y multimodo? ¿Cuál de ellos presenta mejores prestaciones?

6.26. Resume las ventajas y desventajas de la fibra óptica respecto a los cables de cobre.

6.27. Completa la Tabla 6.12 y resume las ventajas y desventajas de cada medio de transmisión indicado.

Tabla 6.12. Ventajas y desventajas de los diferentes medios de transmisión.

Tipo de medio	Ventajas	Desventajas
Cable de pares		
Cable de par trenzado		
Cable coaxial		
Fibra óptica		

Enlaces web

Equipos y fabricantes

Bticino. Fabricante, entre otros equipos, de componentes para sistemas de cableado estructurado.
www.bticino.es/

Siemon. Líder industrial especializado en la fabricación e innovación de alta calidad de soluciones de cableado de red de alto rendimiento.
www.siemon.com

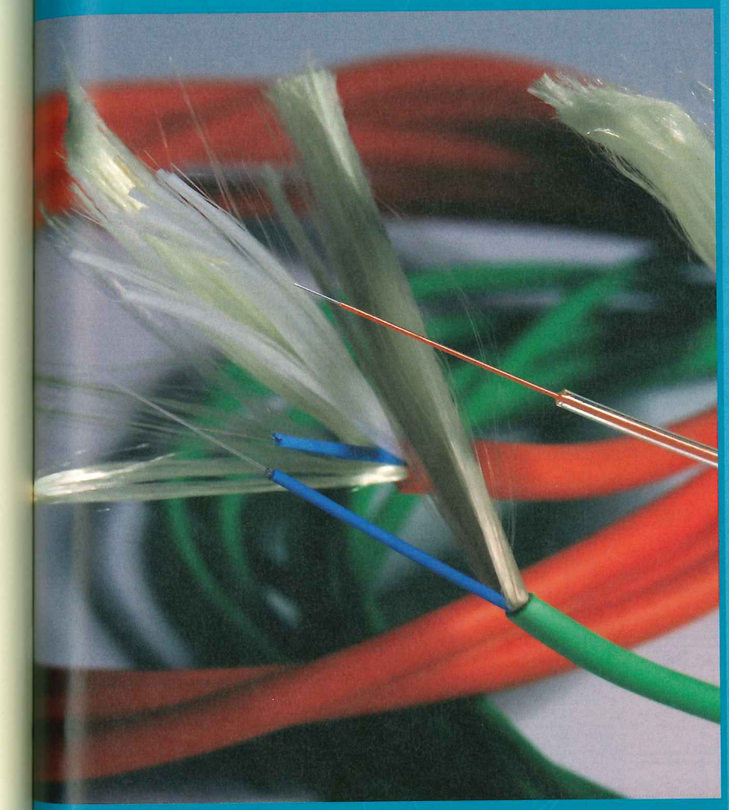
Promax. Fabricante y distribuidor de instrumentos para telecomunicaciones y fibra óptica.
www.promax.es

Simon. Empresa del sector del equipamiento eléctrico dedicada, entre otras cosas, a la conectividad de puestos de trabajo (sistemas de cableado estructurado).
www.simon.es

General cable. Fabricante de productos de cables de cobre, aluminio y fibra óptica para los mercados de la energía, la industria y las comunicaciones de voz y datos.
www.generalcable.es

© Ediciones Paraninfo

7 Acceso a los servicios de telecomunicación



La red de un edificio que proporciona el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) está formada básicamente por el cableado (cable de pares o pares trenzados, cable coaxial o fibra óptica según el caso) que forma cada una de las partes de la red, pero para unir cada uno de estos tramos en ocasiones es necesario utilizar dispositivos y elementos de conexión.

Contenidos

- 7.1. Introducción
- 7.2. Red de acceso a los servicios de telecomunicación de banda ancha y de telefonía
- 7.3. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares
- 7.4. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados
- 7.5. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales
- 7.6. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica
- 7.7. Dimensionamiento de la red interior de usuario
- 7.8. Particularidades de los conjuntos de viviendas unifamiliares
- 7.9. Redes de acceso a los servicios de telefonía al público y telecomunicaciones de banda ancha según el RD 401/2003
- 7.10. Certificación y protocolo de pruebas de una ICT

Objetivos

- Identificar los tramos que constituyen la red de acceso a los servicios de telecomunicación de un edificio y la red interior del edificio.
- Identificar y seleccionar de manera adecuada los elementos que constituyen la red de los sistemas de telefonía y telecomunicaciones de banda ancha.
- Realizar las medidas y la comprobación del buen funcionamiento de la red.
- Configurar y dimensionar las redes de las infraestructuras de telecomunicaciones para el acceso al servicio de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha.

7.1. Introducción

El **anexo II** del reglamento de la ICT establece las características técnicas mínimas que deben cumplir las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) destinadas a proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) prestados por operadores habilitados para el establecimiento y explotación a través de redes públicas de comunicaciones.

Recuerda:

La norma que establece las redes de acceso a los STDP y a STBA se debe utilizar de manera conjunta con las especificaciones técnicas mínimas de la edificación en materia de telecomunicaciones (anexo III) que establece los requisitos que deben cumplir las canalizaciones, recintos y elementos complementarios destinados a albergar la infraestructura común de telecomunicaciones.

7.1.1. Red de acceso del edificio para los servicios de telecomunicaciones de banda ancha

La **red** del edificio es el conjunto de conductores, elementos de conexión y equipos, tanto activos como pasivos, que es necesario instalar para establecer la conexión entre la red exterior de alimentación de los operadores y las bases de acceso de terminal (BAT) para poder dar el servicio a cada usuario.

Entre los servicios que da acceso esta red destacan los de telefonía básica y los de acceso a Internet mediante diferentes tecnologías.

7.1.2. Tecnologías de acceso

Las **tecnologías** definidas en el nuevo reglamento para el acceso a estos servicios son:

- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares.
- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados.
- Red de cables coaxiales.
- Red de cables de fibra óptica.

7.1.3. Consulta e intercambio de información entre el proyectista de la ICT y los diferentes operadores de telecomunicación

No todas las tecnologías de red estarán presentes en un edificio, ya que solo se instalarán aquellas que, mediante el proceso de **consulta e intercambio de información** que pone en contacto a los proyectistas de la ICT y a los operadores que despliegan la red, se incluyan en el proyecto que va a ser ejecutado, de modo que este se ajuste de la manera más aproximada a las posibilidades reales de las redes de acceso existentes en el lugar de construcción de la edificación.

Aunque del resultado de la consulta se establecerá la ejecución o no de la instalación inicial de las diversas redes interiores de la infraestructura común, no afecta al diseño, al dimensionado ni a la instalación de los diferentes elementos soporte de obra civil de la infraestructura común.

Por lo tanto, independientemente de la presencia de operadores en la zona de instalación se instalarán los tubos, canales y demás registros para dar servicio a todas las tecnologías definidas en el reglamento por si en un futuro existen operadores que ofrecen estos servicios. Debido a la presencia de esta infraestructura, cuando sea preciso solamente será necesario instalar los cables y demás elementos de conexión desde la red de alimentación de los operadores hasta la instalación interior de los usuarios.

Recuerda:

El proceso de consulta e intercambio de información pone en contacto a los proyectistas de la ICT y a los operadores que despliegan la red para que las infraestructuras de las edificaciones estén de acuerdo con la disponibilidad de redes de acceso y servicios de telecomunicación en el lugar de construcción de la edificación.

Sabías que...

Los cables de una ICT deben cumplir la normativa UNE-EN 50265-2 de resistencia de propagación de la llama. Por tanto, los cables utilizados deben tener una cubierta libre de halógenos, no propagadora de la llama y de baja emisión de humos. Como excepción, los cables coaxiales deben tener cubierta de PVC, resistente a rayos ultravioleta y no propagadora de la llama.

© Ediciones Paraninfo

7.2. Red de acceso a los servicios de telecomunicación de banda ancha y de telefonía

La red de acceso a los servicios de telefonía y de banda ancha presente en un edificio se divide en los tramos que se reflejan en la Figura 7.1, junto con la infraestructura de obra civil que los soporta:

a) Red de alimentación.
b) Red de distribución.
c) Red de dispersión.
d) Red interior de usuario.

Los elementos de cada una de las partes de la red de acceso a los servicios de telecomunicación se alojarán y discurrirán por los elementos de la infraestructura instalados para este propósito.

Sabías que...

El registro principal es un simple armario o caja con capacidad suficiente para albergar las regletas o paneles de conexión de cada tecnología. Debe existir un registro principal por cada tecnología de acceso.

7.2.1. Red de alimentación

La **red de alimentación** es la parte de la red que permite acceder a los edificios a los servicios ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones. En función del método de enlace existen dos posibilidades de acceso:

- **Enlace mediante cable.** En este caso la red de alimentación es la parte de la red de la edificación, propiedad del operador, formada por los cables que unen las centrales o los nodos de comunicaciones con la edificación.

  La Figura 7.2 muestra cómo el enlace mediante cable se introduce en la ICT de la edificación a través de la arqueta de entrada y de la canalización externa hasta el registro de enlace, donde se encuentra el punto de entrada general, y de donde parte la canalización de enlace, hasta llegar al registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI), donde se ubica el punto de interconexión, el cual incluirá todos los elementos, activos o pasivos, necesarios para entregar a la red de distribución de la edificación las señales de servicio, en condiciones de ser distribuidas.
- **Enlace por medios radioeléctricos.** La red de alimentación es la parte de la red del edificio formada por los elementos de captación de las señales emitidas por las estaciones base de los operadores, equi-

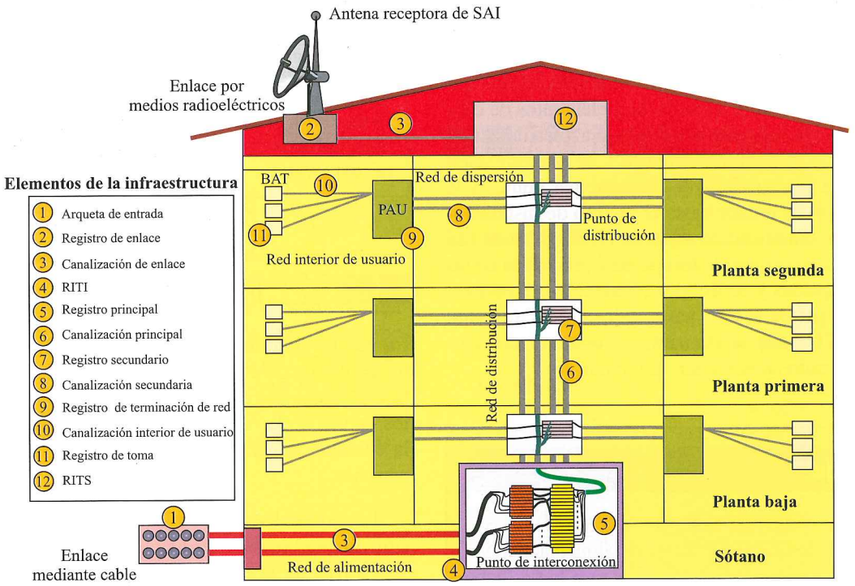


Figura 7.1. *Partes que forman la red de acceso a los servicios de telecomunicación de un edificio.*

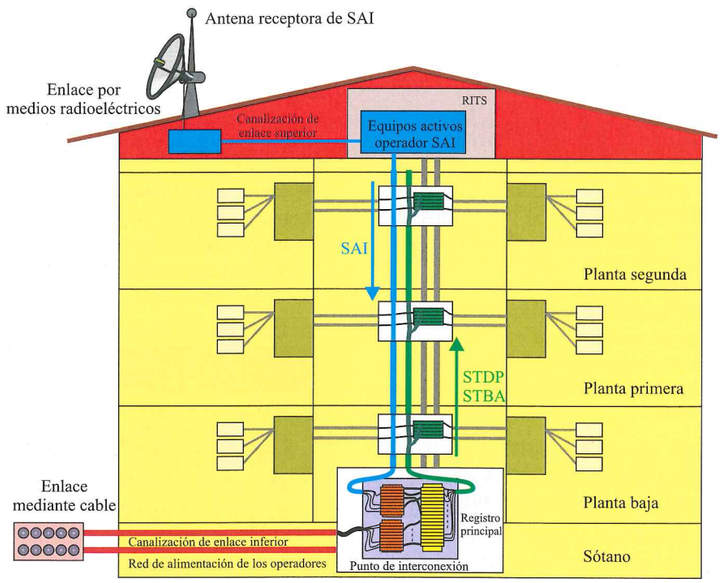


Figura 7.2. *Métodos de enlace utilizados por los operadores.*

pos de recepción y procesado de dichas señales y los cables necesarios para dejarlas disponibles para el servicio en el correspondiente punto de interconexión de la edificación.

La Figura 7.2 muestra la distribución típica de la red cuando el enlace se realiza por medios radioeléctricos, en los lugares donde el operador ofrece Servicios de Acceso Inalámbrico (SAI). Los elementos de captación están situados en la cubierta o azotea de la edificación introduciéndose en la ICT de la edificación a través del correspondiente elemento pasamuros y la canalización de enlace hasta el recinto de instalaciones de telecomunicación superior (RITS), donde van instalados los equipos de recepción y procesado de las señales captadas y de donde, a través de la canalización principal de la ICT, partirán los cables de unión con el RITI donde se encuentra el punto de interconexión ubicado en el registro principal.

Recuerda:

El punto de interconexión se encuentra en el RITI del edificio, por lo que los cables de la red de alimentación han de distribuirse por la canalización de enlace hasta dicho punto de la infraestructura.

Sabías que...

La red del Servicio de Acceso Inalámbrico (SAI), no es de obligada inclusión en un proyecto de la ICT. Solo se incluirá si inicialmente se tiene previsto instalar esta red. El procedimiento de consulta no contempla este tipo de acceso.

El diseño y dimensionado de la red de alimentación, así como su realización, es responsabilidad de los operadores del servicio.

7.2.2. Red de distribución

La **red de distribución** es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados o de pares, cables de fibra óptica y cables coaxiales, y demás elementos que prolongan los cables de la red de alimentación, distribuyéndolos por la edificación para poder dar el servicio a cada uno de los usuarios.

La red de distribución parte del punto de interconexión situado en el registro principal que se encuentra en el RITI y, a través de la canalización principal, enlaza con la red de dispersión en los puntos de distribución situados en los registros secundarios.

© Ediciones Paraninfo

Sabías que...

La red de distribución es única para cada tecnología de acceso, con independencia del número de operadores que la utilicen para prestar servicio en la edificación.

El diseño y realización de la red de distribución, de la red de dispersión y de la red interior de usuario es responsabilidad de la propiedad de la edificación.

7.2.3. Red de dispersión

La **red de dispersión** es la parte de la red, formada por el conjunto de cables de acometida y demás elementos, que une la red de distribución con cada vivienda, local o estancia común del edificio.

La red de dispersión normalmente parte de los puntos de distribución, situados en los registros secundarios y, a través de la canalización secundaria, enlaza con la red interior de usuario en los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.

Sabías que...

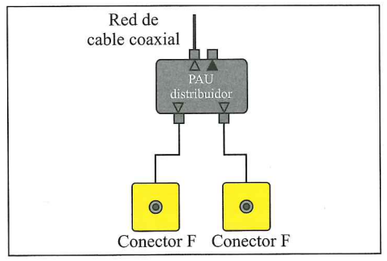
En ocasiones, si la red de dispersión es de dimensiones reducidas (pocos usuarios), esta parte directamente del registro principal y, a través de la canalización principal y de la secundaria, enlaza con la red interior de usuario en los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.

7.2.4. Red interior de usuario

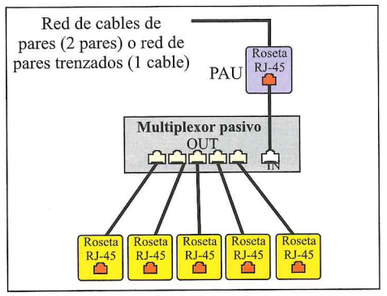
La **red interior de usuario** es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados (o cable coaxial) y demás elementos que transcurren por el interior de cada domicilio de usuario, soportando los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha. Independientemente del medio de transmisión utilizado, cable de par trenzado (Figura 7.3.a) o cable coaxial (Figura 7.3.b), esta red siempre está configurada en estrella.

7.2.5. Elementos de conexión

Los **elementos de conexión** son aquellos utilizados como puntos de unión o terminación de los diferentes tramos de red definidos. En la Figura 7.4 se marcan estos puntos de



b) De cable coaxial.



a) De cable de pares trenzados.

Figura 7.3. *Distribución en estrella de la red interior de usuario.*

conexión en relación al resto de componentes de la red y de la infraestructura:

- Punto de interconexión.
- Punto de distribución.
- Punto de acceso al usuario (PAU).
- Base de acceso de terminal (BAT).

7.2.6. Punto de interconexión (punto de terminación de red)

El **punto de interconexión** realiza la unión entre cada una de las redes de alimentación de los operadores del servicio y las redes de distribución de la ICT de la edificación, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad de la edificación.

El punto de interconexión (Figura 7.5) está compuesto por una serie de **paneles de conexión** o **regletas de entrada** donde finalizarán las redes de alimentación de los distintos operadores de servicio, por una serie de **paneles de conexión o regletas de salida** donde finalizará la red de distribución de la edificación, y por una serie de **latiguillos de interconexión** que se encargarán de dar continuidad a las redes de alimentación hasta la red de distribución de la edificación en función de los servicios contratados por los distintos usuarios.

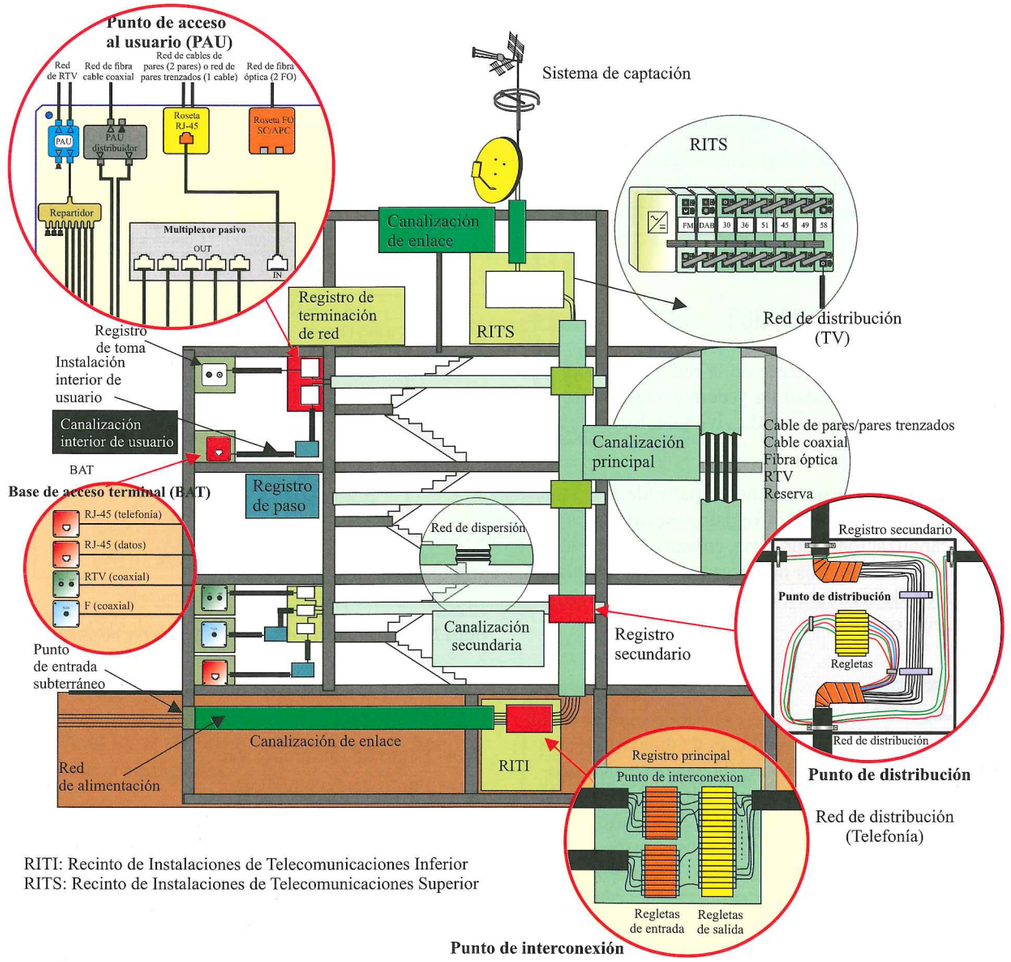


Figura 7.4. *Elementos de conexión de la red de acceso a los servicios de STPD y STBA.*

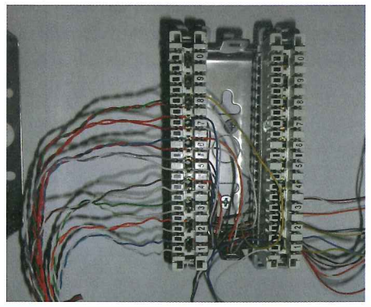


Figura 7.5. *Regletas del punto de interconexión de la red de cables de pares.*

Recuerda:

La red que proporciona el acceso a los servicios de banda ancha está formada básicamente por el cableado de la red, ya sea cable de pares o pares trenzados, cable coaxial o fibra óptica, según el caso, que forma cada una de las partes de la red, pero para unir cada uno de estos tramos en ocasiones es necesario utilizar dispositivos o elementos de conexión.

© Ediciones Paraninfo

Ejemplo 7.1. Configuración del punto de interconexión de la red

En la Figura 7.6 se muestra un ejemplo de configuración de los puntos de interconexión en el interior del RITI: como consecuencia de la existencia de diferentes tipos de redes, tanto de alimentación como de distribución, el punto de interconexión adopta diferentes configuraciones según el caso.

Es decir, en el registro principal del RITI podemos encontrar un **punto de interconexión de pares** (registro principal de pares), un **punto de interconexión de cables coaxiales** (registro principal coaxial) o un **punto de interconexión de cables de fibra óptica** (registro principal óptico). En el caso de que un punto de conexión no se implemente físicamente, se reservará espacio suficiente para su instalación futura si fuese necesario.

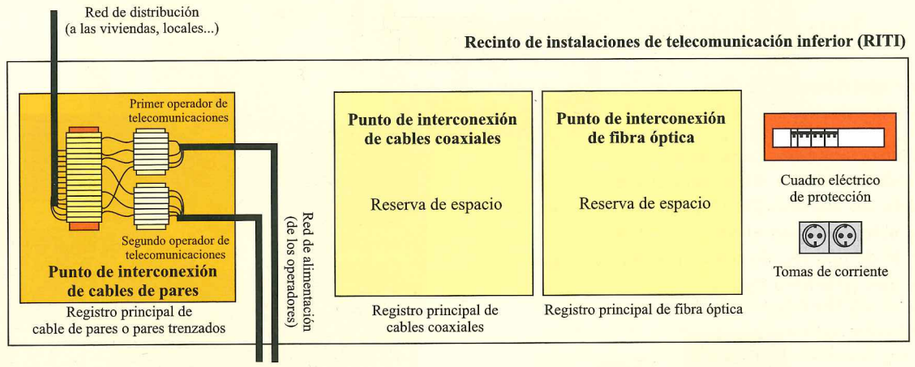


Figura 7.6. *Ejemplo de punto de interconexión.*

En la Figura 7.7 se muestran los diferentes registros principales instalados en el interior del RITI (Registro de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior).

El registro principal de cable coaxial incorpora, si es necesario, los elementos activos de los operadores y los distribuidores necesarios para alimentar la red de distribución de la edificación.

El registro principal de cables de pares trenzados aloja los paneles de conexión RJ-45 de entrada y de salida que forman el punto de interconexión. De la misma manera, el registro principal de cable de pares aloja las regletas de entrada y de salida necesarias para alimentar la red de distribución de la edificación.

El registro principal óptico incorpora los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida de fibra óptica.

Figura 7.7. *Registro principal de la red de cables de pares en el interior del RITI.*

Sabías que...

El punto de interconexión de la ICT será único para cada una de las redes incluidas en la misma, excepto en el caso que la complejidad de la edificación aconseje una distribución en varias verticales.

Plan de asignación de pares

Excepto en los puntos de interconexión de la red de cable coaxial configurada en árbol-rama, en la que solo es necesario identificar la vertical a la que presta servicio cada árbol, todos los conectores que constituyen las regletas o paneles del punto de interconexión deben estar convenientemente etiquetados de manera que cada uno de ellos identifique inequívocamente la vivienda, local o estancia común a los que da servicio.

7.2.7. Punto de distribución

El **punto de distribución** realiza la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT de la edificación.

Como consecuencia de la existencia de diferentes tipos físicos de redes, tanto de alimentación como de distribución, el punto de distribución (Figura 7.8) adoptará diferentes realizaciones según el tipo de red, siendo diferente según se trate de una red de pares trenzados, de pares, de cables coaxiales o de fibra óptica.

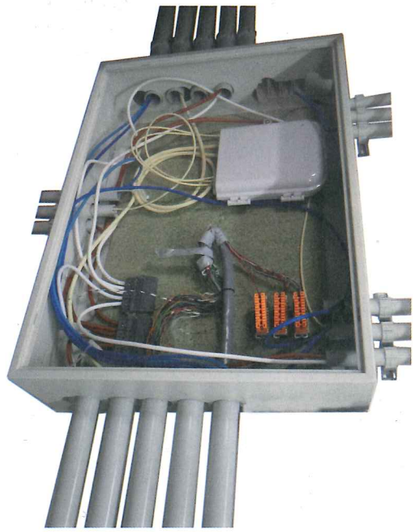


Figura 7.8. *Ejemplo de punto de distribución.*

Recuerda:

El punto de distribución se aloja en los registros secundarios de la infraestructura.

7.2.8. Punto de acceso al usuario (PAU)

El **punto de acceso al usuario** (PAU) realiza la unión entre la red de dispersión y la red interior de usuario de la ICT de la edificación.

En función de la naturaleza de la red de dispersión que llega al punto de acceso al usuario, este adopta diferentes configuraciones: conector RJ-45, roseta óptica o distribuidor de cable coaxial. El PAU de las diferentes redes se aloja en el interior del **registro de terminación de red**, tal y como muestra el ejemplo de la Figura 7.9.

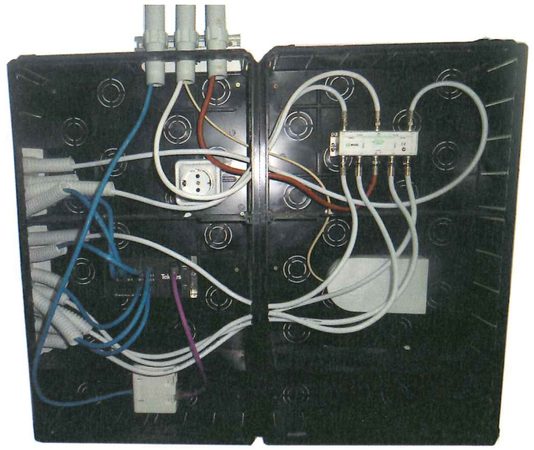


Figura 7.9. *Ejemplo de diferentes PAU instalados en el interior del registro de terminación de red.*

7.2.9. Tipos de red interior de usuario

La configuración de la red interior de usuario se realiza mediante pares trenzados o mediante cable coaxial:

- **Red interior de usuario de pares trenzados** (Figura 7.10.a). En los extremos de las diferentes ramas de la red interior de usuario de pares trenzados, ubicados en el registro de terminación de red, se equipararán conectores macho miniatura de ocho vías (RJ-45); en estos extremos se dejará una longitud de cable sobrante con la suficiente holgura como para llegar a cualquiera de las partes interiores de los diferentes compartimentos del registro de terminación de red. Estos mismos extremos se identificarán mediante etiquetas que indicarán la ubicación del conector de las bases de acceso de terminal (BAT) a las que dan servicio (Figura 7.11).

© Ediciones Paraninfo

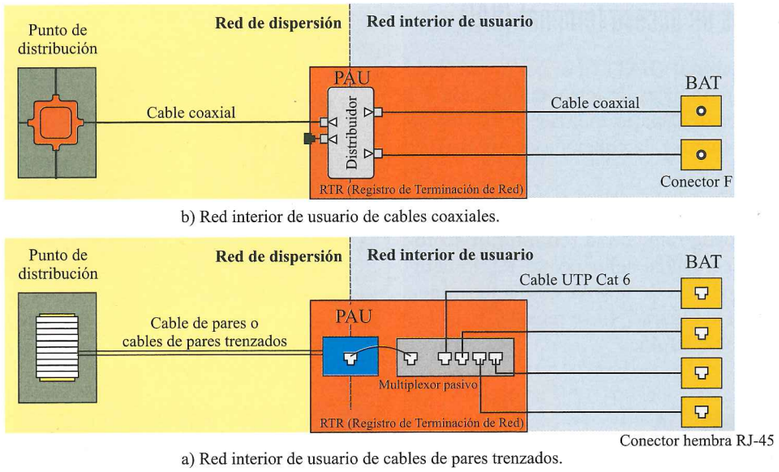


Figura 7.10. *Configuración de la red interior de usuario.*

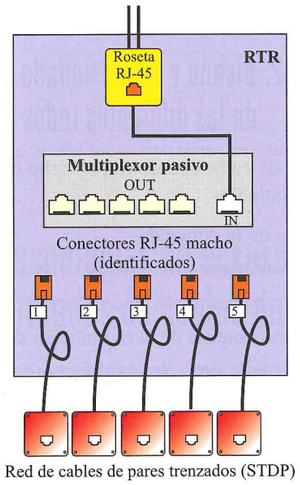


Figura 7.11. *Terminación de los extremos de los cables de pares trenzados de la red interior de usuario.*

Asimismo, para que exista una continuidad entre las regletas de salida del punto de interconexión y algunas de las bases de acceso de terminal (BAT) de la red interior de usuario de pares trenzados, se instalará en el registro de terminación de red un accesorio **multiplexor pasivo** (Figura 7.12) que, por una parte, estará equipado con un latiguillo flexible terminado en un conector macho miniatura de ocho vías, enchufado a su vez en un conector o roseta de terminación de una de las líneas de la red de dispersión y, por otra parte, tenga como mínimo tantas bocas hembra miniatura de ocho vías (RJ-45) como estancias servidas por la red interior de usuario de pares trenzados.

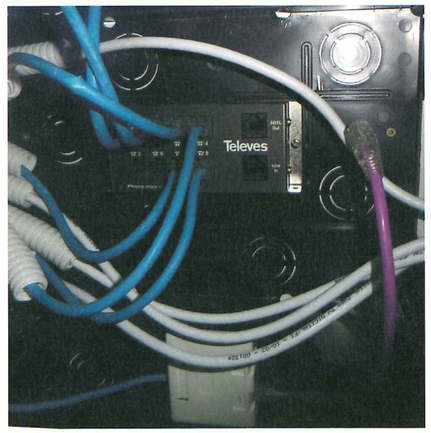


Figura 7.12. *Multiplexor pasivo.*

- **Red interior de usuario de cables coaxiales** (Figura 7.10.b). Los extremos de las diferentes ramas de la red interior de usuario de cables coaxiales, ubicados en el interior del registro de terminación de red, debidamente conectorizados, se conectarán a un divisor simétrico (repartidor/distribuidor) identificando la BAT a la que prestan servicio.

© Ediciones Paraninfo

7.2.10. Bases de acceso terminal (BAT)

La **base de acceso terminal** (BAT) sirve como punto de acceso de los equipos terminales de telecomunicación del usuario a la red interior de usuario multiservicio. Dependiendo del tipo de red interior, la conexión de las BAT se realizará de diferente manera:

- En el caso del cableado de pares trenzados, los hilos conductores de cada rama de la red interior se conectarán a los 8 contactos del conector RJ-45 hembra miniatura de 8 vías de la BAT en que terminen (Figura 7.13). En la Figura 7.14 se muestra el aspecto de una BAT doble RJ-45.

Figura 7.13. *Conector RJ-45 hembra.*

Figura 7.14. *BAT para cables de pares trenzados.*

- En el caso de cableado coaxial, los cables se conectarán a los terminales tipo F de toma final con carga de cierre apropiada a la BAT en que terminan. En la Figura 7.15 se muestra el aspecto de una BAT con conector F para la red de cable coaxial.

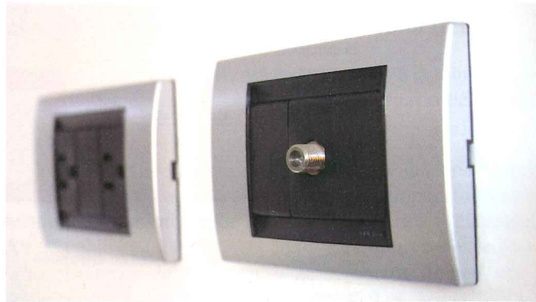


Figura 7.15. *BAT para la red de cables coaxiales.*

7.2.11. Edificios con varias verticales

En las edificaciones con varias verticales, tal y como se muestra en la Figura 7.16, la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará, por tanto, de acuerdo con la tecnología de cada red: cables de pares o pares trenzados, cables coaxiales o fibra óptica.

7.2.12. Diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT

Para el diseño de cada tipo de red se debe tener en cuenta los criterios siguientes:

- Previsión de la demanda.
- Dimensionamiento mínimo de la red de distribución.
- Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión.
- Dimensionamiento de la red interior de usuario.
- Dimensionamiento de los diferentes elementos de conexión:
  - — Punto de interconexión.
  - — Punto de distribución.
  - — Punto de acceso al usuario (PAU).
  - — Base de acceso terminal (BAT).

Recuerda:

El diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT vendrá condicionado por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación, por la tecnología de acceso que utilicen dichos operadores y por la aplicación de los criterios de previsión de demanda establecidos en el reglamento de la ICT.

© Ediciones Paraninfo

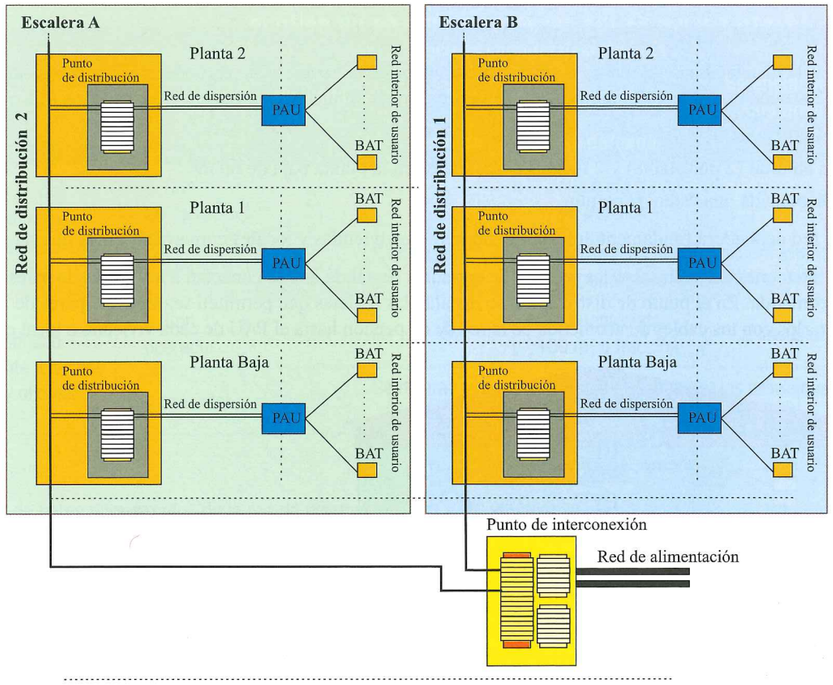


Figura 7.16. *Red de distribución en un edificio con varias verticales.*

7.3. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares

Cuando existan en el lugar de instalación operadores de servicio, se instalará la red de cables de pares para cubrir la demanda prevista.

Como criterio de referencia, esta tecnología se utilizará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el PAU sea superior a 100 m.

En el caso de que no existan operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones de la demanda dotadas con los correspondientes hilos-guía.

Sabías que...

La red de cables del edificio se elegirá entre una de las dos tecnologías existentes: cable de pares o cable de pares trenzados.

La red de cables del edificio se configura en estrella desde el punto de interconexión situado en el registro principal de pares del RITI, hasta el PAU de cada vivienda, local comercial u oficina.

Como medio de transmisión se utilizan cables de pares (red de distribución) o cables de acometida de uno o dos pares (red de distribución y red de dispersión), según el tramo de la red y el tamaño de la edificación.

Para la conexión y segregación de los diferentes pares se instalan regletas tanto en el punto de interconexión como en el punto de distribución de la red.

Recuerda:

La red de cable de pares solo se utilizará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el PAU sea superior a 100 m. Aun así, si en el proyecto se justifica, se puede realizar esta red aunque la distancia sea menor.

Ejemplo 7.2. Identificación de las características de un edificio

Se desea realizar la instalación de la red de acceso a los servicios de telecomunicación con cables de pares, una vez realizada la consulta con los operadores de telecomunicación de la zona, en un inmueble (Figura 7.17) con las características siguientes:

- Planta baja + 6 plantas.
- 12 viviendas en total (2 por planta) y 2 locales comerciales en la planta baja de 60 m².
- El edificio dispone de una estancia común.

El diseño de la red dependerá fundamentalmente del número de viviendas y locales comerciales a los que da servicio la red.

En el punto de interconexión se instalan las regletas de entrada y de salida que se conectan a los cables de pares y en ocasiones los cables de acometida. En el punto de distribución se instalan las regletas que permiten segregar los pares de la red de distribución y conectarlos con los cables de acometida de la red de dispersión hasta el PAU de cada vivienda o local comercial.

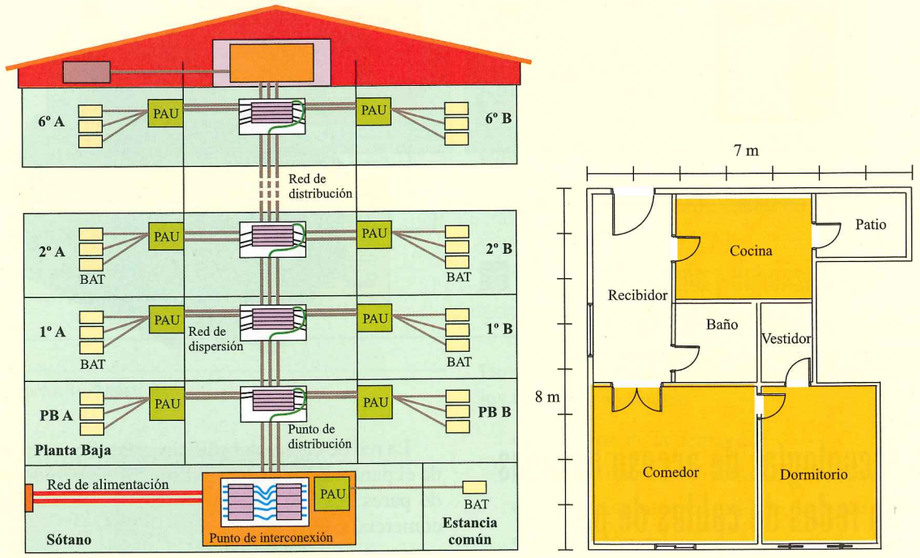


Figura 7.17. *Ejemplo de diseño.*

7.3.1. Previsión de la demanda

En la Tabla 7.1 se resume la previsión de la demanda (número de líneas) para la red de cables de pares de un edificio.

7.3.2. Dimensionamiento mínimo de la red de alimentación

El diseño y dimensionamiento de esta parte de la red, así como la instalación, siempre es responsabilidad del operador del servicio.

7.3.3. Red de distribución

En edificaciones con una vertical, conocida la necesidad futura a largo plazo (previsión de la demanda), tanto por plantas como en el total de la edificación, se dimensiona la red de distribución con arreglo a los siguientes criterios:

- La cifra de demanda prevista se multiplica por el factor 1,2, lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de algunos pares o alguna desviación por exceso en la demanda de líneas.
- Obtenido de esta forma el **número teórico de pares**, se utilizará el cable normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor de acuerdo con la Tabla 7.2.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 7.1. Previsión de la demanda (número de líneas) para redes de cables de pares.

Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: Definida	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: No definida	Estancias o instalaciones comunes del edificio
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	2	3	1 línea cada 33 m² o fracción	2 líneas para el edificio
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			
Edificio destinado fundamentalmente a locales comerciales y oficinas	Con operador	2	3	3 líneas cada 100 m² o fracción	2 líneas para el edificio
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			

Tabla 7.2. Cables de pares normalizados de la red de distribución de pares.

N.º pares (*N*)	N.º cables	Tipo de cable
25 < *N* ≤ 50	1	50 pares [1(50p)]
50 < *N* ≤ 75	1	75 pares [1(75p)]
75 < *N* ≤ 100	1	100 pares [1(100p)]
100 < *N* ≤ 125	2	1(100p) + 1(25p) o 1(75p) + 1(50p)
125 < *N* ≤ 150	2	1(100p) + 1(50p) o 2(75p)
150 < *N* ≤ 175	2	1(100p) + 1(75p)
175 < *N* ≤ 200	2	2(100p)
200 < *N* ≤ 225	3	2(100p) + 1(25p) o 3(75p)
225 < *N* ≤ 250	3	2(100p) + 1(50p) o 1(100p) + 2(75p)
250 < *N* ≤ 275	3	2(100p) + 1(75p)
275 < *N* ≤ 300	3	3(100p)

El dimensionado de la red de distribución se proyectará con cable o cables multipares, cuyos pares estarán todos conectados en las regletas de salida del punto de interconexión.

En el caso de edificios con una red de distribución/dispersión inferior o igual a 30 pares, la red de distribución se puede realizar directamente con cable de uno o dos pares desde el punto de distribución instalado en el registro principal.

En la Figura 7.18.b se muestra un ejemplo típico de esta tipología de distribución, comparada con la distribución típica de la red de cables (Figura 7.18.a). En este caso, las regletas de salida del punto de interconexión pueden ser de 5 o 10 pares, ya que el punto de interconexión realiza las funciones de punto de distribución. De esta manera, los cables de 1 o 2 pares de la de distribución/dispersión discurren de paso por los puntos de distribución hasta cada vivienda.

Sabías que...

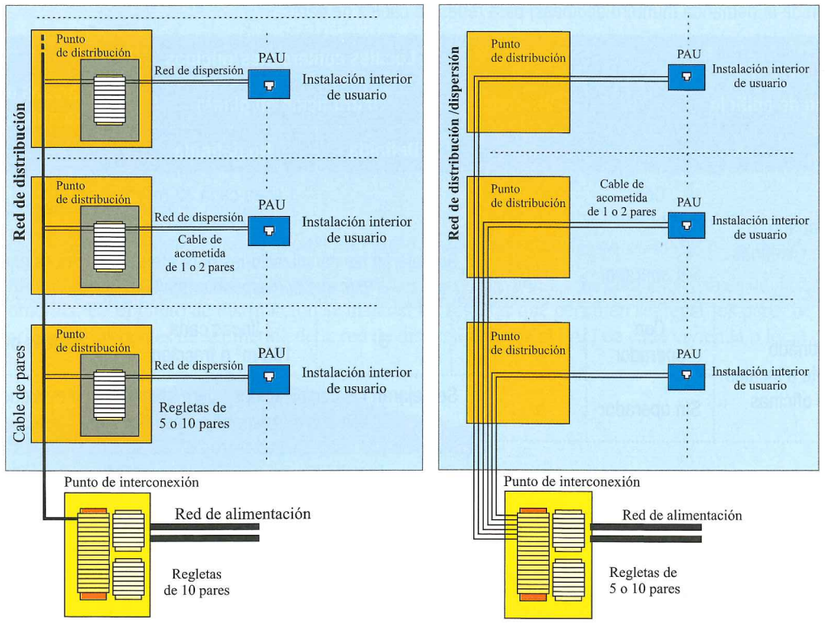
En edificios con una red de dispersión ≤ 30 pares, la red de distribución coincide con la red de dispersión.

Recuerda:

Obtenido el número teórico de pares se utilizará el cable normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor, o combinaciones de diversos cables, teniendo en cuenta que para una distribución racional el cable máximo será de 100 pares, y debiéndose utilizar el menor número posible de cables.

Recuerda:

Si la red de distribución/dispersión es inferior o igual a 30, del registro principal parten los cables de acometida que subirán por las plantas para acabar directamente en los PAU. Por tanto, en este caso se utilizan directamente cables de acometida y no es necesario utilizar cables de pares normalizados.



a) Edificios con la red de dispersión > 30 pares.

b) Edificios con la red de dispersión ≤ 30 pares.

Figura 7.18. *Tipologías de distribución de la red de pares.*

Ejemplo 7.3. Cálculo de la red de distribución de un edificio

El edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está destinado principalmente a viviendas. La previsión de la demanda de las viviendas siempre es la misma: dos líneas por vivienda.

Aunque la distribución interna de los locales comerciales no está definida sí lo está el número de locales comerciales por planta, por lo que para cada uno de ellos se prevé tres líneas. Además, debe considerarse cómo mínimo dos líneas para la estancia común del edificio.

El cálculo de la previsión de la demanda y el número teórico de pares necesarios se resume en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	12 viviendas	2 líneas por vivienda	12 × 2 = 24 pares
Locales comerciales	2 locales	3 líneas por local	2 × 3 = 6 pares
Estancias comunes	1	2 líneas edificio	2
Pares previstos			32
Coeficiente de corrección			× 1,2
Número teórico de pares			32 × 1,2 = 38,4 = 39 pares

Según el criterio establecido en la Tabla 7.2, en base al número de pares necesarios (número teórico de pares) de 39, será necesario utilizar un cable de 50 pares: $25 < N \leq 50$.

© Ediciones Paraninfo

7.3.4. Punto de interconexión

El punto de interconexión de pares (registro principal de pares) está formado, tal y como se muestra en la Figura 7.19, por:

- **Regletas de conexión de entrada.** Se debe reservar espacio suficiente para albergar los pares de las redes de alimentación; en el cálculo del espacio necesario se tendrá en cuenta que el número total de pares (para todos los operadores del servicio) de las regletas de entrada será como mínimo 1,5 veces el número de pares de los paneles o regletas de salida, salvo en el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios con un número de PAU igual o menor que 10, en los que será, como mínimo, dos veces el número de pares de las regletas de salida.
- **Regletas de salida para redes de distribución de pares.** Las regletas de conexión de salida estarán formadas por tantas parejas de contactos como pares constituyan la red de distribución de la edificación.

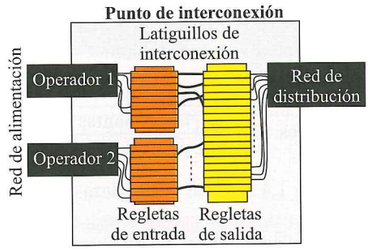


Figura 7.19. *Punto de interconexión de la red de pares.*

La unión con las regletas de entrada se realizará mediante latiguillos de interconexión. En el punto de interconexión la capacidad de cada regleta será de 10 pares y debe permitir conectar todos los cables de la red de distribución.

La Figura 7.20 muestra un ejemplo de implementación de punto de interconexión.

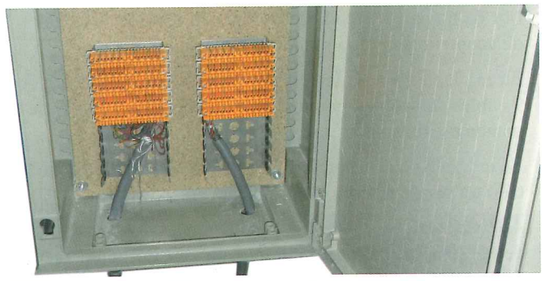


Figura 7.20. *Ejemplo de punto de interconexión de la red de pares.*

Sabías que...

Cuando un operador quiera suministrar el servicio de telefonía disponible al público en el inmueble, deberá instalar sus regletas de entrada en el registro principal y conectar los pares de sus cables de alimentación, y establecer el servicio a cada abonado mediante la realización de los puentes correspondientes entre sus regletas y las regletas de salida del punto de interconexión.

Ejemplo 7.4. Cálculo del punto de interconexión de un edificio

La red de distribución del edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está formada por un cable de 50 pares. Para poder conectar todos los pares en el punto de interconexión se necesitan 5 regletas de 10 pares:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{50}{10} = 5 \text{ regletas}$$

El punto de interconexión estará formado por 5 regletas de salida de 10 pares. Se reservará espaciо necesario para que los operadores instalen sus regletas de entrada, como mínimo 8:

$$\text{Regletas de entrada} = 1{,}5 \times \text{regletas de salida} = 1{,}5 \times 5 = 7{,}5 = 8 \text{ regletas}$$

7.3.5. Red de dispersión

En las **redes de dispersión de cables de pares** se instalarán cables de pares de acometida que cubran la demanda prevista, y se conectarán al correspondiente terminal de la regleta del punto de distribución, y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.3.6. Punto de distribución

El **punto de distribución** de la red de distribución de pares está formado por regletas de conexión, en las cuales terminan, por un lado, los pares de la red de distribución y, por otro, los cables de acometida de la red de dispersión.

Los puntos de distribución estarán formados por las regletas de conexión en cantidad suficiente para agotar con holgura toda la posible demanda de la planta correspondiente. El número de regletas se hallará calculando el co-

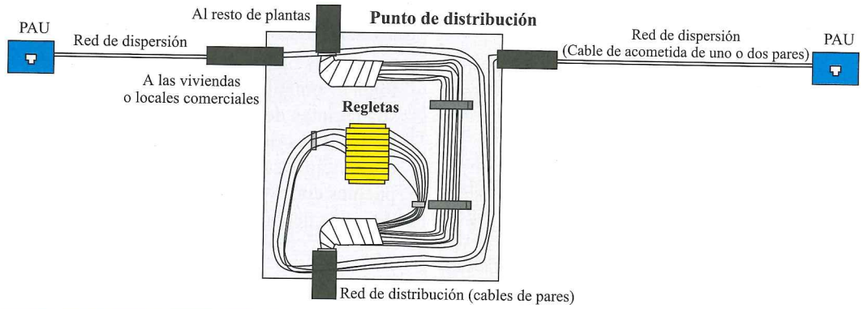


Figura 7.21. *Ejemplo de red de dispersión de una planta de viviendas.*

ciente entero redondeado por exceso que resulte de dividir el total de pares del cable, o de los cables, de distribución por el número de plantas y por 5 o 10, según el tipo de regleta a utilizar:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\dfrac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas}}}{\text{N.º de pares de la regleta}}$$

Las regletas utilizadas tendrán las mismas características que las del punto de distribución pero podrán utilizarse de 5 o de 10 pares (Figura 7.22).

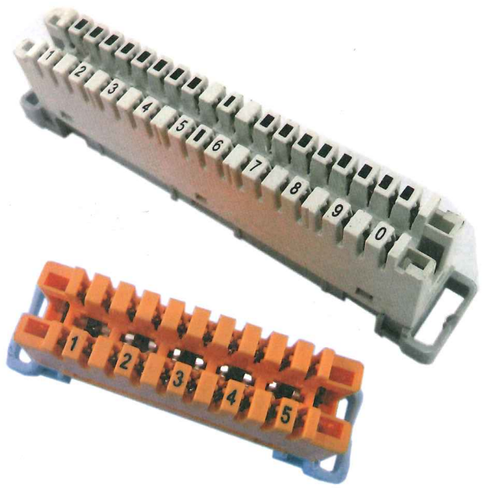


Figura 7.22. *Regletas de conexión de la red de pares.*

En cada planta se dejarán pares de reserva conectados de la red de distribución por si fuera necesario sustituir o añadir líneas que no se hubieran previsto inicialmente.

Ejemplo 7.5. Cálculo de la red de dispersión y del punto de distribución de un edificio

La red de distribución del edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está formada por un cable de 50 pares.

En el caso de utilizar **regletas de 5 pares** se necesitan dos regletas en cada punto de distribución:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\dfrac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas}}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{\dfrac{50}{7}}{5} =$$

$$= 1{,}4 \text{ regletas} = 2 \text{ regletas}$$

En el caso de utilizar **regletas de 10** pares se necesita una regleta en cada punto de distribución:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\dfrac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas}}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{\dfrac{50}{7}}{10} =$$

$$= 0{,}7 \text{ regletas} = 1 \text{ regleta}$$

La red de dispersión de cada planta está formada por el número de cables de acometida para que a cada usuario le llegue la demanda prevista: dos cables de acometida interior de un par, siendo necesario por lo tanto cuatro cables de acometida en cada planta de viviendas.

En la planta baja, la red de dispersión estará formada por 9 cables de acometida interior de un par para cubrir la demanda prevista de los locales comerciales.

En el punto de distribución de cada planta se dejará conectado un par de reserva que finalizará en ese punto.

Además, será necesario tener en cuenta las dos acometidas de la estancia común del edificio, aunque normalmente el PAU se sitúa en el propio RITI.

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

Sabías que...

Los contactos 4 y 5 de un conector RJ-45 siempre vienen determinados por el color azul y azul-blanco respectivamente, independientemente del esquema de conexión utilizado (568A o 568B).

7.3.7. PAU

El PAU de la red de cables y de la red de cables de pares trenzados es un conector o roseta hembra miniatura de ocho vías (RJ-45).

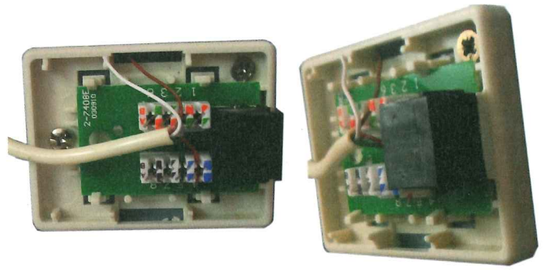


Figura 7.23. *Terminación de un cable de pares en el PAU.*

Cuando la red de dispersión está constituida por cables de pares, cada uno de los pares de la red de dispersión se termina en los contactos 4 y 5 de este conector tal y como se muestra en la Figura 7.23.

7.3.8. Plan de asignación de pares del punto de interconexión

Las regletas del punto de interconexión deben estar etiquetadas identificando cada conexión al PAU al que están conectados. Los pares que parten del punto de interconexión pueden clasificarse de la manera siguiente:

- **Pares utilizados** para dar continuidad a la red, que están conectados en el PAU de las viviendas.
- **Pares de reserva** que no están conectados a las viviendas, pero se segregan en cada planta del edificio y se conectan a las regletas del punto de distribución para su disposición cuando se necesite si es necesario, por ejemplo cuando alguno de los pares conectados se deteriora.
- **Pares libres** (sin conectar) que no se segregan por plantas y se hacen llegar a la última planta de la instalación. Su objetivo es estar disponibles si los pares de reserva de la instalación son insuficientes, aprovechándolos cuando sea necesario.

Ejemplo 7.6. Plan de asignación de pares

El plan de asignación de pares establecido en el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 se muestra en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Plan de asignación de pares del punto de interconexión.

Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU
1	EC	11	1.º A	21	3.º A	31	5.º A	41	NC
2	EC	12	1.º A	22	3.º A	32	5.º A	42	NC
3	R	13	1.º B	23	3.º B	33	5.º B	43	NC
4	PBA	14	1.º B	24	3.º B	34	5.º B	44	NC
5	PBA	15	R	25	R	35	R	45	NC
6	PBA	16	2.º A	26	4.º A	36	6.º A	46	NC
7	PBB	17	2.º A	27	4.º A	37	6.º A	47	NC
8	PBB	18	2.º B	28	4.º B	38	6.º B	48	NC
9	PBB	19	2.º B	29	4.º B	39	6.º B	49	NC
10	R	20	R	30	R	40	R	50	NC

Recuerda:

Todos los conectores que constituyen las regletas o paneles del punto de interconexión deben estar convenientemente etiquetados de manera que cada uno de ellos identifique inequívocamente la vivienda, local o estancia común a los que da servicio.

Sabías que...

La etiqueta NC significa No Conectado: son los pares libres no asignados.

7.3.9. Red interior de usuario

La red interior de usuario de la red de pares es una red de cable de pares trenzados.

7.3.10. Ejemplo

Diseño de la red de cables de pares del edificio destinado principalmente a viviendas mostrado en la Figura 7.24.

Descripción del edificio

La Figura 7.24 muestra las características del edificio de un único portal, formado por planta baja y 7 plantas. En la planta baja hay 3 locales comerciales de 90 m² y en el resto de plantas 4 viviendas por planta de superficie 80 m² formadas por 3 habitaciones, cocina, 2 baños y salón. El edificio solo tiene de un portal y dispone de una estancia común en la edificación.

En la Tabla 7.5 se resumen las características del edificio y en la Figura 7.24.a se muestra el esquema de principio de la instalación de cable de pares.

El edificio dispone de un sótano con parking donde se instalará el registro principal de la red de cables situado en el interior del RITI.

Previsión de la demanda

El diseño de la red viene determinado por el número máximo de pares y cables que se necesitan a largo plazo. Según las características del edificio, el número de líneas previstas es:

- **Viviendas:** 2 líneas por vivienda.
- **Locales comerciales:** 3 líneas por local.
- **Estancias comunes del edificio:** 2 líneas.

El cálculo de la previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.6.

Sabías que...

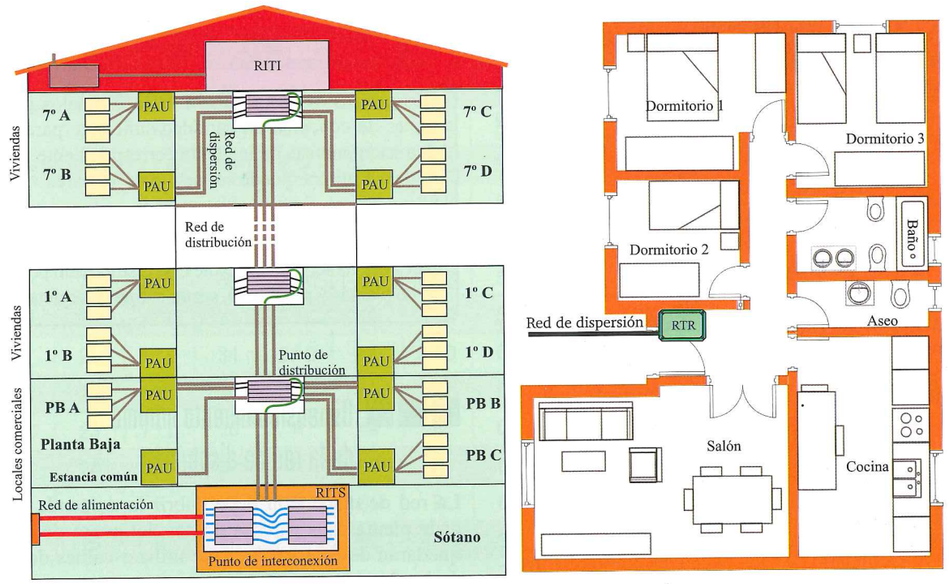
Aunque la distancia entre el punto de interconexión y el PAU más alejado sea menor de 100 m, la normativa deja abierta la posibilidad de la instalación de una red de cables siempre que el proyectista lo justifique.

Tabla 7.5. Dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc., del edificio.

Planta	Número de estancias por vivienda			
	A	B	C	D
Planta 7.ª	5	5	5	5
Planta 6.ª	5	5	5	5
Planta 5.ª	5	5	5	5
Planta 4.ª	5	5	5	5
Planta 3.ª	5	5	5	5
Planta 2.ª	5	5	5	5
Planta 1.ª	5	5	5	5
Planta baja	1 local de 90 m²	1 local de 90 m²	1 local de 90 m²	1 estancia común

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo



a) Distribución de PAU del edificio.

b) Distribución en planta de las viviendas.

Figura 7.24. *Red de cables de un edificio destinado principalmente a viviendas.*

Tabla 7.6. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	28 viviendas	2 líneas por vivienda	28 × 2 = 56 pares
Locales comerciales	3 locales	3 líneas por local	3 × 3 = 9 pares
Estancias comunes	1	2 líneas edificio	2
Pares previstos (previsión de la demanda)			67

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La previsión de la demanda del edificio es de 67 líneas y el número de pares teóricos necesarios es de 81 pares:

$$\text{Número teórico de pares} = N = 67 \text{ pares} \times 1{,}2 =$$
$$= 80{,}4 \text{ pares} = 81 \text{ pares}$$

El **cable normalizado** a utilizar en la red de distribución del edificio, como el número teórico de pares, está comprendido entre 75 y 100 pares ($75 < N < 100$), es un cable de 100 pares.

Recuerda:

Para que la red interior de usuario pueda atender la demanda telefónica y de los servicios de banda ancha, es necesario evaluar las necesidades a largo plazo.

El diseño y dimensionamiento mínimo de la red de alimentación, así como la instalación siempre es responsabilidad del operador del servicio.

Como criterio, es necesario utilizar regletas de 10 pares de manera obligatoria en el punto de interconexión y deben conectarse todos los pares que forman la red de distribución.

Puntos de interconexión

En el punto de interconexión la capacidad de cada regleta de salida será de 10 pares. El número de regletas de 10 pares que se necesitan es de 10, ya que las regletas de salida se conectan al cable de 100 pares de la red de distribución:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{100}{10} =$$

$$= 10 \text{ regletas de pares}$$

El espacio necesario que se debe reservar debe permitir alojar 15 regletas como mínimo:

$$\text{Regletas de entrada} = 1{,}5 \times \text{regletas de salida} =$$

$$= 1{,}5 \times 10 = 15 \text{ regletas}$$

Puntos de distribución

En el registro secundario de cada planta del edificio se instalará un punto de distribución, por lo que en total habrá 8 puntos de distribución. El número de regletas que formarán cada punto de distribución depende del tipo de regleta utilizada:

- Si se utilizan regletas de 5 pares:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\dfrac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de plantas}}}{\text{N.º de pares regleta}} = \frac{\dfrac{100}{8}}{5} =$$

$$= 2{,}5 \text{ regletas} = 3 \text{ regletas de 5 pares}$$

- Si se utilizan regletas de 10 pares:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\dfrac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de plantas}}}{\text{N.º de pares regleta}} = \frac{\dfrac{100}{8}}{10} =$$

$$= 1{,}25 \text{ regletas} = 2 \text{ regletas de 10 pares}$$

Sabías que...

Para proveer cualquier defecto en la previsión de la demanda, averías o cables defectuosos, en cada planta se conectará en las regletas del punto de distribución pares de reserva. Como criterio, podemos establecer un par de reserva por cada planta a criterio del proyectista. Los pares que sobran de la red de distribución normalmente se llevan hasta la última planta, ya que de esta manera se pueden reutilizar en cada planta en caso de que sea necesario.

Recuerda:

Los **puntos de distribución** están formados por las regletas de conexión en cantidad suficiente para cubrir la demanda prevista de la planta correspondiente. El tipo de regleta a utilizar puede ser de 5 o de 10 pares.

El número de regletas se hallará calculando el cociente entero redondeado por exceso que resulte de dividir el total de pares del cable, o de los cables, de distribución por el número de plantas y por 5 o 10, según el tipo de regleta a utilizar.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de dispersión debe cubrir la demanda prevista de cada planta. Los pares restantes del punto de distribución quedarán de reserva. Se debe utilizar cables de acometida de 1 o 2 pares.

- **Planta baja:** se instalarán 9 cables de acometida de un par, 3 para cada local. Además, debemos tener en cuenta dos acometidas para la estancia común del edificio.
- **Plantas piso:** en el resto de plantas se debe cubrir la demanda de las viviendas de 8 cables de pares de acometida de un par: 4 viviendas por planta por 2 líneas por vivienda.

PAU

Cada uno de los pares de la red de dispersión se terminará en los contactos 4 y 5 de un conector o roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que servirá como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

Plan de asignación de pares

Como criterio para determinar los pares de reserva, se establece uno por cada local, vivienda o estancia común. De la red de distribución de 100 pares, 99 pares se conectarán a las regletas del punto de distribución, quedando uno libre que se distribuirá hasta la última planta quedando disponible por si fuera necesario.

En la Tabla 7.7 se muestra el plan de asignación de pares del punto de interconexión. Esta tabla se deja disponible en el registro principal para su consulta cuando sea necesario identificar los pares.

© Ediciones Paraninfo
© Ediciones Paraninfo

Tabla 7.7. Plan de asignación de pares del punto de interconexión.

Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU
1	PBA	14	EC	27	R	40	3.º A	53	4.º A	66	5.º B	79	6.º B	92	7.º C
2	PBA	15	R	28	2.º A	41	3.º A	54	4.º B	67	5.º B	80	6.º C	93	7.º C
3	PBA	16	1.º A	29	2.º A	42	3.º B	55	4.º B	68	5.º C	81	6.º C	94	7.º D
4	R	17	1.º A	30	2.º B	43	3.º B	56	4.º C	69	5.º C	82	6.º D	95	7.º D
5	PBB	18	1.º B	31	2.º B	44	3.º C	57	4.º C	70	5.º D	83	6.º D	96	R
6	PBB	19	1.º B	32	2.º C	45	3.º C	58	4.º D	71	5.º D	84	R	97	R
7	PBB	20	1.º C	33	2.º C	46	3.º D	59	4.º D	72	R	85	R	98	R
8	R	21	1.º C	34	2.º D	47	3.º D	60	R	73	R	86	R	99	R
9	PBC	22	1.º D	35	2.º D	48	R	61	R	74	R	87	R	100	NC
10	PBC	23	1.º D	36	R	49	R	62	R	75	R	88	7.º A	---	---
11	PBC	24	R	37	R	50	R	63	R	76	6.º A	89	7.º A	---	---
12	R	25	R	38	R	51	R	64	5.º A	77	6.º A	90	7.º B	R:Reserva	
13	EC	26	R	39	R	52	4.º A	65	5.º A	78	6.º B	91	7.º B	NC :No conectado	

Esquema de principios de la instalación

La Figura 7.25 muestra el esquema de principios de la red de cables de la instalación, donde se indican los elementos que forman cada punto de la red.

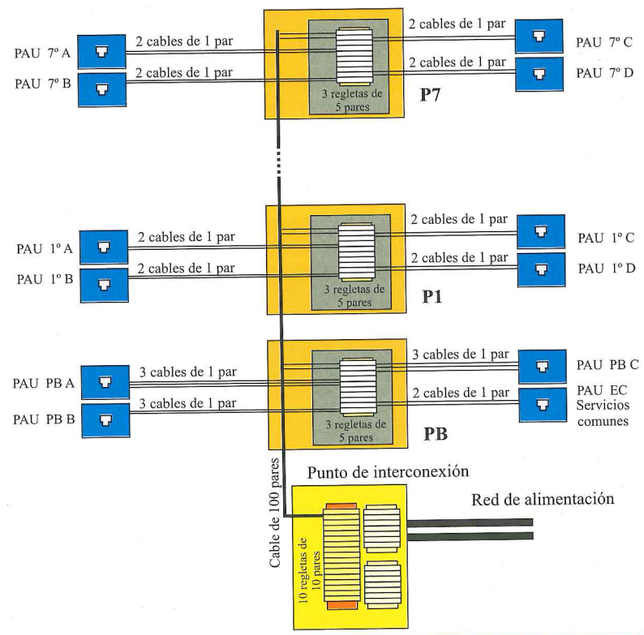


Figura 7.25. *Esquema de principios de la solución propuesta de la red de cables de pares.*

Recuerda:

Como criterio de referencia, la red de cable de pares trenzados se instalará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado sea inferior a 100 metros.

7.4. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados

Si existen operadores de servicio de cable de pares trenzados, la red de alimentación llegará a través de la canalización necesaria, hasta el punto de interconexión situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones, donde terminará en los paneles de conexión de entrada.

Como **criterio de referencia**, se utilizará este tipo de red de acceso en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado sea inferior a 100 metros. En caso contrario, la red se realizará con cables de pares.

La configuración de la red de cables de pares trenzados de un edificio es en estrella, a partir del punto de interconexión. La Figura 7.26 muestra el esquema de principios de una red de cables de pares trenzados.

La red de pares trenzados está formada por dos tramos de cableado estructurado: red de distribución/dispersión y red interior de usuario. Se utilizará cable de par trenzado UTP de categoría 6 como mínimo.

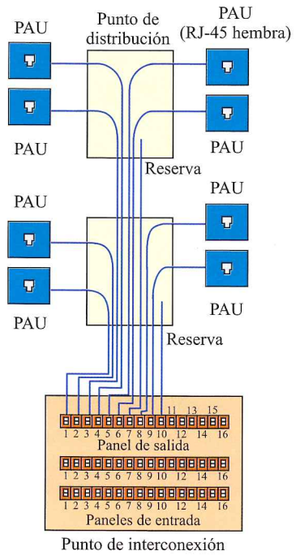


Figura 7.26. *Ejemplo de red de cables de pares trenzados.*

Recuerda:

Si no existen operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones calculadas, dotadas con los correspondientes hilos-guía.

Tabla 7.8. Previsión de la demanda para redes de pares trenzados.

Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: Definida	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: No definida	Estancias o instalaciones comunes del edificio
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	1	1	1/33 m² o fracción	2 acometidas para toda la edificación
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			
Edificio destinado exclusivamente a locales comerciales y oficinas	Con operador	---	2	1/33 m² o fracción	2 acometidas para toda la edificación
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

7.4.1. Previsión de la demanda

Si existen operadores de servicio, para determinar el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable no apantallado de 4 pares trenzados de cobre de clase E (categoría 6) o superior, se aplicarán los criterios resumidos en la Tabla 7.8.

7.4.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En edificaciones con una vertical, conocida la previsión de la demanda se dimensionará la red de distribución multiplicando la cifra de demanda prevista por el factor 1,2, lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de alguna acometida o alguna desviación por exceso en la demanda de acometidas.

Sabías que...

En las edificaciones con varias verticales, la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará de acuerdo con el mismo criterio.

Recuerda:

El diseño y dimensionamiento de la red de alimentación, así como la instalación siempre es responsabilidad del operador del servicio.

Los sistemas de cableado estructurado limitan la longitud máxima de un segmento de red de cable de par trenzado a 100 m.

7.4.3. Punto de interconexión

El punto de interconexión de pares trenzados, situado en el registro principal de pares trenzados, como se muestra en la Figura 7.27, está formado por:

- **Paneles de conexión de entrada.** Se reservará espacio suficiente para albergar los paneles de conexión de entrada de las redes de alimentación.
- **Paneles de conexión de salida.** El panel de conexión debe estar constituido por un panel repartidor dotado con tantos conectores hembra miniatura de 8 vías (RJ-45) como acometidas de pares trenzados constituyan la red de distribución de la edificación.

Ejemplo 7.7. Cálculo de la red de distribución de cables de pares trenzados de un edificio

Para el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2, la distancia entre el punto de interconexión y el PAU más alejado es inferior a 100 m, por lo que la red de acceso de cables debe realizarse con cables de pares trenzados.

El cálculo de la previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	12 viviendas	1 línea por vivienda	12 × 1 = 12 pares
Locales comerciales	2 locales	1 línea por local	2 × 1 = 2 pares
Estancias comunes	1	2 líneas edificio	2
Pares previstos			16
Coeficiente de corrección			× 1,2
Número teórico de pares			16 × 1,2 = 19,2 = 20 pares
Número de conexiones previstas			23 pares

La red de distribución debe tener una capacidad prevista de 20 pares, pero como el edificio tiene 7 puntos de distribución (PB + 6 viviendas), como mínimo se prevé un par de reserva para cada planta, por lo que el número de pares previstos en la instalación será de 16 para cubrir la demanda y 7 pares de reserva, que resulta un total de 23 pares.

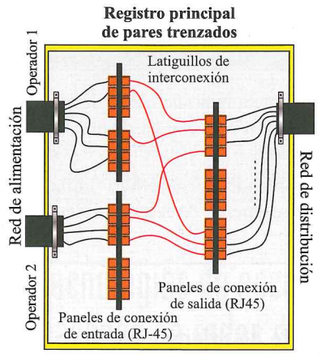


Figura 7.27. *Punto de interconexión de cables de pares trenzados.*

La Figura 7.28 muestra el punto de interconexión de la red de pares trenzados de un edificio, formado por un panel de salida de 16 puertos y tiene reservado dos paneles de entrada de la misma capacidad para los operadores de telecomunicaciones.

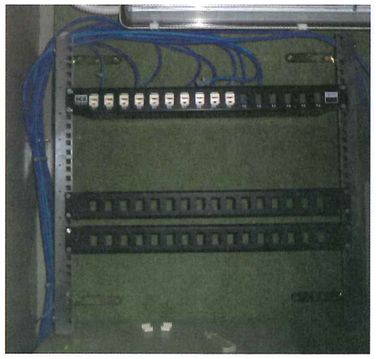


Figura 7.28. *Ejemplo de punto de interconexión de cable de pares trenzados.*

La unión de los paneles de conexión de entrada con los paneles de conexión de salida se realizará mediante latiguillos de interconexión (Figura 7.29).

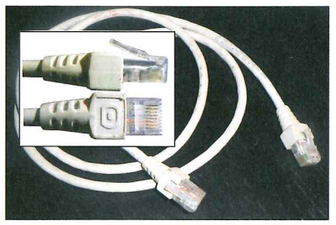


Figura 7.29. *Latiguillo de interconexión.*

Ejemplo 7.8. Punto de interconexión de pares

El número de conexiones previstas para el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 es de 23.

Para conectar los 23 cables de pares trenzados de la red de distribución se necesita un panel de conexiones en el punto de interconexión de por lo menos 24 pares, que es el valor normalizado más próximo

7.4.4. Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

En la red de dispersión se instalarán los cables de pares trenzados de acometida que cubran la demanda prevista como prolongación de la red de distribución (en paso en los registros secundarios), y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.4.5. Punto de distribución

Al tratarse la red de distribución de pares trenzados de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, quedando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión (Figura 7.30), por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

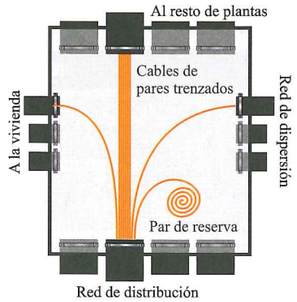


Figura 7.30. *Punto de distribución de la red de cables de pares trenzados.*

En estos registros secundarios quedarán almacenados, únicamente, los bucles de los cables de pares trenzados de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta.

© Ediciones Paraninfo

Ejemplo 7.9. Red de dispersión de la red de cables de pares

En el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2, no se instalan regletas ni paneles de conexión en el punto de distribución al no utilizarse cables multipares convencionales.

La red de dispersión estará formada por un cable de par trenzado por cada una de las viviendas y locales comerciales, ya que la demanda prevista es de una línea por vivienda y local.

En cada punto de distribución se alojará un cable de pares trenzados de reserva.

7.4.6. PAU

Cada una de las acometidas de pares trenzados de la red de dispersión se terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común. En este caso, tal y como se muestra en la Figura 7.31, se terminan en el conector los 4 pares que forman el cable de pares trenzados que proviene de la red de dispersión.

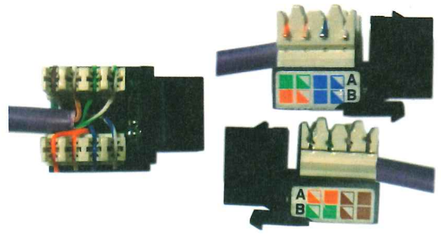


Figura 7.31. *Conexión de la red de dispersión en el PAU de la red de cables de pares trenzados.*

7.4.7. Red interior de usuario

La red interior de usuario de la red de cable de pares trenzados y la red interior de usuario de la red de cables coinciden, al no instalarse de manera simultánea los dos tipos de redes.

Recuerda:

La red de pares utiliza la misma red interior de usuario que la red de pares trenzados. La única diferencia estriba en que el cable de pares de la red de dispersión se conecta a los pines 4 y 5 del conector RJ-45 del PAU.

7.4.8. Ejemplo

Dado el edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24 y dado que el tendido de la red de distribución/dispersión de cables de pares trenzados previsto no supera, en ningún caso, la longitud de 100 m entre el registro principal y cualquiera de los PAU, se realiza la citada red mediante cables de pares trenzados.

Previsión de la demanda y dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En la Tabla 7.10 se resume la previsión de la demanda del edificio. En cada vivienda se prevé una acometida, al igual que los locales comerciales en edificaciones de viviendas, ya que está definida la distribución en planta de los locales. Para las estancias comunes del edificio se prevén dos líneas.

Tabla 7.10. Resumen de la previsión de la demanda.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	28 viviendas	1 línea por vivienda	28 × 1= 28 pares
Locales comerciales	3 locales	1 línea por local	3 × 1= 3 pares
Estancias comunes	1	2 líneas edificio	2
Pares previstos			33
Coeficiente de corrección			× 1,2
Número teórico de pares			33 × 1,2 = 39,6 = 40 pares
Número de conexiones previstas			41 pares

© Ediciones Paraninfo

Además, consideramos un cable de pares trenzados de reserva por planta, por lo que el número de conexiones necesarias será de 41. Por tanto, la red de distribución estará formada por 41 cables de pares trenzados UTP de categoría 6.

Recuerda:

Cada uno de los puertos del panel de conexión, tendrá un lado preparado para conectar los conductores de cable de la red de distribución, y el otro lado estará formado por un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ-45) de tal forma que en el mismo se permita el conexionado de los cables de acometida de la red de alimentación o de los latiguillos de interconexión.

Punto de interconexión

El punto de interconexión estará formado por un panel de conexiones de 48 conectores, para poder conectar los 41 cables de pares trenzados que forman la red de distribución.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión y del punto de distribución

En cada planta de viviendas la red de dispersión estará formada por 4 cables de pares trenzados, uno por vivienda, mientras que en la planta baja se necesitarán 5 cables de pares trenzados, para cubrir la demanda de los locales y de las estancias comunes.

Como criterio, se dejará un cable de par trenzado en el punto de distribución de cada planta de reserva (8 pares en todo el edificio).

PAU

Cada una de las acometidas de pares trenzados de la red de dispersión terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

Solución propuesta

La Figura 7.32 representa el esquema de principios de la red de cables de pares trenzados del edificio.

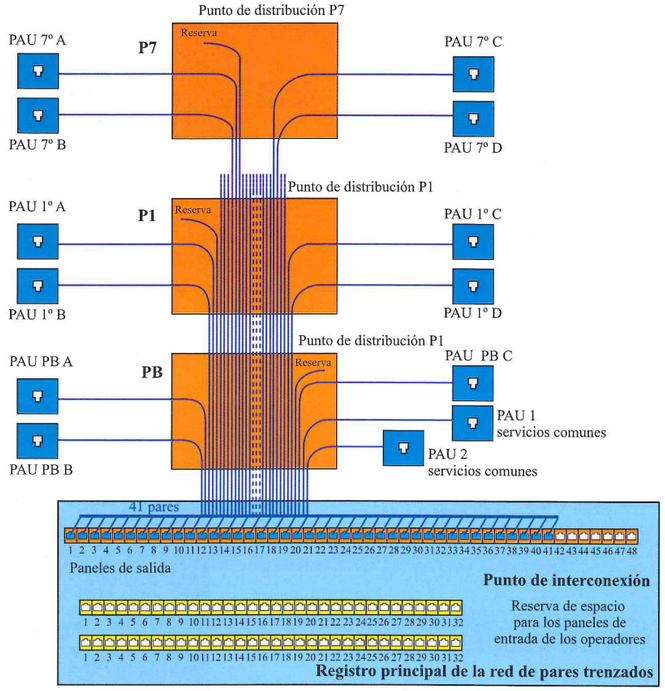


Figura 7.32. *Esquema de principios de la red de cables de pares trenzados.*

© Ediciones Paraninfo

Tabla 7.11. Plan de asignación de pares del panel de salida del punto de interconexión.

Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación
1	PAU PB A	13	PAU P2 B	25	PAU P4 D	37	PAU P7 A
2	PAU PB B	14	PAU P2 C	26	Reserva P4	38	PAU P7 B
3	PAU PB C	15	PAU P2 D	27	PAU P5 A	39	PAU P7 C
4	PAU EC	16	Reserva P2	28	PAU P5 B	40	PAU P7 D
5	PAU EC	17	PAU P3 A	29	PAU P5 C	41	Reserva P7
6	Reserva PB	18	PAU P3 B	30	PAU P5 D	42	NC
7	PAU P1 A	19	PAU P3 C	31	Reserva P5	43	NC
8	PAU P1 B	20	PAU P3 D	32	PAU P6 A	44	NC
9	PAU P1 C	21	Reserva P3	33	PAU P6 B	45	NC
10	PAU P1 D	22	PAU P4 A	34	PAU P6 C	46	NC
11	Reserva P1	23	PAU P4 B	35	PAU P6 D	47	NC
12	PAU P2 A	24	PAU P4 C	36	Reserva P6	48	NC

La asignación de cada puerto del panel de conexiones con cada uno de los PAU del edificio se resume en la Tabla 7.11.

Sabías que...

En la red de cable de pares trenzados la red de distribución coincide con la red de dispersión.

Recuerda:

Si no existen operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones calculadas, dotadas con los correspondientes hilos-guía.

7.5. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales

El dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante cables coaxiales viene condicionada por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación, que utilicen dicha tecnología de acceso.

7.5.1. Previsión de la demanda

La previsión de la demanda de la red de acceso a los servicios de telecomunicación mediante cable coaxial se resume en la Tabla 7.12.

Tabla 7.12. Previsión de la demanda para redes de cable coaxial.

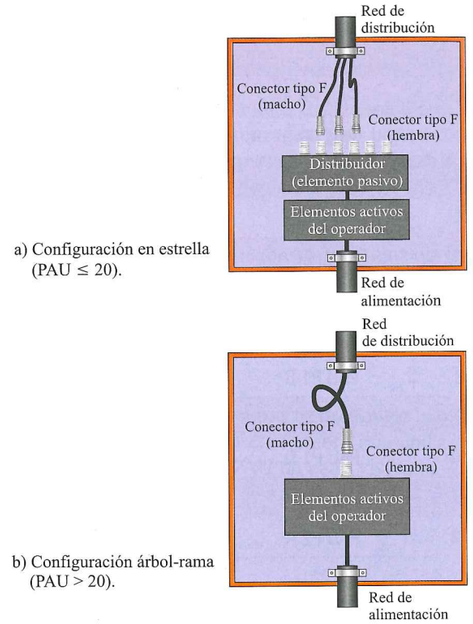
Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: Definida	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: No definida	Estancias o instalaciones comunes del edificio
Cualquier tipo de edificio	Con operador	1	1	1/100 m² o fracción	2 acometidas para toda la edificación
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			

© Ediciones Paraninfo

7.5.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En edificaciones con una vertical, la red se puede configurar según las dos tipologías siguientes:

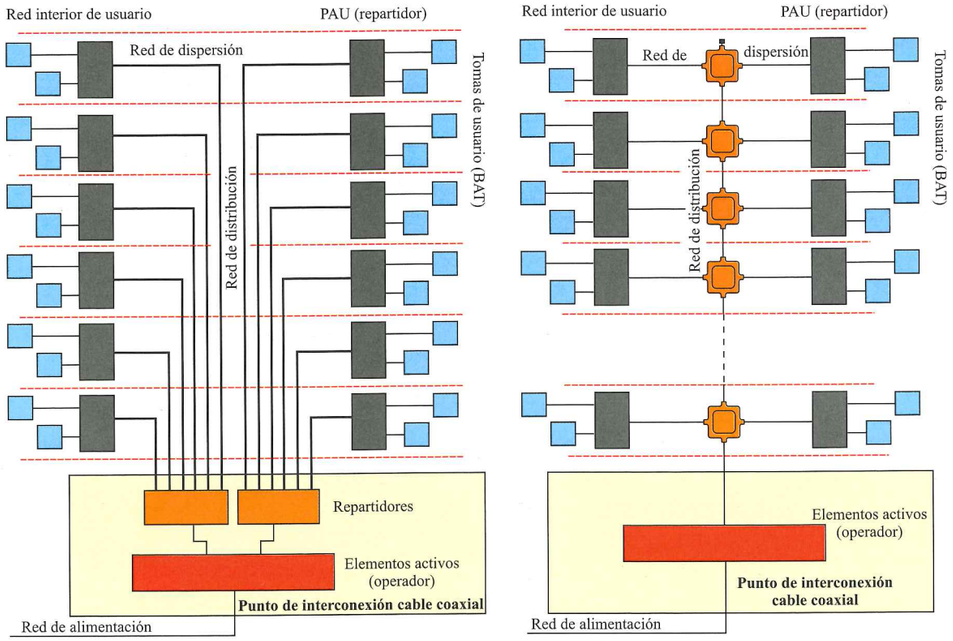
- **Configuración en estrella.** Esta configuración, que se muestra en la Figura 7.33.a, se empleará en edificaciones con un número de PAU no superior a 20. En el registro principal, los cables terminarán en un conector tipo F, mientras que en los PAU se conectarán a los distribuidores de cada usuario (Figura 7.34.a).
- **Configuración en árbol-rama.** Esta configuración, que se muestra en la Figura 7.33.b, se empleará en edificaciones con un número de PAU superior a 20. La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el último registro secundario. En cada registro secundario se instalará un derivador para alimentar los PAU de cada planta. En el panel de salida del registro principal, el cable coaxial que constituye la red de distribución será terminado en un conector tipo F (Figura 7.34.b).



a) Configuración en estrella (PAU ≤ 20).

b) Configuración árbol-rama (PAU > 20).

Figura 7.34. *Configuración del punto de interconexión.*



a) Configuración en estrella (PAU ≤ 20).

b) Configuración en arbol-rama (PAU > 20).

Figura 7.33. *Red de cables coaxiales.*

© Ediciones Paraninfo

7.5.3. Configuración en estrella

La configuración en estrella se empleará en edificaciones con un número de PAU no superior a 20.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución y punto de interconexión

La red de distribución estará formada por el número de cables coaxiales para dar servicio a la demanda prevista para el edificio, ya que todos los cables salen del registro principal. Estos cables terminarán en el punto de interconexión con un conector tipo F macho, tal y como se muestra en la Figura 7.35.

Figura 7.35. *Conjunto de cables coaxiales de la red de distribución terminados con conector F macho.*

El **panel de conexión** o **regleta de entrada** estará constituido por los distribuidores necesarios para alimentar la red de distribución de la edificación cuyas salidas estarán dotadas con conectores tipo F hembra dotados con la correspondiente carga anti-violable (Figura 7.36).

Figura 7.36. *Distribuidor del punto de interconexión (panel de conexión de entrada).*

El **panel de conexión o regleta de salida** estará constituido por los propios cables de la red de distribución de la edificación terminados con conectores tipo F macho, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones (Figura 7.35).

El espacio interior del registro principal coaxial deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de elementos de reparto con tantas salidas como conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión y, en su caso, de los elementos amplificadores necesarios.

Punto de distribución

En este caso, los cables de la red de distribución se encuentran, en este punto, de paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física. En la Figura 7.37 se muestra el punto de distribución situado en el registro secundario, que se comparte con la red de cables de pares o la red de cable de pares trenzados.

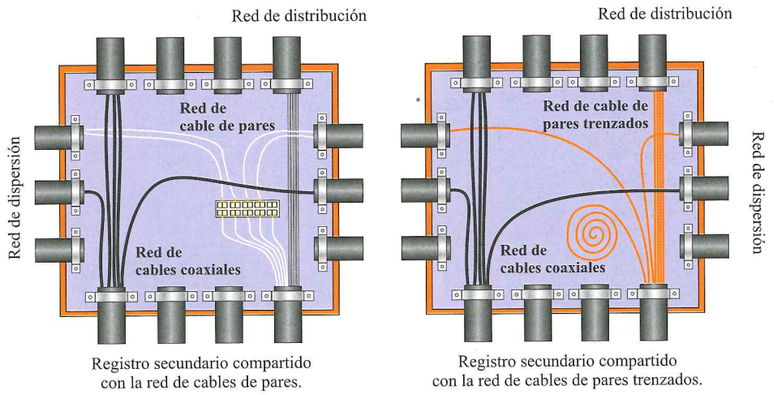


Figura 7.37. *Punto de distribución (configuración en estrella).*

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

Se instalarán los cables coaxiales de acometida que cubran la demanda prevista como prolongación de la red de distribución (en paso en los registros secundarios), y terminarán en el PAU de cada vivienda conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

Figura 7.38. *PAU de la red de cable coaxial.*

PAU

El **PAU** de la red de cables coaxiales está formado por un **distribuidor inductivo de dos salidas** simétrico terminadas en un conector tipo F hembra, en cuya entrada se terminará el cable coaxial de la red de dispersión, debidamente conectorizado, para su posterior conexión a las correspondientes ramas de la red interior de usuario.

Recuerda:

En el PAU se incluirá un distribuidor inductivo de dos salidas F simétricas.

Ejemplo 7.10. Distribución en estrella de la red de cable coaxial

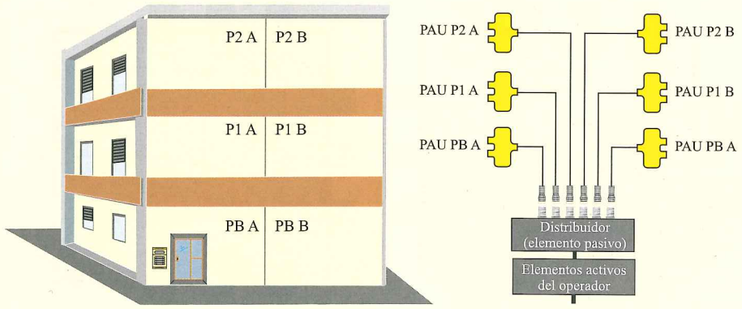
Diseño de la red de cable coaxial del edificio de la Figura 7.39.a, de PB + 2 plantas con 2 viviendas por planta incluida la PB. El edificio no tiene estancias comunes.

En cada vivienda se prevé una acometida. La previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.13. La red de distribución/dispersión estará formada por 6 cables coaxiales que finalizarán en el PAU correspondiente de cada vivienda. El edificio no dispone de estancias comunes.

Tabla 7.13. Resumen de la previsión de la demanda.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	6 viviendas	1 línea por vivienda	6 × 1 = 6 pares
Locales comerciales	---	---	---
Estancias comunes	---	---	---
Pares previstos			6

La solución propuesta se resume en la Figura 7.39.b.



a) Distribución de viviendas del edificio. b) Esquema de principios de la instalación.

Figura 7.39. *Edificio con red de distribución inferior o igual a 20 pares.*

© Ediciones Paraninfo

7.5.4. Configuración en arbol-rama

En edificaciones con un número de PAU superior a 20 la red de cable coaxial se configurará en árbol-rama.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el último registro secundario.

Dimensionamiento mínimo del punto de interconexión

Tanto el panel de conexión o regleta de entrada como el de salida, estarán dotados con tantos conectores tipo F hembra (entrada) o macho (salida), como árboles constituyan la red de distribución.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

Se instalarán los cables coaxiales de acometida que cubran la demanda prevista, conectándose cada uno de ellos al correspondiente puerto de derivación del derivador que actúa como punto de distribución en el registro secundario del que parten y terminarán en el PAU de cada vivienda conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

Punto de distribución

El **punto de distribución** estará constituido por uno o varios derivadores con el número más reducido posible de salidas, terminadas en un conector tipo F con pin, capaz de alimentar a todos los PAU que atienda la red de dispersión que nace en el registro secundario; las salidas no utilizadas serán terminadas con una carga tipo F (Figura 7.40).

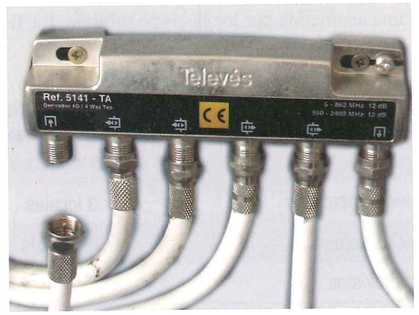


Figura 7.40. *Derivador de cable coaxial de cuatro salidas.*

En la Figura 7.41 se muestra el punto de distribución situado en el registro secundario, que se comparte con la red de cables de pares o la red de cable de pares trenzados.

PAU

La configuración del PAU es la misma que en el caso de una distribución en estrella, finalizando la red de distribución en un distribuidor inductivo de dos salidas.

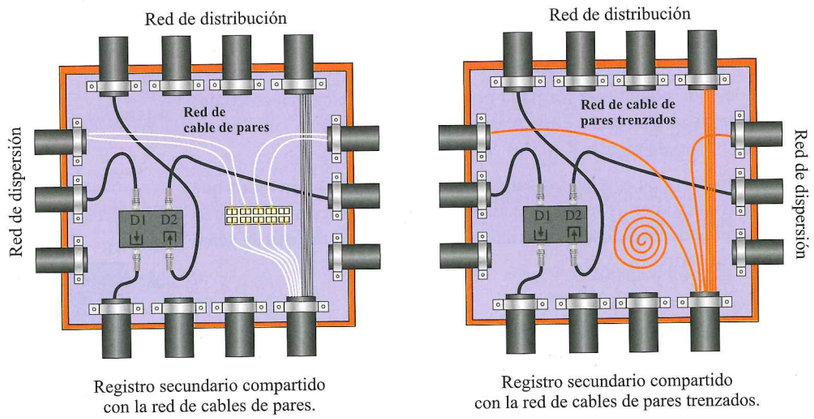


Figura 7.41. *Punto de distribución (configuración en árbol-rama).*

© Ediciones Paraninfo

Ejemplo 7.11. Distribución árbol-rama

Dado el edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24, debido a la presencia en la ubicación del edificio de operadores de cable, se realiza el diseño de la red de cable coaxial del edificio.

Al tratarse de una edificación con un número de puntos de acceso al usuario (PAU) superior a 20, la red será configurada en árbol-rama.

Previsión de la demanda

En cada vivienda se prevé una acometida. Debido a que está definida la distribución en planta de los locales u oficinas, se considera una acometida por local, como mínimo. La Tabla 7.14 muestra el resumen del cálculo de la previsión de la demanda.

Tabla 7.14. Resumen de la previsión de la demanda.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	28 viviendas	1 línea por vivienda	28 × 1 = 28 pares
Locales comerciales	3 locales	1 línea por local	3 × 1 = 3 pares
Estancias comunes	1 estancia	2 líneas edificio	2
Pares previstos			33

Dimensionamiento del punto de interconexión

La conexión de salida del punto de interconexión estará dotada con un conector tipo F macho, ya que la red de distribución está constituida por un único árbol.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el derivador del último registro secundario.

Dimensionamiento del punto de distribución

En cada registro secundario se insertará un derivador de cuatro salidas para alimentar los PAU de cada planta.

En la planta baja se utilizará el mismo derivador, colocándose una resistencia de terminación en la salida no utilizada.

Debido a las características de la instalación y aunque se ha tenido en cuenta en la previsión de la demanda, no se distribuirá la red de cable coaxial hacia las estancias comunes.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de distribución de cada planta está formada por un número de cables coaxiales que cubran la demanda prevista. Por tanto, en la planta baja se distribuirán 3 cables coaxiales mientras que en el resto de plantas 4 cables coaxiales.

Cada cable coaxial se conectará en una de las salidas de derivación del derivador que actúa como punto de distribución en el registro secundario del que parten y terminarán en el PAU de cada vivienda conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

PAU

El PAU de la red de cables coaxiales está formado por un distribuidor inductivo de dos salidas.

Solución prevista

La Figura 7.42 muestra el esquema de principios de la red de cables coaxiales.

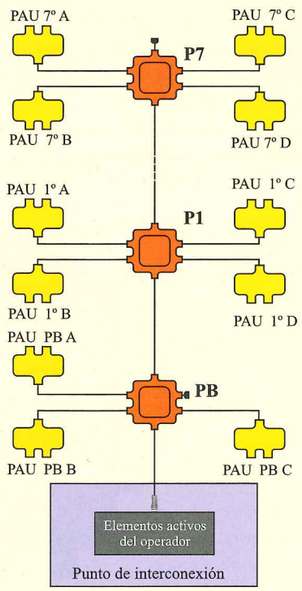


Figura 7.42. *Esquema de principios de la red de cable coaxial del ejemplo.*

© Ediciones Paraninfo

Recuerda:

Para el caso de redes de alimentación constituidas por cables coaxiales, tanto los paneles de conexión o regletas de entrada como de salida, deberán ajustarse a la topología de la red de distribución de la edificación.

Sabías que...

La red de cable coaxial de un edificio no tiene previsto dejar cables de reserva.

7.6. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica

El dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante fibra óptica viene condicionada por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación, que utilicen dicha tecnología de acceso.

La topología de esta red, tal y como se muestra en la Figura 7.43 siempre es en estrella.

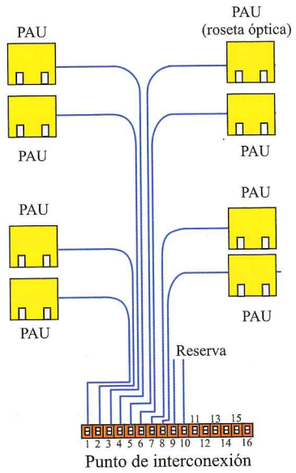


Figura 7.43. *Topología de una red de acceso de fibra óptica.*

7.6.1. Previsión de la demanda

Cada acometida óptica estará constituida por dos fibras ópticas: una para transmisión (*Tx*) y otra para recepción (*Rx*).

La previsión de la demanda de la red de acceso a los servicios de telecomunicación mediante fibra óptica se resume en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15. Previsión de la demanda para redes de fibra óptica.

Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: Definida	Locales comerciales/oficinas – Distribución en planta: No definida	Estancias o instalaciones comunes del edificio
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	1	1	1/33 m² o fracción: situados en el RS (Si el n.º de PAU es ≤ 15 quedarán en el RITI)	2 acometidas para toda la edificación
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			
Edificio destinado exclusivamente a locales comerciales y oficinas	Con operador	1	2	2/100 m² o fracción	2 acometidas para toda la edificación
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía.			

7.6.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En **edificaciones con una vertical**, conocida o estimada la necesidad futura a medio y largo plazo, tanto por plantas como en el total de la edificación, se dimensionará la red de distribución con arreglo a los siguientes criterios:

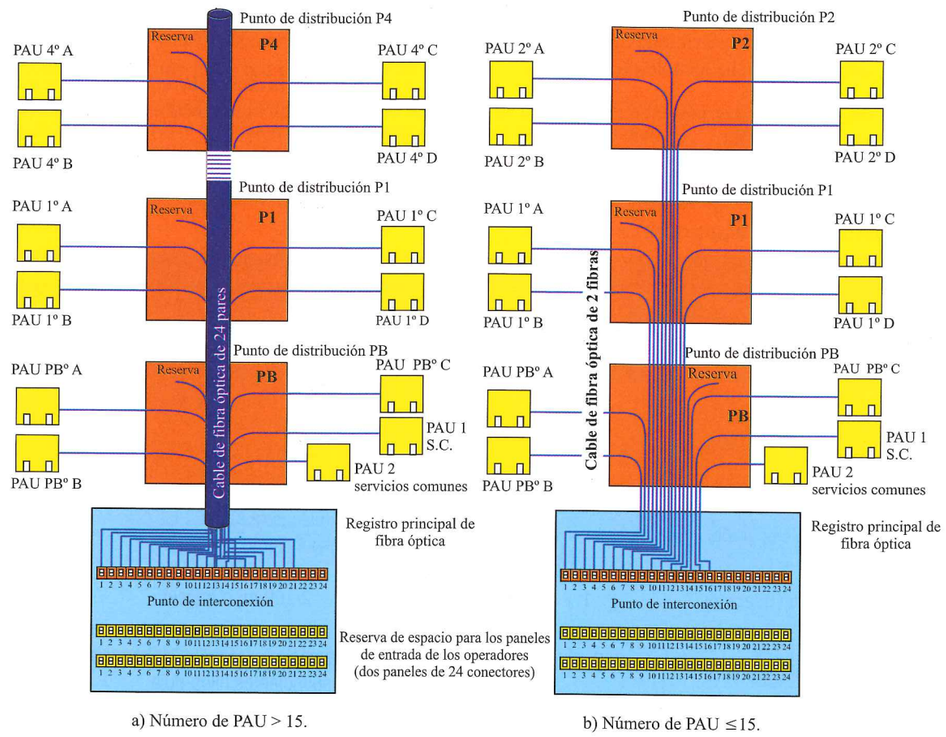
- La cifra de **demanda prevista** se multiplicará por el factor 1,2 lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de algunas fibras ópticas o alguna desviación por exceso sobre la demanda prevista.
- Obtenido de esta forma el número teórico de fibras ópticas necesarias, se utilizará el **cable multifibra** normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor o combinaciones de varios cables normalizados, teniendo también en cuenta la técnica de instalación que se vaya a utilizar para la extracción de las fibras ópticas correspondientes a cada registro secundario.

Las fibras sobrantes, distribuidas de manera uniforme en los diferentes registros secundarios, quedarán disponibles correctamente alojadas en los mismos, para su utilización en el momento apropiado. En la Figura 7.44.a se muestra un ejemplo de instalación.

Recuerda:

El diseño y dimensionado de la red de alimentación, así como su instalación, será siempre responsabilidad del operador del servicio, sea cual sea la tecnología de acceso que utilice para proporcionar los servicios. Cada operador facilitará el respaldo del servicio de la red de alimentación que considere oportuno.

En el caso de edificios con una red de distribución/dispersión que dé servicio a un número de PAU inferior o igual a 15, la red de distribución/dispersión podrá realizarse con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el punto de distribución ubicado en el registro principal, tal y como se muestra en la Figura 7.44.b. De él saldrán, en su caso, los cables de acometida que subirán a las plantas para acabar directamente en los PAU.



a) Número de PAU > 15.

b) Número de PAU ≤15.

Figura 7.44. *Red de distribución de fibra óptica.*

© Ediciones Paraninfo

En **edificaciones con varias verticales**, la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará, por tanto, de acuerdo con lo indicado en el apartado anterior.

7.6.3. Punto de interconexión

En el **punto de interconexión de cables de fibra óptica** (registro principal óptico) de las redes de alimentación constituidas por cables de fibra óptica, se recomienda que sus fibras sean terminadas en conectores tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, agrupados en un repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de panel de conexión o regleta de entrada (Figura 7.45).

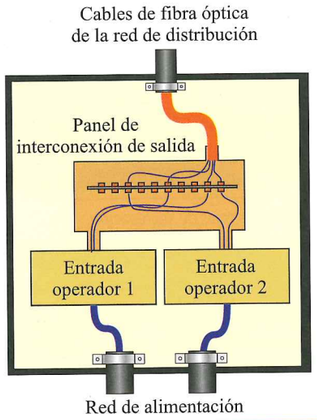


Figura 7.45. *Punto de interconexión óptico.*

Los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida (Figura 7.46) estarán situados en el **registro principal óptico** ubicado en el RITI. El espacio interior previsto para el registro principal óptico deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de conectores de entrada que sea dos veces la cantidad de conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión.

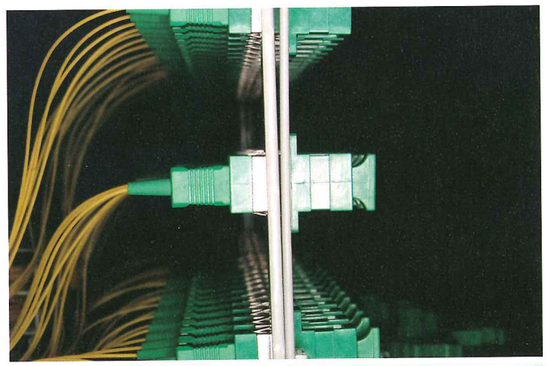


Figura 7.46. *Panel de conexiones de fibra óptica.*

La **caja de interconexión de cables de fibra óptica** estará situada en el RITI (Figura 7.47), y constituirá la realización física del punto de interconexión y desarrollará las funciones de registro principal óptico.

La caja de interconexión se realizará en dos tipos de módulos:

- Módulo de salida para terminar la red de fibra óptica del edificio (uno o varios).
- Módulo de entrada para terminar las redes de alimentación de los operadores (uno o varios).

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica del edificio permitirá la terminación de hasta 8, 16, 32 o 48 conectores en regletas donde se instalarán las fibras de la red de distribución terminadas en el correspondiente conector SC/APC. Se instalarán tantos módulos como sean necesarios para atender la totalidad de la red de distribución de la edificación.

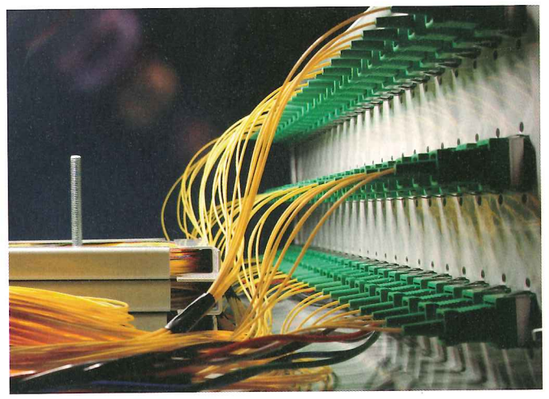


Figura 7.47. *Caja de interconexión de fibra óptica.*

Sabías que...

Los módulos de la red de distribución de fibra óptica de la edificación dispondrán de los medios necesarios para su instalación en pared y para el acoplamiento o sujeción mecánica de los diferentes módulos entre sí. Las cajas que los alojan estarán dotadas con los elementos pasacables necesarios para la introducción de los cables en las mismas.

7.6.4. Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

En la **red de dispersión** se instalarán tantos cables de fibra óptica de acometida como resulten necesarios para cubrir la demanda prevista en cada vivienda o local, y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.6.5. Punto de distribución

El **punto de distribución** de la red de distribución formada por cables de fibra óptica, en función de la técnica utilizada, podrá adoptar una de las siguientes configuraciones:

- Cuando las fibras ópticas de la red de distribución sean distintas de los cables de acometida de fibra óptica de la red de dispersión (Figura 7.48.b), el punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación (Figura 7.49) en las que terminarán ambos tipos de fibras. En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las de las acometidas.
- Cuando las fibras ópticas de las acometidas de la red de dispersión sean las mismas fibras ópticas de los cables de la red de distribución (Figura 7.48.a), dichas fibras estarán en paso en el punto de distribución. El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que se dejarán almacenados, únicamente, los bucles de las fibras ópticas de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se identificarán mediante etiquetas que indicarán los puntos de acceso al usuario a los que dan servicio.

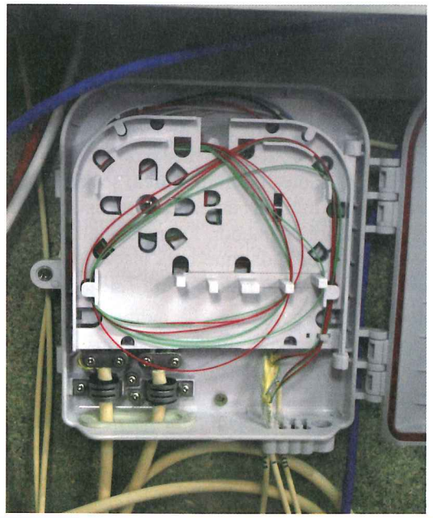


Figura 7.49. *Utilización de cajas de segregación.*

Recuerda:

Se debe dejar suficiente fibra óptica en el interior de la caja de segregación para poder reconfigurar los empalmes eliminando los empalmes existentes y realizando los nuevos.

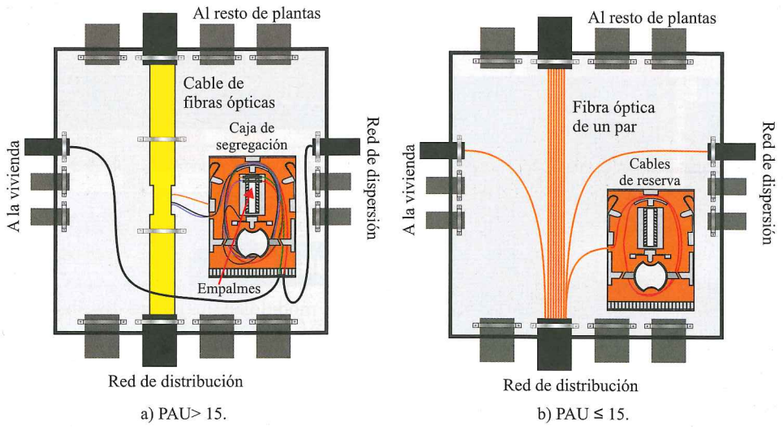


Figura 7.48. *Punto de distribución de fibra óptica.*

© Ediciones Paraninfo

Sabías que...

Las cajas de segregación podrán ser de interior (para 4 u 8 fibras ópticas) o de exterior (para 4 fibras ópticas), para el caso de ICT para conjuntos de viviendas unifamiliares. Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

7.6.6. PAU

El punto de acceso al usuario (PAU) estará formado por:

- Una **roseta** con tantos conectores SC/APC (y los correspondientes adaptadores) de terminación como fibras ópticas de los cables de acometida se hayan instalado en la red de dispersión (Figura 7.50).
- Una **unidad de terminación de red óptica** (UTO) que se conectará por una parte a la roseta óptica y, por otra, a la red interior de usuario de la ICT. Esta unidad de terminación será la que proporcione al usuario final los puntos de acceso a los diferentes servicios, con sus facilidades simultáneas como medio de corte y punto de prueba. Cuando las circunstancias así lo aconsejen, podrá ser instalada fuera del registro de terminación de red (Figura 7.51).

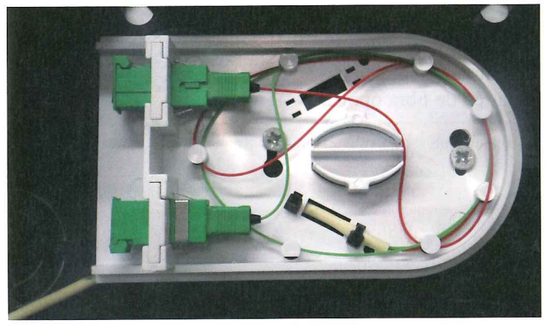


Figura 7.50. *Roseta de fibra óptica (PAU).*

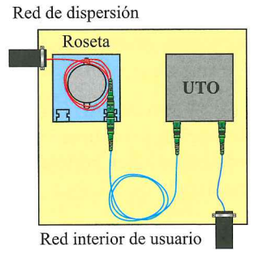


Figura 7.51. *Unidad de terminación de red óptica*

7.6.7. Red interior de usuario de fibra óptica

En la ICT no está prevista la instalación de red interior de usuario de fibra óptica.

7.6.8. Ejemplo

Diseño de la red de fibra óptica del edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24.

Previsión de la demanda

En cada vivienda se prevé una acometida, al igual que los locales comerciales u oficinas en edificaciones de viviendas, ya que está definida la distribución en planta de los locales u oficinas, por lo que se considera una acometida por local, como mínimo. En la Tabla 7.16 se resume la previsión de la demanda del edificio.

Tabla 7.16. Resumen de la previsión de la demanda.

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	28 viviendas	1 línea por vivienda	28 × 1 = 28 pares
Locales comerciales	3 locales	1 línea por local	3 × 1 = 3 pares
Estancias comunes	1 estancia	2 líneas edificio	2
Pares previstos			33
Coeficiente de corrección			× 1,2
Número teórico de pares			33 × 1,2 = 39,6 = 40 pares
Número de conexiones previstas			41 pares

© Ediciones Paraninfo

Dimensionamiento del punto de interconexión y de la red de distribución

Dado que el número de conexiones previstas es de 41, se utilizará un cable normalizado de 48 fibras que se conectará a un panel de conexiones óptico con el mismo número de conexiones.

Debido a que el número de PAU del edificio es mayor a 15, la **red de distribución** se realizará con cables de fibras. Como el número de conexiones previstas es de 41, se utilizará un cable normalizado de 48 fibras.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de distribución de cada planta está formada por un número de cables de fibra óptica que cubran la demanda prevista. Para cada acometida se utilizará un cable de dos fibras ópticas, el cual partirá de la caja de segregación de cada punto de distribución y finalizará en la roseta óptica que realiza las funciones de PAU.

Punto de distribución

En este caso, las fibras ópticas de la red de distribución son distintas de los cables de acometida de la red de dispersión.

El punto de distribución estará formado por una caja de segregación en la que terminarán ambos tipos de fibras y donde se almacenará un par de reserva. La capacidad mínima de las cajas será de 6 fibras ópticas de 2 pares (12 fibras) en la planta baja y de 5 fibras en el resto de plantas.

Recuerda:

En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las acometidas. En cualquier caso, en el punto de distribución se almacenarán bucles de fibra óptica con la holgura suficiente para poder reconfigurar las conexiones entre las fibras ópticas de la red de distribución y las de la red de dispersión.

PAU

El PAU de la red de fibra óptica de cada vivienda o local comercial estará formado por una roseta óptica. Por las características de las estancias comunes no se tiene previsto instalar ningún PAU, aunque en la red se ha previsto su diseño.

La Figura 7.52 muestra el esquema de principios de la red de fibra óptica del edificio y la Tabla 7.17 muestra un ejemplo de asignación de pares del punto de interconexión de la red de fibra óptica.

Tabla 7.17. Asignación de pares.

Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación
1	PAU PB A	13	PAU 2.º B	25	PAU 4.º D	37	PAU 7.ºA
2	PAU PB B	14	PAU 2.º C	26	Reserva P4	38	PAU 7.º B
3	PAU PB C	15	PAU 2.º D	27	PAU 5.º A	39	PAU 7.º C
4	PAU SC 1	16	Reserva P2	28	PAU 5.º B	40	PAU 7.º D
5	PAU SC 2	17	PAU 3.º A	29	PAU 5.º C	41	Reserva P7
6	Reserva PB	18	PAU 3.º B	30	PAU 5.º D	42	Sin asignar
7	PAU 1.º A	19	PAU 3.º C	31	Reserva P5	43	Sin asignar
8	PAU 1.º B	20	PAU 3.º D	32	PAU 6.º A	44	Sin asignar
9	PAU 1.º C	21	Reserva P3	33	PAU 6.º B	45	Sin asignar
10	PAU 1.º D	22	PAU 4.º A	34	PAU 6.º C	46	Sin asignar
11	Reserva P1	23	PAU 4.º B	35	PAU 6.º D	47	Sin asignar
12	PAU 2.º A	24	PAU 4.º C	36	Reserva P6	48	Sin asignar

© Ediciones Paraninfo

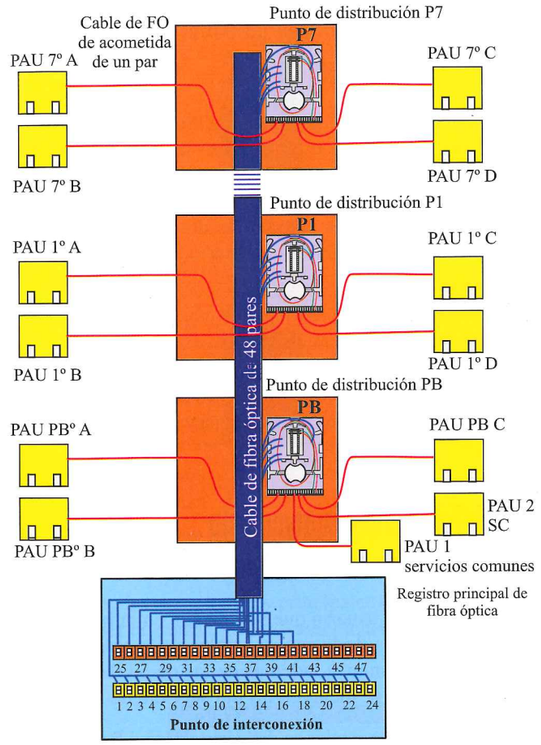


Figura 7.52. *Esquema de principios de la red de fibra óptica del edificio.*

7.7. Dimensionamiento de la red interior de usuario

El dimensionamiento de la red interior de usuario es independiente de la tecnología de acceso y siempre estará formado por una red de cableado de pares y, si es necesario, una red de cable coaxial.

7.7.1. Número de BAT de la red interior de usuario

El diseño de la red interior de usuario se basa, tal y como se muestra en la Tabla 7.18, en el número de BAT que exige la normativa, en base al número de estancias que forman cada vivienda, local comercial u oficina.

En el cómputo del número de estancias debe tenerse en cuenta que los baños y trasteros no se tienen en cuenta en el cálculo.

Sabías que...

Como mínimo, en las dos estancias principales de la vivienda, se equiparán BAT con dos tomas o conectores hembra, alimentadas por acometidas de pares trenzados independientes procedentes del PAU. De esta manera podemos conectar las tomas a equipos como un *router* para el acceso a Internet.

Tabla 7.18. Número de tomas de la red interior de usuario.

Tipo de usuario		Cable de pares y pares trenzados	Red de cable coaxial	Red de cable de fibra óptica
Viviendas		1 toma/estancia (1); mínimo 2 Como mínimo se equiparán 2 BAT con 2 conectores hembra (2)	2 tomas en dos estancias diferentes de la vivienda	No se instalará red interior de usuario
Locales comerciales y oficinas	Distribución definida	1 toma/estancia (1) Cada toma tendrá 2 conectores hembra (2)	No se instalará red interior	
	Distribución no definida	No se instalará red interior de usuario		
Estancias o instalaciones comunes de la edificación		A criterio del proyectista, en función de las necesidades		

(1) Excluidos baños y trasteros.
(2) En las estancias principales de la vivienda y en los locales comerciales y oficinas se instalará una BAT con dos conectores RJ-45 alimentados por acometidas de pares trenzados independientes procedentes del PAU.

7.7.2. Red interior de usuario de cable de pares trenzados

Cada una de las acometidas de cables de pares o cables de pares trenzados de la red de dispersión se terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

Cuando la red de dispersión sea de cables de pares trenzados, tal y como se muestra en la Figura 7.53.a, los cables de par trenzado de la red de dispersión se terminan en el conector los 4 pares que forman el cable.

La red de pares utiliza la misma red interior de usuario. En este caso, el cable de acometida de uno o dos pares de la red de dispersión se conecta a los pines 4 y 5 del conector RJ-45, tal y como se muestra en la Figura 7.53.b.

El PAU se conectará a un **multiplexor pasivo**, con tantas bocas hembra RJ-45 como estancias servidas que conectarán las BAT con cable de pares trenzados de categoría 6 o superior.

Recuerda:

El multiplexor pasivo es un accesorio que proporciona continuidad entre la red de distribución y algunas de las bases de acceso de terminal (BAT) de la red interior de usuario de pares trenzados.

7.7.3. Red interior de usuario de cable coaxial

Independientemente de la configuración de la red de cable coaxial (en árbol-rama o en estrella) la red de dispersión del edificio finaliza en un PAU formado por un distribuidor de dos salidas, tal y como se muestra en la Figura 7.54, que conecta mediante cable coaxial las dos BAT dotadas con conector F de la red interior de usuario.

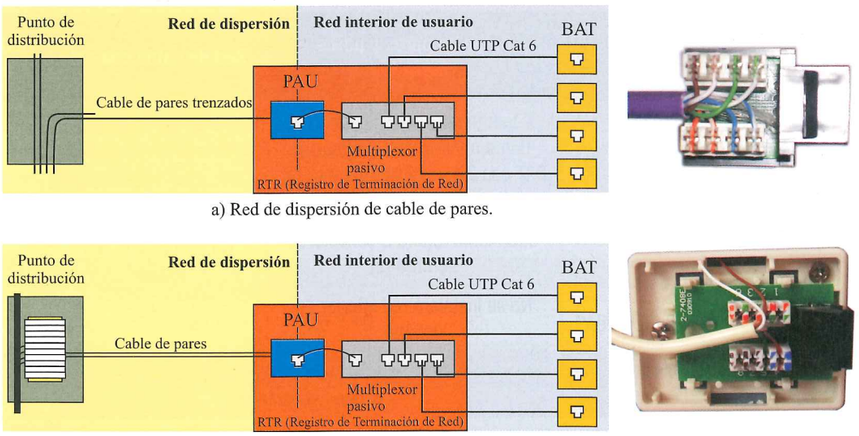
Sabías que...

Los locales comerciales y las oficinas siempre utilizan BAT con dos conectores RJ-45. De esta manera cada área de trabajo dispone de una toma para telefonía y otra toma de datos.

7.7.4. Dimensionamiento de la red interior de usuario

La red interior de usuario que se muestra en la Figura 7.55 muestra las tomas de la red de cables de pares trenzados que obliga la normativa, además de las de STBA de cable coaxial. También se incluyen las del servicio de RTV.

En el caso de viviendas se debe instalar una BAT (RJ-45) por cada estancia computable, que estarán conectadas al multiplexor pasivo, el cual debe tener como mínimo un número de salidas igual al de estancias computables de la vivienda.



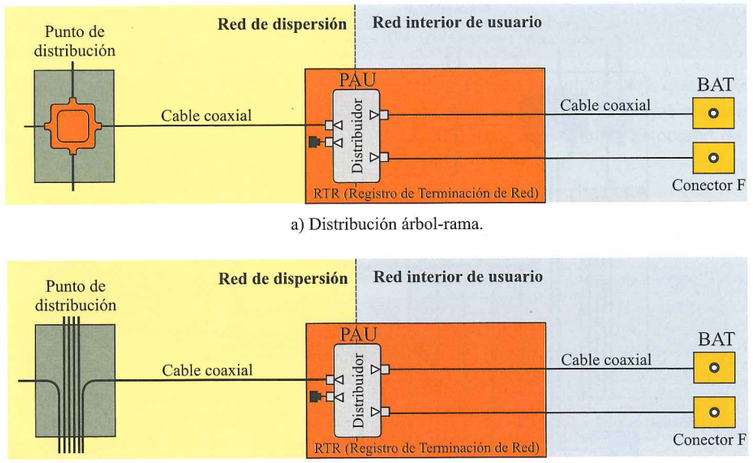
a) Red de dispersión de cable de pares.

b) Red de dispersión de cable de pares.

Figura 7.53. *PAU de la red de cables de pares trenzados y red interior de usuario.*

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo



a) Distribución árbol-rama.

b) Distribución en estrella.

Figura 7.54. *Red interior de usuario de la red coaxial.*

Además, en las dos estancias principales de las viviendas se debe instalar un conector RJ-45 adicional que finalizará en el registro de terminación de red pero que no estará asociado ni conectado al multiplexor pasivo. De esta manera, en las dos estancias principales se instalará una BAT doble equipada con dos conectores RJ-45 hembra.

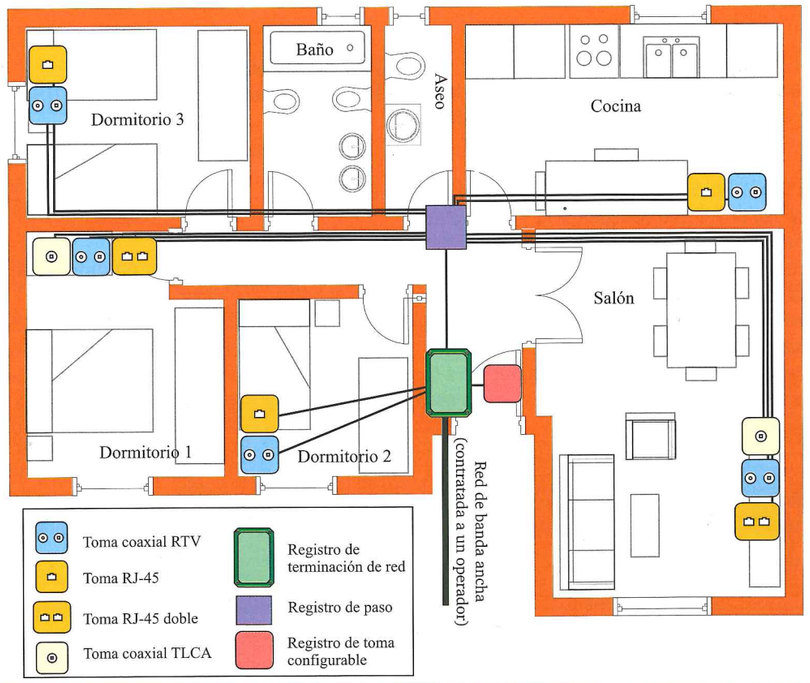


Figura 7.55. *Red interior de usuario.*

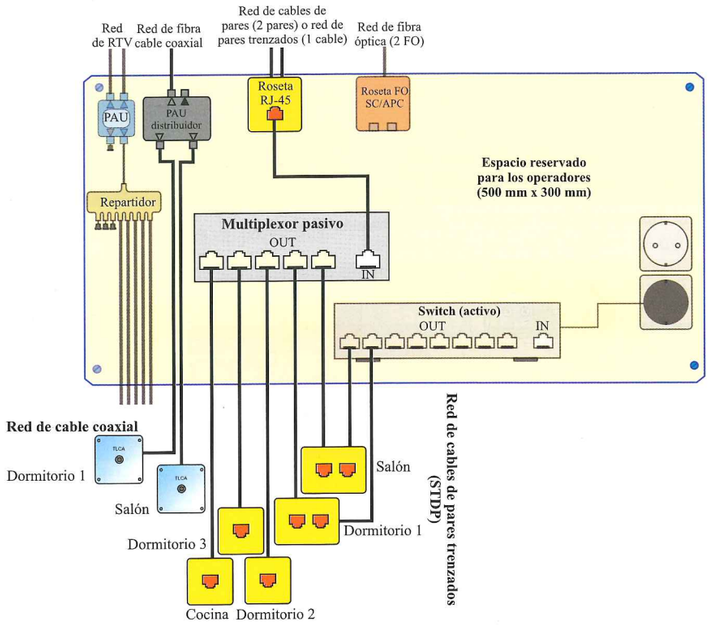


Figura 7.56. *Registro de terminación de red.*

La red interior de cable coaxial estará formada por dos BAT, que se situarán en las dos estancias principales de la vivienda, en este caso el salón y el dormitorio principal (dormitorio 1).

El registro de terminación de red donde se alojan los diferentes PAU de las redes que acceden a la vivienda se muestra en la Figura 7.56. Es necesario recordar que como norma general siempre existirá la red de cable de pares trenzados y la red de TV. Dos de las tomas RJ-45 deben configurarse de manera independiente, cosa que puede hacerse a través de un *switch* activo que conecta las tomas en red. El resto de tomas RJ-45 se conectará directamente a la red del operador a través del multiplexor pasivo.

Recuerda:

Un edificio dispone de una red de acceso de cable de pares o de una red de acceso de cable de pares trenzados, pero no las dos.

Por eso, estos dos tipos de redes comparten la red interior de usuario de cables de pares trenzados.

Sabías que...

Los baños y trasteros no se consideran estancias computables. Otros elementos de paso, como el recibidor y los pasillos no se consideran estancias.

7.7.5. Estancias comunes del edificio

En los casos en que existan una o más estancias comunes en un edificio, se debe establecer la previsión de la demanda, que como mínimo será de dos acometidas para el edificio, para dar servicio a estas estancias.

Aunque es necesario realizar está previsión, el dimensionamiento de las redes interiores de usuario en las estancias comunes se definirá por el proyectista, por lo que no será exigible que dispongan de tomas de todos los servicios.

Sabías que...

Para la realización de las funciones del Registro de Terminación de Red (RTR) de las estancias comunes se puede reservar un espacio en el interior del RITI o RITS.

© Ediciones Paraninfo

Ejemplo 7.12. Instalación interior de usuario

La Figura 7.57 muestra la solución propuesta en una vivienda de tres estancias computables, que se corresponde con la del edificio del Ejemplo 7.2 de la Figura 7.17. Si se considera el comedor y el dormitorio como las estancias principales, en estas se instalará la toma de cable coaxial y la toma adicional RJ-45. Además, cada estancia dispondrá de un conector RJ-45 y una BAT de TV.

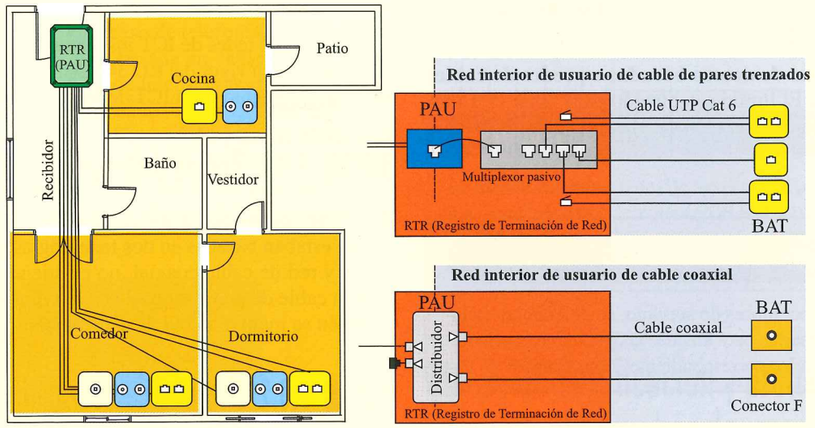


Figura 7.57. *Ejemplo de red interior de usuario.*

7.8. Particularidades de los conjuntos de viviendas unifamiliares

La Figura 7.58 muestra la distribución típica de la red de un conjunto de viviendas unifamiliares. En este caso, la red de alimentación llegará a través de la canalización necesaria, hasta el punto de interconexión situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones.

La red de distribución será similar a la indicada para edificaciones de pisos, con la singularidad de que el recorrido vertical de los cables se transformará en horizontal. Los puntos de distribución podrán ubicarse en la medianería de dos viviendas, de manera alterna, de tal forma que, desde cada punto de distribución, se pueda prestar servicio a ambas.

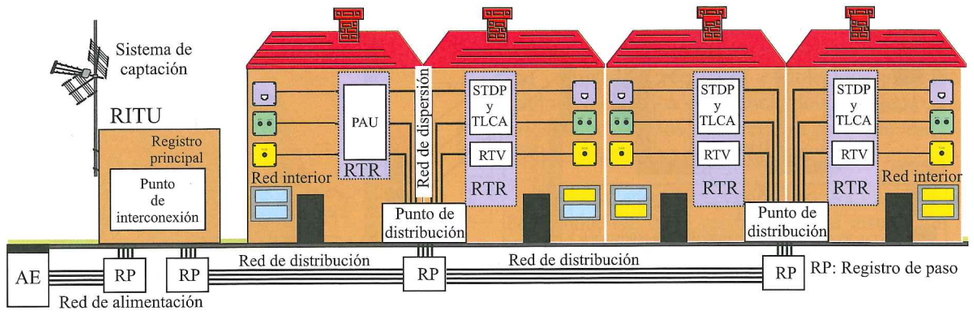


Figura 7.58. *Red del conjunto de viviendas unifamiliares.*

© Ediciones Paraninfo

Las principales diferencias respecto de las edificaciones de pisos son:

- **Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares.** Cuando el número de pares de la red de distribución alimente a un número de PAU igual o inferior a 15, se podrá instalar un único punto de distribución en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones del que partirán los cables de acometida a cada vivienda.
- **Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales.** El límite establecido para optar entre topologías en estrella o topologías tipo árbol-rama disminuye a 10 PAU.

Recuerda:

Si no existen operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones calculadas, dotadas con los correspondientes hilos-guía.

Además, en la red de fibra óptica se mantiene el criterio de realizar directamente con cables de acometida de dos fibras ópticas la red de distribución/dispersión desde el punto de distribución ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones hasta el PAU de cada vivienda, cuando el número de PAU a los que da servicio la red de distribución/dispersión sea inferior o igual a 15.

7.9. Redes de acceso a los servicios de telefonía al público y telecomunicaciones de banda ancha según el RD 401/2003

La mayoría de redes de ICT instaladas en los edificios antes de la entrada en vigor del RD 346/2011 estaban diseñadas en base al reglamento de la ICT definido en el RD 401/2003.

7.9.1. Red de distribución y dispersión

Las redes de acceso a los servicios de telefonía y banda ancha estaban basadas en dos tecnologías: red de cables de pares y red de cable coaxial, no existiendo las redes basadas en cable de pares trenzados ni en fibra óptica. Además, también se incluye la red de distribución de la señal de TV.

7.9.2. Red interior de usuario

Los dos tipos de red interior de usuario definidos en el RD 401/2003 son la red interior de telefonía, formada por pares de acometida interior de 1 o 2 pares y la red de cable coaxial.

Por otro lado, la normativa exigía un número mínimo de BAT inferior a la normativa actual: una cada dos estancias de la vivienda, excluidos baños y trasteros.

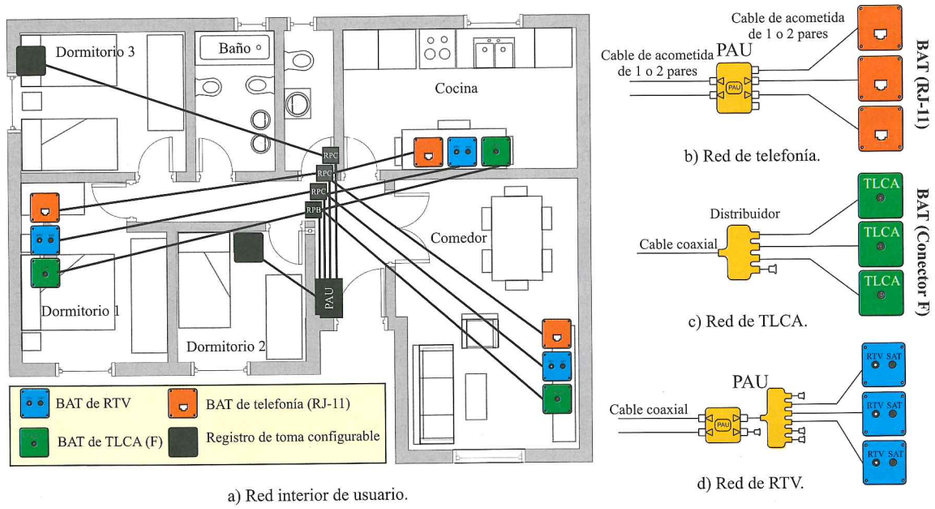


Figura 7.59. *Red interior de usuario según el RD 401/2003.*

© Ediciones Paraninfo

La Figura 7.59.a muestra el diseño típico de una red interior. El número de estancias computables es de 5, por lo que se deben instalar como mínimo 3 BAT de cada servicio. En aquellas estancias en las cuales no se instala una BAT de ningún servicio, se instala un registro de toma de previsión que en cualquier momento puede reconfigurarse para instalar una toma del servicio deseado, ya que incorpora una canalización vacía desde el PAU hasta dicho registro.

La red interior para el acceso de telefonía, que se muestra en la Figura 7.59.b, está basada en cable de uno o dos pares y las BAT son tomas de telefonía tradicionales (RJ-11) cuyo aspecto se muestra en la Figura 7.60. El PAU telefónico que se muestra en la Figura 7.61 permite elegir una de las dos líneas previstas en la red y distribuye en estrella la instalación interior hasta cada una de las BAT, que incluyen un conector RJ-11, clásico de los servicios de telefonía.

Figura 7.60. *BAT del servicio de telefonía.*

a) Ejemplo de PAU telefónico.

b) Conexiones internas.

Figura 7.61. *PAU de telefonía.*

Las BAT de la red de cable coaxial está dotadas de conectores F (Figura 7.59.c). Las redes de acceso a los servicios de telefonía y banda ancha conviven con la red de TV que se muestra en la Figura 7.59.d.

Sabías que...

La BAT de la red interior de pares estará dotada de conector hembra tipo Bell de 6 vías, es decir, un conector RJ-11.

Recuerda:

La estructura de las redes de acceso mediante cable de pares y cable coaxial definidas en el RD 401/2003 no difiere significativamente de las mismas redes definidas en el RD 346/2011, utilizándose los mismos elementos.

7.10. Certificación y protocolo de pruebas de una ICT

Una vez finalizada la instalación, el instalador de telecomunicaciones debe verificar que la instalación es correcta.

Para ello debe completar el **protocolo de pruebas** de la instalación y realizar las medidas y comprobaciones que se indican para comprobar que la red cumple con los requisitos establecidos en la normativa.

La comprobación y verificación debe realizarse sobre cada una de las partes que forman la red de los diferentes servicios, así como las redes interiores de usuario.

7.10.1. Red de distribución y dispersión de cables de pares

Los **cables de pares** y los **elementos de conexión** deberán cumplir los requisitos establecidos por la normativa (rigidez dieléctrica, resistencia de aislamiento, etc.): el fabricante cuando los comercializa para este tipo de instalaciones garantiza su cumplimiento.

Por otro lado, el instalador, una vez finalizado el trabajo de instalación, debe verificar que la instalación está bien realizada, comprobando los siguientes apartados:

- **Identificación y continuidad extremo a extremo de las conexiones.** Se comprobará la continuidad de los pares de las redes de distribución y dispersión y

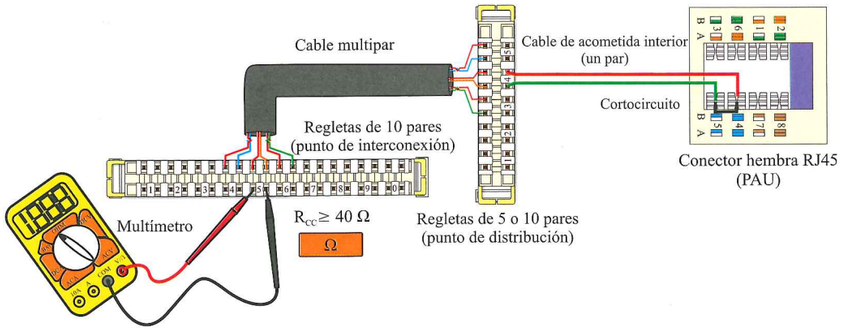


Figura 7.62. *Medida de la resistencia en corriente continua.*

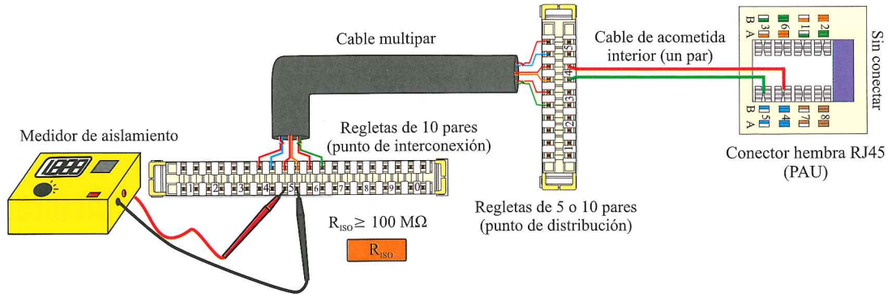


Figura 7.63. *Medida de la resistencia de aislamiento.*

su correspondencia con las etiquetas de las regletas o las ramas, mediante un generador de señales de baja frecuencia o de corriente continua en un extremo y un detector o medidor adecuado en el otro extremo. Las medidas se realizarán desde las regletas de salida de pares, situadas en el registro principal de pares del RITI, hasta los conectores roseta de los PAU situados en el registro de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común. Los PAU de todos los conectores roseta estarán vacantes, es decir, sin tener conectada ninguna rama de la red interior de usuario.

- **Resistencia en corriente continua** (Figura 7.62). La resistencia óhmica en corriente continua, medida entre cada dos conductores de las redes de distribución y dispersión, cuando se cortocircuitan los contactos 4 y 5 del correspondiente conector roseta en el PAU, no deberá ser mayor de 40 Ω. Las medidas se realizarán desde las regletas de salida de pares, situadas en el registro principal de pares del RITI, hasta los conectores roseta de los PAU situados en el registro de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común, efectuando un cortocircuito entre los contactos 4 y 5 sucesivamente en todos los conectores roseta de cada PAU en cada registro de terminación de red.

- **Resistencia de aislamiento** (Figura 7.63). La resistencia de aislamiento de todos los pares de las redes de distribución y dispersión, medida con 500 V de tensión continua entre los conductores de los pares de dichas redes o entre cualquiera de estos y tierra, no debe ser menor de 100 MΩ. Las medidas se realizarán en las regletas de salida de pares, situadas en el registro principal de pares del RITI. Los PAU de todos los conectores roseta estarán vacantes, es decir, sin tener conectada ninguna parte de la red interior de usuario. La medida se realizará con un **medidor de aislamiento** (Figura 7.64).

Figura 7.64. *Equipo de medida con función de medidor de aislamiento.*

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

Sabías que...

- La identificación y continuidad extremo a extremo de las conexiones puede realizarse durante el transcurso de la prueba de resistencia en corriente continua.
- La prueba de resistencia en corriente continua puede realizarse con un multímetro.
- El medidor de aislamiento es un equipo que permite comprobar el nivel de las corrientes de fuga de una instalación. Su principio de funcionamiento es el mismo que un óhmetro, pero la tensión de prueba a la que se somete la medida de la resistencia de aislamiento se realiza a tensiones elevadas, por lo que también recibe el nombre de megóhmetro.

7.10.2. Red de distribución y dispersión de cables de pares trenzados

La **red de distribución y dispersión de cables de pares trenzados** forma un tramo de cableado estructurado, que debe cumplir los requisitos que especifica la normativa para este tipo de cableado, normas UNE-EN 50174-1:2001, UNE-EN 50174-2 y UNE-EN 50174-3.

Una vez realizada la instalación, esta se debe certificar con arreglo a la norma UNE-EN 50346, para comprobar que cumple los estándares de referencia, siendo necesario simplemente una prueba con resultado PASA para certificar su correcta instalación.

7.10.3. Red interior de usuario de pares trenzados

De la misma manera que la red de distribución y dispersión de cables de pares trenzados, la **red interior de usuario** de pares trenzados forma un tramo de cableado estructurado que debe cumplir los requisitos que especifica la normativa para este tipo de cableado y una vez realizada la instalación esta debería certificarse con arreglo a la norma UNE-EN 50346.

7.10.4. Red de distribución y dispersión de cables coaxiales para acceso por cable

Como requisito necesario en el cumplimiento de la norma UNE-EN-50083-7 para la señal de televisión analógica y digital en el punto de acceso al usuario, se comprobará la continuidad y atenuación de los cables coaxiales de las redes de distribución y dispersión de la edificación, así como la identificación de las diferentes ramas.

En cuanto a la atenuación total producida en las redes de distribución y de dispersión, en función de la topología de estas, se deberá cumplir:

- **Topología en estrella.** La atenuación máxima entre el registro principal coaxial y el PAU más alejado no será superior a 20 dB en ningún punto de la banda 86-860 MHz.
- **Topología en árbol-rama.** La atenuación máxima entre el registro principal coaxial y el PAU más alejado no será superior a 36 dB en ningún punto de la banda 86-860 MHz y a 29 dB en ningún punto de la banda 5-65 MHz.
- **Casos singulares.** Cuando la configuración de la edificación impida el cumplimiento de los requisitos de atenuación máxima en los dos casos anteriores, el proyectista adoptará los criterios de diseño que estime oportuno pudiendo combinar ambos tipos de topologías para proporcionar el servicio al 100 % de los PAU de la edificación.

Sabías que...

Para el cálculo de la atenuación de la red de distribución y dispersión de cables coaxiales se considera una longitud máxima de cable RG-59 de 100 m y una atenuación de 0,14 dB/m.

Sabías que...

La normativa también especifica las características de transmisión del cableado y demás elementos que conformen la parte de la redes de distribución, dispersión e interior de usuario que, en su caso, discurran por el interior de la edificación para el acceso a los servicios de banda ancha de acceso inalámbrico (SAI), así como las características del punto de terminación de red.

ELECTRICIDAD-ELECTRO

7.10.5. Red interior de usuario de cables coaxiales

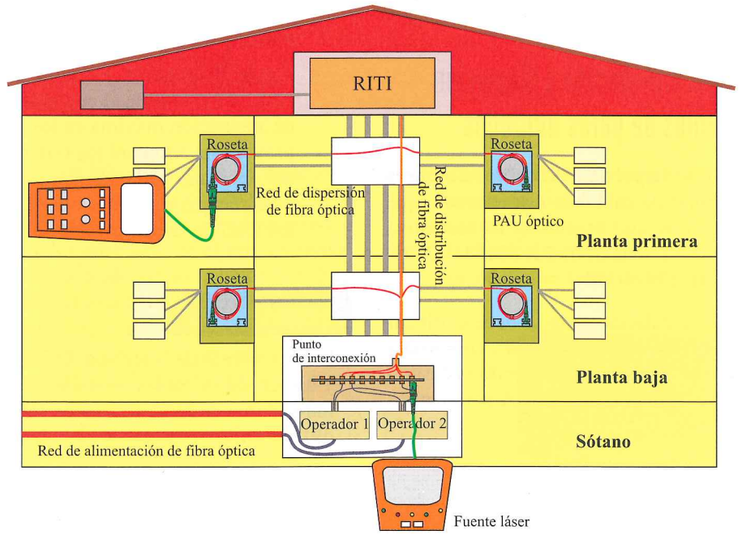
Como requisito necesario en el cumplimiento de la norma UNE-EN-50083-7 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 7: Prestaciones del sistema) para la señal de televisión analógica y digital en el punto de acceso al usuario, se comprobará la continuidad y atenuación de los cables coaxiales de la red interior de usuario de las viviendas, así como la identificación de las diferentes ramas.

7.10.6. Red de distribución y dispersión de cables de fibra óptica

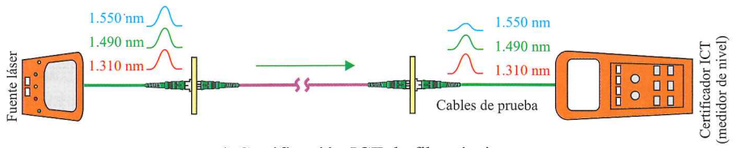
La ICT especifica una prueba de nivel 1 basada en las dos comprobaciones siguientes:

- **Identificación y continuidad extremo a extremo de las conexiones.** Se comprobará la continuidad de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión y su correspondencia con las etiquetas de las regletas o las ramas, mediante un generador de señales ópticas en las longitudes de onda (1.310 nm, 1.490 nm y 1.550 nm) en un extremo y un detector o medidor adecuado en el otro extremo (Figura 7.65.a).
- **Características de transmisión.** Se recomienda que la atenuación óptica de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión no sea superior a 1,55 dB. En ningún caso la citada atenuación superará los 2 dB. Mediante un generador de señales ópticas en las longitudes de onda (1.310 nm, 1.490 nm y 1.550 nm) en un extremo y un detector o medidor adecuado en el otro extremo.

Las medidas, tal y como se muestra en la Figura 7.65.b, se realizarán desde las regletas de salida de fibra óptica, situadas en el registro principal óptico del RITI, hasta los conectores ópticos de la roseta de los PAU situada en el registro de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.



b) Verificación de los enlaces del edificio.



a) Certificación ICT de fibra óptica.

Figura 7.65. *Prueba de nivel 1 de la red de fibra óptica.*

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

Resumen

El **anexo II** del reglamento de la ICT establece las características técnicas mínimas que deben cumplir las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) destinadas a proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) prestados por operadores habilitados para el establecimiento y explotación a través de redes públicas de comunicaciones.

Las tecnologías definidas en el nuevo reglamento para el acceso a estos servicios son las siguientes.

- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares.
- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados.
- Red de cables de fibra óptica.
- Red de cables coaxiales.

La **red de acceso** se divide en **red de alimentación**, **red de distribución**, **red de dispersión** y **red interior de usuario**. En la red se definen **elementos de conexión**: punto de interconexión, punto de distribución, punto de acceso al usuario (PAU) y base de acceso de terminal (BAT).

El diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT vendrán condicionados por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación y por la tecnología de acceso que utilicen dichos operadores. Para el diseño de cada tipo de red se debe tener en cuenta los criterios de la previsión de la demanda.

Las características básicas de la **red de cables de pares**, configurada en estrella, son el punto de interconexión formado por regletas de 10 pares, red de distribución de cables multipares y en ocasiones cables de acometida de uno o dos pares, punto de distribución formado por regletas de 5 o 10 pares, red de distribución de cables de acometida de un par y PAU constituido por un conector RJ-45 hembra.

Las características básicas de la **red de cables de pares trenzados**, configurada en estrella, son el punto de interconexión formado por paneles de distribución RJ-45, red de distribución y dispersión de cable UTP de categoría 6, siendo el punto de distribución un lugar de paso y PAU constituido por un conector RJ-45 hembra.

Las características básicas de la **red de cable coaxial**, configurada en estrella o en árbol-rama, son punto de interconexión formado por distribuidores, red de distribución y dispersión de cable coaxial, punto de distribución formado por derivadores en el caso de distribución en árbol rama y lugar de paso para la configuración en estrella y PAU constituido por un distribuidor inductivo de dos salidas.

Las características básicas de la **red de fibra óptica**, configurada en estrella, son punto de interconexión formado por una caja de interconexión de cables de fibra, red de distribución de cables multifibra (o cables de dos fibras), red de distribución de cables de dos fibras, punto de distribución formado por cajas de segregación y el PAU constituido por una roseta óptica.

La **red interior de usuario** de la ICT es de cables de pares trenzados con BAT con conectores RJ-45 y, en ocasiones, de cable coaxial con BAT con conectores F.

Una vez finalizada la instalación, el instalador de telecomunicaciones debe verificar que la instalación es correcta, para lo cual debe completar el **protocolo de pruebas** de la instalación y realizar las medidas y comprobaciones que se indican.