

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Para que una red local sea capaz de intercambiar información, deben existir una serie de elementos que formen parte de ella. Cada uno de estos elementos tendrá una función determinada. Los elementos fundamentales son las estaciones de trabajo, desde donde los usuarios realizan sus tareas,

2.1 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES

Si deseamos permitir la comunicación entre varios ordenadores, necesitamos conectarlos a una red de transmisión de datos. Esta red está formada por:

- **Estaciones de trabajo y servidores:** son los equipos que se comunican, como ordenadores, teléfonos, etc. Estos determinan la naturaleza de la información a transmitir (voz, datos, etc.).
- **Sistemas operativos:** son los programas instalados en los equipos que permiten el uso eficiente de los recursos disponibles, además de su intercambio con otros.
- **Canal de comunicación:** es el medio por el que circula la información.
- **Adaptadores de red:** son los encargados de convertir el formato de información de los terminales (normalmente en forma de señales eléctricas) en el formato utilizado por la red de comunicación (señales eléctricas, ondas de radio, etc.).
- **Elementos de interconexión:** son los encargados de interconectar todos los terminales de la red y también trabajan para seleccionar el mejor camino por el que circulará la información (en caso de que exista más de un camino).

2.2 ESTACIONES DE TRABAJO

En una red local, las estaciones de trabajo son los equipos que los usuarios requieren para llevar a cabo su tarea habitual. Las estaciones de trabajo están constituidas por los elementos habituales (caja con los componentes de proceso, pantalla, teclado y ratón), además de un adaptador o tarjeta que permite la comunicación con la red.

Para poder interactuar con los servicios ofrecidos por la red (intercambio de mensajes, archivos, impresoras, conexión a Internet, etc.), las estaciones de trabajo deberán disponer de un sistema operativo con soporte de red y las aplicaciones necesarias.

2.3 SERVIDORES

Los servidores que trabajan en un entorno de una red local, son equipos que proveen de una serie de funciones que requieren las estaciones de trabajo. Habitualmente, un servidor es un equipo que tiene una mayor capacidad de cálculo (un procesador más rápido con un mayor número de núcleos, una memoria principal de mayor capacidad, un disco duro más grande, etc.), ya que debe ser capaz de atender todas las peticiones que le llegan, muchas de ellas recibidas habitualmente en el mismo intervalo de tiempo. Además estos servidores suelen funcionar durante la mayor parte del día, e incluso no se paren nunca.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Un servidor lleva instalado, además del sistema operativo con soporte de red, un conjunto de programas y aplicaciones que se encargan de facilitar los recursos disponibles al resto de estaciones de trabajo de la red. Los recursos que puede facilitar un servidor en una red local pueden ser:

- Archivos.
- Mensajes (entre usuarios, noticias, etc.).
- Dispositivos conectados (impresoras, etc.).
- Páginas de hipertexto (HTML).
- Bases de datos
- Servicios de red (traducción de direcciones, configuración automática de los parámetros de la red, etc.).
- Acceso remoto.

Puesto que la función principal de un servidor consiste en atender las peticiones que le llegan a través de la red y desde las estaciones de trabajo, suelen ser los administradores los encargados de trabajar con ellos, bien directamente (a través de la pantalla, el teclado o el ratón que tenga conectados) o bien indirectamente desde cualquier estación de trabajo. Los servidores pueden tener la forma de un ordenador personal normal o también pueden ser grandes armarios ubicados en salas especiales o montados en rack en los armarios de comunicación de los edificios.

Para que los servidores puedan trabajar ininterrumpidamente y de forma segura, suelen disponer de unas condiciones espaciales en cuanto a temperatura de la sala donde se encuentran, refrigeración adecuada, equipos antiincendios, condiciones de bunkerización, etc. También suelen disponer de unos dispositivos auxiliares o redundantes, como dispositivos de alimentación ininterrumpida (SAI), duplicidad de fuentes de alimentación, utilización de varios discos duros (RAID), etc.

2.4 TARJETAS DE RED

La conexión de un ordenador a la red se debe realizar a través de unos dispositivos específicos llamados **adaptadores** que convierten la señal digital del ordenador en otra adecuada para ser transmitida por la red. Estos adaptadores se pueden conectar en los distintos **puertos** que disponen los equipos actualmente, que pueden ser el **puerto USB**, el **puerto Firewire** o las **ranuras de expansión** (PCI de 32 o 64 bits).

Habitualmente, las redes locales se interconectan utilizando el adaptador de red, también conocido como **tarjeta de red** o **NIC** (Network interface Card o Tarjeta de Interfaz de Red). Básicamente realiza la función de intermediario entre el ordenador y la red de comunicación. En ella se encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red, en los niveles físico, enlace de datos y red.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Actualmente, casi todos los equipos disponen de este adaptador integrado directamente en la placa base. Antiguamente, este dispositivo se instalaba a través de las ranuras de expansión de la placa base (ISA, PCI o PCMCIA).

La tarjeta de red conectada al equipo ofrece por la cara que queda visible al exterior la conexión a la red (dependiendo del tipo de tarjeta, puede ser RJ-45, BNC, AUI, una antena, etc.), además de otros indicadores de estado. Las partes más interesantes para los administradores de las redes son los puertos de comunicación (que se conectan con la red a través del cableado) y los indicadores luminosos de estado (que informan sobre el estado actual de las conexiones y la existencia de errores o desconexiones).

Las tarjetas de red también se utilizan para la conexión con redes inalámbricas. Actualmente, los adaptadores de red inalámbricos más utilizados son de tipo WiFi o Bluetooth. En el primer caso, se pueden crear redes de pequeñas y medianas dimensiones, mientras que las redes Bluetooth están muy limitadas a distancias de apenas unas decenas de metros.

Los adaptadores de red WiFi están diseñados para conectar con redes inalámbricas existentes o para permitir que los equipos donde se conectan gestionen sus propias redes de pequeño tamaño (Ad hoc). En una red Ad hoc, existe un equipo que gestiona todas las comunicaciones entre los equipos conectados a ellas y que funciona de forma parecida a un punto de acceso inalámbrico.

Los dispositivos de comunicación Bluetooth están diseñados para transmitir información de una forma muy limitada en radios de alcance de unos pocos metros. Su diseño está orientado a comunicar ordenadores con periféricos como teclados, ratones, impresoras, etc. Sin embargo, este mecanismo de comunicación inalámbrica también permite la creación de pequeñas redes de comunicaciones con un número reducido de equipos conectados (también conocidas como Bluetooth PAN, WPAN/Bluetooth o red de área personal inalámbrica, que sigue la norma IEEE 802.15).

2.5 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

Los dispositivos de conmutación, cuya tarea fundamental consiste en conectar a todos los terminales, además de realizar la selección de los distintos caminos por donde debe circular la información.

Un cable de comunicación solamente tiene dos extremos, por lo que se puede utilizar para conectar solamente dos equipos. Para poder comunicar varios equipos entre sí se pueden utilizar varios de estos enlaces, lo que hará que existan varios equipos de la red con múltiples enlaces (dependiendo de la topología que se utilice). Sin embargo, las limitaciones principales de conectar directamente los equipos entre sí radican en que estos deben estar siempre funcionando para que los enlaces permanezcan operativos.

2.5.1 Repetidores

Cuando las distancias entre estaciones son muy elevadas y los efectos de la atenuación resultan intolerables, es necesario utilizar dispositivos que restauren la señal a su estado original y permitan que el receptor la recoja en condiciones. Estos dispositivos son los **repetidores** y los **amplificadores**. Los repetidores se utilizan en transmisión digital, mientras que los amplificadores, en transmisión analógica. Tanto unos como otros están formados por una conexión de entrada que recibe la señal como una conexión por donde sale la señal reconstruida.

Los repetidores y amplificadores también están limitados en varios aspectos. En primer lugar, los tramos de cable que los separan tienen siempre una longitud máxima, ya que, si la señal les llega demasiado atenuada, no podrán reconstruirla correctamente. En segundo lugar, una señal no puede atravesar un número infinito de amplificadores, ya que se trata de dispositivos imperfectos que le dan a la señal pequeñas componentes de ruido. Estas componentes se multiplican conforme la señal los va atravesando, hasta que ésta se deforma completamente. Esta característica afecta en menor grado a las señales digitales y a los repetidores.

2.5.2 Concentradores (Hubs)

Una red local en bus utiliza solamente tarjetas de red en las estaciones y cableado coaxial para interconectarlas (además de los conectores). Sin embargo, este método complica el mantenimiento de la red, ya que, si falla algún enlace, toda la red deja de funcionar y el técnico deberá comprobar uno por uno todos los cables y todas las conexiones porque no se sabe de antemano cuál falló. Pisar un cable de red o tropezar con él puede poner “patas arriba” el departamento o la empresa entera.

Para impedir estos problemas, determinadas redes locales utilizan **concentradores de cableado**, también llamados **repetidores multipuerto** (porque también se encargan de amplificar la potencia de las señales transmitidas), para realizar las conexiones de las estaciones. En vez de distribuir las conexiones, el concentrador las centraliza en un único dispositivo, manteniendo indicadores luminosos de su estado e impidiendo que una de ellas pueda hacer fallar toda la red. A un técnico encargado de una red de 300 estaciones se le simplificará mucho su trabajo utilizando este tipo de dispositivos. Un inconveniente que plantea el uso de concentradores es que, si estos fallan, el funcionamiento de la red se verá comprometido.

Los concentradores de cableado tienen dos tipos de conexiones: para las estaciones y para unirse a otros concentradores y así aumentar el tamaño de la red. También se pueden utilizar cables especiales, denominados **cruzados**, que permiten conectar varios concentradores entre sí. Cada estación se conecta directamente al concentrador por medio del cable correspondiente y, si ese enlace falla, la red sigue funcionando y sólo queda aislado el ordenador afectado. La topología de la red será en este caso de estrella, con el concentrador de cableado como centro de ella.

2.5.3 Conmutadores (Switches)

Un **conmutador** es otro dispositivo que permite la interconexión de red a nivel de enlace de datos. A diferencia de los puentes, los conmutadores sólo permiten conectar LAN que utilizan los mismos protocolos (a nivel físico y nivel de enlace) y su principal función consiste en segmentar una red para aumentar su rendimiento.

En una red local existe un medio que comparten todas las estaciones. Al aumentar el número de éstas, aumenta también el tráfico en la red y, cuando cada una desea transmitir, debe esperar mucho más tiempo a que le llegue su turno, o las colisiones se producirán con más frecuencia (dependiendo del protocolo que se use). En esas condiciones, es conveniente segmentar (dividir) la red utilizando un conmutador.

Al contrario que un concentrador de cableado, un conmutador envía los mensajes que le llegan solamente por el puerto de salida donde se encuentra el destinatario. Para ello, el conmutador comprueba el campo donde se especifica el destino dentro del mensaje y lo redirige al puerto correspondiente. Cuando un conmutador conecta dos o más LAN, sólo pasan por él las tramas que van destinadas de una red a otra y que obligatoriamente deben pasar por este dispositivo.

Cuando se conecta un conmutador a una red, inicialmente no conoce qué equipos están ubicados en qué puertos. Por esta razón, cuando recibe los primeros mensajes, debe enviarlos a través de todos los puertos, lo que se conoce como **inundación**. Las direcciones de origen de estos mensajes (direcciones MAC), pueden ser inspeccionadas por el conmutador para guardar la ubicación de estos equipos emisores. Puesto que solamente el equipo destinatario recibirá el mensaje y contestará al emisor con una respuesta, el conmutador podrá inspeccionar también las direcciones de origen de los mensajes de respuesta para saber en qué puertos están conectados esos destinatarios. Después de un tiempo funcionando, el conmutador habrá generado su propia tabla en la que guardará los puertos en los que se encuentran conectados cada uno de los equipos.

La apariencia externa de un conmutador no difiere mucho de un concentrador de cableado, y normalmente estos dispositivos también disponen de gran cantidad de puertos (4, 8, 16, 24, etc.). En cada uno de los puertos se pueden conectar desde estaciones normales hasta cualquier dispositivo de interconexión de redes, como concentradores, puentes, encaminadores, etc.

Cuando un conmutador conecta varias redes o varias estaciones crea, por decirlo de una forma simple, varios “medios compartidos” en cada uno de sus puertos. A esos “medios compartidos”, formados por una o varias estaciones, se les denomina **dominios de colisión**. Se dice que el conmutador es capaz de dividir una red para aumentar su rendimiento, ya que crea distintos dominios de colisión. Esta mejora es debida a que todos los equipos no comparten el mismo medio, de la misma forma que todos los clientes que llegan a un banco no comparten la misma cola si hay más de una ventanilla para atenderles.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

En algunas ocasiones, puede ser necesario conectar varios conmutadores entre sí para crear diferentes rutas alternativas que lleguen a los mismos destinos. En estas situaciones, los conmutadores pueden recibir los mismos mensajes y reenviarlos varias veces, lo que ocasiona problemas de duplicidad de los mensajes a la vez que hace que estos viajen en círculos sin fin. Para evitar esto, se utiliza el protocolo **STP** (Expansión Tree Protocol o Protocolo de Árbol de Expansión) que hace que los conmutadores se envíen mensajes informando y evitando estas situaciones.

2.5.4 Encaminadores (Routers)

El dispositivo que se utiliza para interconectar redes que operan con una capa de red diferente (o iguales) es el **encaminador** (router). Dado que el encaminador funciona en el nivel de red (e inferiores), los protocolos de comunicación de ambos lados del encaminador deben ser iguales y compatibles con los niveles superiores al de red (transporte y aplicación). Los niveles inferiores pueden diferir sin afectar al encaminamiento.

En una red de área extensa, cualquiera de las estaciones intermedias en la transmisión de un mensaje se considera un encaminador. Esto es debido a que este dispositivo funciona a nivel de red y, por lo tanto, su función básica es dirigir los paquetes que recibe hacia su destino. Para ello, al recibir un paquete, debe extraer de éste la dirección del destinatario y decidir cuál es la mejor ruta, a partir del algoritmo y tabla de encaminamiento que utilice.

Al funcionar en un nivel superior al del conmutador, el encaminador posee más facilidades que permiten la configuración de ciertos parámetros de comunicación y distingue entre los diferentes protocolos a nivel de red (IP, IPX, etc.). Esto le permite hacer una decisión más inteligente que al conmutador, en el momento de reenviar los paquetes. Entre las cuestiones que un encaminador tiene en cuenta para enviar la información tenemos: número de saltos o nodos intermedios hasta el destino, velocidad de transmisión máxima y distancia de los enlaces, y condiciones del tráfico en los enlaces.

Un encaminador decide por dónde debe enviar los mensajes que llegan a él para alcancen su destino. Por lo tanto, el encaminador deberá tener un “mapa” donde figure la topología de la red. Este mapa tiene la forma de una tabla en la que se indican los diferentes destinatarios de la red y la ruta que debe seguir la información para llegar a ellos.

Un encaminador puede tener muchos puertos diferentes según sea el tipo de redes que conecta. También puede disponer de otros puertos, denominados de **consola**, que se utilizan para tareas de configuración del equipo. Si el equipo no dispone de alguno de los puertos que necesitamos, es posible que tenga capacidad de ampliación de puertos adicionales. En ese caso el encaminador dispondrá de una o varias ranuras de expansión, que se usan para añadir módulos con una gran variedad de puertos y funciones adicionales.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Un encaminador es un sistema que dispone de algoritmos bastante complejos para calcular y establecer las mejores rutas, reenviar los mensajes, informar a los encaminadores vecinos sobre el estado de la red y permitir cambios en su configuración inicial. Esta complejidad hace que los equipos funcionen internamente como ordenadores con su unidad central de proceso (microprocesador), memoria principal, sistema básico de entrada y salida (BIOS) y sistema operativo. La memoria principal suele estar dividida en varios tipos, que almacenan diferentes tipos de información. Por ejemplo, podemos encontrar la **memoria flash**, que contiene el código del sistema operativo o la **memoria volátil**, que almacena las tablas de encaminamiento, las tablas de resolución ARP, los mensajes recibidos que deben ser reenviados a su destino, etc.

2.5.5 Pasarelas (Gateways)

Antes de definir el concepto de pasarela, hay que indicar que a veces se confunde con el término encaminador. Dentro del ámbito de Internet y la arquitectura TCP/IP una pasarela es un dispositivo que se encarga del encaminamiento de la información y la interconexión de redes diferentes.

Sin embargo, la definición genérica de **pasarela** (Gateway o puerta de acceso) es el dispositivo que permite interconectar redes que utilizan arquitecturas completamente diferentes con el propósito de que intercambien información. Por lo tanto, se trata de un elemento de gran complejidad que normalmente se diseña utilizando un ordenador personal dedicado con varias tarjetas de red y programas de conversión y comunicación.

Existen dos tipos principales de pasarelas: las **pasarelas a nivel de transporte** y las **pasarelas a nivel de aplicación**. Cada una de ellas trabaja a un nivel diferente, y su uso dependerá de los tipos de redes que interconecten y de las similitudes que existan a nivel de red o a nivel de transporte.

Las pasarelas son capaces de comunicar redes con diferentes arquitecturas: TCP/IP, ATM, OSI, X.25, etc. Dependiendo de esta característica, estos dispositivos deberán resolver diferentes problemas de comunicación, como pueden ser:

- **Tipo de conexión:** una red puede utilizar un servicio orientado a la conexión y la otra sin conexión.
- **Direccionamiento:** puede ser necesaria la utilización de una tabla de conversión de direcciones.
- **Tamaño del mensaje:** una red puede tener un tamaño máximo de mensaje diferente a la otra. En ese caso habrá que limitar el tamaño máximo o fragmentar los mensajes.
- **Control de errores:** una red puede descartar con facilidad los mensajes ante problemas o mantenerlos en circulación durante demasiado tiempo.

Existen varios algoritmos utilizados por las pasarelas en la conversión y adaptación de mensajes entre redes diferentes. Uno de ellos consiste en **encapsular** los mensajes dentro del campo de datos del mensaje. Este caso se utiliza cuando el origen y el destino utilizan el mismo protocolo, pero las redes intermedias, no.

2.5.6 Puentes (Bridges)

El elemento genérico que permite interconectar redes de diferentes topologías y diferentes protocolos a nivel MAC y a nivel de enlace (por ejemplo, una red Ethernet con una red Token Ring) se llama **puente**. Este dispositivo realiza las adaptaciones necesarias de una LAN a otra, de forma que se pueden intercambiar información, salvando los obstáculos de incompatibilidad que los separan.

Un puente es un elemento de interconexión entre redes que está formado por dos conectores diferentes, cada uno de ellos enganchado a la red correspondiente. Por ejemplo, si el puente comunica una LAN Ethernet 100BASE-T con una LAN Ethernet 10BASE-2, tendrá dos conectores como mínimo: un RJ-45 y un BNC hembra. Los puentes se comportan en la red como si fueran estaciones corrientes (a nivel de enlace de datos) y se conectan a ellas de la misma forma. Si el puente tiene que inyectar una trama en una LAN que utiliza el paso testigo, deberá esperar su turno para capturar el testigo y transmitir, sin ningún privilegio, sobre el resto de estaciones.

Al contrario que un concentrador, un puente se comporta como un filtro en la red, ya que sólo pasan por él las tramas que van desde una estación de una red a otra estación de la otra red. En cierto modo, el puente “retiene” dentro de cada subred a las tramas que no van destinadas al otro lado (cosa que no ocurriría si, en vez de un puente, se hubiera instalado un concentrador, si es que fuera posible). Esto es debido a que el puente conoce cuáles son los equipos que están conectados a ambos lados de él. En el caso de que el puente no conozca al destinatario del mensaje, entonces lo enviará a través de todos sus puertos menos por donde le llegó, siguiendo el mismo funcionamiento que un concentrador, lo que se conoce como **inundación**.

La estructura interna de un puente está formada por dos partes principales. En cada una de ellas, se encuentran los protocolos de nivel físico y nivel de enlace de las LAN que interconecta.

Un puente posee normalmente dos puertos para conectar dos redes distintas. Sin embargo, es posible encontrar en el mercado dispositivos que disponen de más de dos puertos. Esto facilita la interconexión de redes en determinadas situaciones reales, como por ejemplo cuando hay que conectar más de dos redes distintas. Así mismo, también es posible encontrar en el mercado concentradores de cableado que disponen de puertos para conectar otros tipos de redes, por lo que también se comportan como puentes.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Un puente se puede utilizar, además de para interconectar dos LAN diferentes, para permitir un mayor rendimiento de ellas. Supongamos que disponemos de 1.000 estaciones para montar una red; en esas condiciones, montar dos redes de 500 estaciones y conectarlas mediante un puente permite crear dos medios compartidos diferentes, con la mitad de estaciones cada uno. Esta opción ofrece una menor congestión y tráfico que si se montara con una sola red usando concentradores exclusivamente.

Los puentes pueden construirse de dos formas: por hardware o por software. Un puente hardware es un dispositivo específico para interconectar LAN. Por su parte, un puente software es un ordenador que se comporta como tal. En él se deben instalar dos tarjetas de red (una conectada a cada LAN) además de un programa informático que le confiere el comportamiento de puente.

2.5.7 Dispositivos inalámbricos

Un **punto de acceso inalámbrico** es un dispositivo que realiza la misma función que un concentrador de cableado, es decir, centralizar las conexiones de la red. Sin embargo, estos dispositivos funcionan sobre una red sin cables.

Las redes inalámbricas de tipo **infraestructura** requieren de la existencia de un punto de acceso inalámbrico que gestione todas las comunicaciones. Sin embargo, las redes de tipo Ad hoc no requieren de la existencia de estos dispositivos, ya que los propios ordenadores que llevan instalados los adaptadores inalámbricos pueden realizar estas funciones.

Existen muchos tipos de puntos de acceso dependiendo del tipo de red sobre el que funcionan, aunque a algunos de ellos no se les llama así. Por ejemplo, una antena de telefonía móvil también es un punto de acceso al que se conectan todos los usuarios que se encuentran dentro de su radio de acción.

Para que una red inalámbrica extienda su radio de acción, es necesario que cada punto de acceso tenga una cobertura suficiente para llegar a todos los equipos. A su vez, estos equipos también deben tener la potencia necesaria para poder enviar datos a los puntos de acceso, que deberán conectarse unos con otros para que todos dispongan de conexión. Para poder conectar unos puntos de acceso con otros se puede utilizar también la propia señal inalámbrica o se puede optar por utilizar cableado. Por ejemplo, las antenas de telefonía móvil se comunican unas con otras a través de enlaces de microondas o de cable, mientras que los puntos de acceso de las redes locales inalámbricas disponen de conectores RJ-45 para poder interconectarlos a través de una red Ethernet. En este caso, los puntos de acceso inalámbricos también se comportan como puentes entre la red cableada y la red inalámbrica.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Para ampliar las zonas de cobertura, también es posible utilizar diferentes tipos de antenas conectadas a los puntos de acceso. En general, se pueden utilizar antenas que transmitan en todas direcciones o antenas que concentren la señal en determinadas direcciones, lo que permitirá mayores alcances.

2.6 SISTEMAS OPERATIVOS DE RED

Por definición, un **sistema operativo** es un conjunto de programas que gestionan de forma eficiente las operaciones básicas de un sistema informático. Por su parte, un **sistema operativo de red** se encarga además de gestionar todos los recursos disponibles en la red de comunicación.

Actualmente, la mayoría de sistemas operativos modernos disponen de soporte para manejar los recursos de las redes de comunicación. Dada la complejidad de los dispositivos electrónicos actuales, muchos de ellos ya utilizan sistemas operativos para funcionar, por lo que esta característica ya no es exclusiva de los ordenadores y del equipamiento informático en general. Actualmente, es normal encontrar sistemas operativos instalados en agendas electrónicas, teléfonos móviles, receptores de televisión digital terrestre e incluso algunos electrodomésticos.

Aparte de las funciones genéricas que realiza cualquier sistema operativo, un sistema operativo de red está especializado en gestionar:

- Los recursos disponibles en el equipo local para que puedan ser accesibles desde otros equipos de la red.
- Los recursos compartidos en otros equipos de la red para que estén disponibles en el equipo local.
- Los permisos de acceso a todos los recursos compartidos.

Tradicionalmente, los distintos sistemas operativos de red han sido incompatibles entre sí debido a que trabajaban con diferentes tipos de servicios basados en diferentes protocolos. Actualmente, es muy común encontrar redes heterogéneas donde coexisten equipos con diferentes sistemas operativos (Microsoft Windows, GNU/Linux, Mac OS X, etc.). Esto es debido a que muchos servicios y protocolos se han ido estandarizando con el paso del tiempo, de forma que ahora son completamente compatibles entre sí.

Los sistemas operativos de red también están especializados en las tareas que se van a llevar a cabo en el equipo donde se encuentran instalados. Puesto que la función de una estación de trabajo no va a ser la misma que la de un servidor, los sistemas operativos modernos también están especializados en estos dos entornos de trabajo.

2.7 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Cuando se habla de una red de transmisión de datos, automáticamente siempre se piensa en el sistema o **medio** empleado, para comunicar los equipos. A esta parte de la red que se encarga de transportar la información de un origen a un destino se le denomina **medio de transmisión**.

El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Distinguimos dos tipos de medios: **guiados y no guiados**. En ambos casos, la transmisión se realiza por medio de ondas electromagnéticas. Los medios guiados conducen las ondas a través de un campo físico (cables). Los medios no guiados proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen (como es el aire).

La naturaleza del medio, junto con la de la señal que se transmite a través de él, constituye un factor determinante de las características y la calidad de la transmisión. En el caso de medios guiados, es él mismo el que determina las limitaciones de la transmisión.

Puesto que existen muchas formas de instalar redes locales en organizaciones y universidades, y todo depende del cableado que se utilice, los conectores, la forma en la se interconectan los dispositivos, etc., para ayudar a tomar todas esas decisiones, existen varios estándares de **cableado estructurado**. La más utilizada es la EIA/TIA-568, desarrollada por la Asociación de Industrias de Electrónica y la Asociación de Industria de Telecomunicaciones, aunque existen otras muy importantes como EN 50173 e ISO/IEC-11801.

2.7.1 Par trenzado

El **par trenzado** consiste en dos cables de cobre aislados, normalmente de 1 mm de espesor, enlazados de dos en dos de forma helicoidal, semejante a la estructura del ADN. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos y a otras interferencias procedentes del exterior.

NOTA:

Dos alambres paralelos constituyen una antena simple, de forma que son capaces de inducir o ser inducidos con una corriente eléctrica proveniente de cables cercanos. El ejemplo más claro se encuentra en el funcionamiento de los transformadores de corriente.

Los pares trenzados suelen agruparse en cables de mayor grosor, recubiertos por un material aislante, ya que su transmisión suele ser simplex. Dependiendo de la forma en la que se agrupan estos pares, tenemos varios tipos. Los más utilizados son los cables no apantallados o **UTP** (Unshielded Twisted Pair) y los cables apantallados o **FTP** (Fully Shielded Twisted Pair).

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Dependiendo del número de pares que tenga un cable, el número de vueltas por metro que posee su trenzado y los materiales utilizados, los estándares de cableado estructurado clasifican a los tipos de pares trenzados por categorías: **categoría 1** (cable paralelo), **categoría 2**, **categoría 3**, **categoría 4**, **categoría 5**, **categoría 5e**, **categoría 6** y **categoría 7**.

2.7.2 Cable coaxial

El **cable coaxial** es otro medio típico de transmisión. Este cable tiene mejor blindaje que el par trenzado, por lo que puede alcanzar velocidades de transmisión mayores y los tramos entre repetidores o estaciones pueden ser más largos.

El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central por donde circula la señal, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material está rodeado por un conductor cilíndrico presentado como una malla de cobre trenzado que hace de masa. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. Esta construcción le confiere un elevado ancho de banda y excelente inmunidad al ruido.

La velocidad de transmisión de este cable depende de su longitud y en cables de 1 km es posible entre 1 Gbps y 2 Gbps. Los cables coaxiales solían utilizarse en el sistema telefónico como conexiones de gran capacidad y largo recorrido para soportar multitud de comunicaciones simultáneas, pero ahora se les ha reemplazado por la fibra óptica en esas conexiones. Sin embargo, el cable coaxial todavía se utiliza para la televisión por cable y para la conexión de los abonados a redes de área extensa de fibra óptica.

NOTA:

El término **banda ancha** viene de la telefonía y se refiere a cualquier señal más allá de los 4 KHz. Sin embargo, en el mundo de las redes de ordenadores **cable de banda ancha** significa "cualquier cable que utilice transmisión analógica".

Hay dos tipos fundamentales de cable coaxial: el **cable coaxial de banda base** (para transmisión digital) y el **cable coaxial de banda ancha** (utilizado para transmisión analógica), cuyas características son las siguientes:

- **Coaxial de banda base:** se utiliza en la transmisión digital. El ancho de banda máximo que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1 km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de transmisión de datos de hasta 10 Mbps y, en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Los cables coaxiales se emplean ampliamente en redes de área local y par transmisiones de largas distancias, aunque utilizar cables de mayor longitud hace reducir la velocidad de transmisión. Existen dos tipos:
 - **Coaxial grueso:** comenzó a utilizarse en redes locales y hoy en día sólo se emplea para realizar la estructura troncal de distribución de la red. Hay dos tipos:

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

- **RG-100:** es el más utilizado. Su núcleo es de 2,6 mm, mientras que la malla es de 9,5 mm (dando lugar a un cable de 1 cm de diámetro aprox.).
- **RG-150:** posee una secuencia de capas trenzadas que protegen mejor de las interferencias electromagnéticas. Su núcleo es de 3,7 mm, mientras que la malla es de 13,5 mm (dando lugar a un cable de 1,5 cm de diámetro).
- **Coaxial fino:** dada su flexibilidad es más fácil de instalar, aunque es más caro y posee menor inmunidad frente a interferencias. Posee un núcleo de 1,2 mm y una malla de 4,4 mm, lo que hace un cable de aproximadamente 0,5 cm. Existen varios tipos de cables coaxiales finos, pero el más utilizado es el RG-58 (en España se llama RG-58/U).
- **Coaxial de banda ancha:** se utiliza para transmisión analógica, comúnmente para el envío de la señal de televisión por cable. Dado que las redes de banda ancha utilizan la tecnología patrón para envío de señales de televisión por cable, los cables pueden emplearse para aplicaciones que realicen transmisiones de hasta 100 km de distancia, gracias a la naturaleza analógica de la señal (es menor crítica que la digital). Un cable que funcione a 300 Mhz de frecuencia, por lo general, puede mantener velocidades de transmisión de datos de hasta 150 Mbps.

2.7.3 Fibra óptica

La fibra óptica está basada en la utilización de las ondas de luz para transmitir información binaria. Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes:

La fuente de luz: se encarga de convertir una señal digital eléctrica (ceros y unos) en una señal óptica. Típicamente se utiliza un pulso de luz para representar un "1" y la ausencia de luz para representar un "0", o se modifica su longitud de onda.

El medio de transmisión: es una fibra de vidrio ultradelgada que transporta la luz.

El detector: se encarga de generar un pulso eléctrico en el momento en el que la luz incide sobre él.

Al conectar una fuente de luz en un extremo de una fibra óptica y un detector en el otro, tenemos un sistema que transmite la información en una sola dirección, aceptando una señal eléctrica, convirtiéndola, transmitiéndola en pulsos de luz y, después, reconvirtiéndola a una señal eléctrica en el extremo del receptor.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

La fibra óptica está diseñada para transportar señales de luz. Se trata de un cilindro de pequeña sección flexible (diámetro del orden de 2 a 125 μm) por el que se transmite la luz, recubierto de un medio con un índice de refracción menor que el del núcleo a fin de mantener toda la luz en el interior de él. A continuación viene una cubierta plástica delgada para proteger el revestimiento e impedir que cualquier rayo de luz del exterior penetre en la fibra. Finalmente, varias fibras suelen agruparse en haces protegidos por una funda exterior.

NOTA:

Para que nos hagamos una idea del grosor del cable de fibra óptica, el grosor del cabello humano es de alrededor de 50 μm .

Los cables de fibra óptica suelen estar formados por varias fibras (cada una transmitiendo en un sentido), que forman dos tipos de cables dependiendo de dónde van a ser instalados. Tenemos los **cables holgados** (Loose Tube), que se montan con un único revestimiento para todas las fibras que alberga y los **cables con recubrimiento ajustado** (Tight Buffered), donde se montan las fibras independientemente, con un recubrimiento propio para cada una de ellas.

Con la tecnología actual, la fibra óptica permite una velocidad de transmisión experimental en el laboratorio que sobrepasa los 50.000 Gps (50 Tbps). El límite práctico se encuentra cerca de 10 Gbps y es debido a la incapacidad que los dispositivos tienen para convertir con mayor rapidez las señales eléctricas a ópticas y al revés (tanto los emisores como los detectores). También permite instalar cables de longitudes muy elevadas (de hasta 30 Km), aunque una baja calidad en la fabricación de la fibra puede hacer que las impurezas que contenga absorban parte de la señal, lo que puede limitar sus longitudes máximas.

Frente a la velocidad de transmisión tan elevada que tiene la fibra, el inconveniente principal es su gran coste. No tiene tanto que ver con el precio por metro de fibra, sino que más bien está relacionado con el montaje. El cable de fibra óptica no se puede doblar demasiado y las conexiones son muy costosas y complicadas. Muchas veces es más rentable desechar varios kilómetros de fibra antes que hacer una unión de varios tramos.

2.7.4 Comunicaciones inalámbricas

La comunicación inalámbrica, que prescinde de cualquier cable entre el emisor y el receptor, resulta necesaria para aquellos usuarios móviles que tienen que estar continuamente conectados. También es de mucha utilidad cuando resulta muy costoso tender hilos de comunicación en zonas geográficas de difícil acceso.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Las comunicaciones inalámbricas consisten en el envío y recepción de electrones (o fotones) que circulan por el espacio libre (el aire). Estas partículas viajan en forma de ondas electromagnéticas que se propagan del mismo modo que las ondas del agua en un estanque. Dependiendo de la frecuencia de la señal, existen diferentes tipos de enlaces inalámbricos, exhibiendo diferentes propiedades.

En el ámbito de las redes locales, las ondas electromagnéticas más utilizadas son las **microondas**, permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Sus frecuencias están comprendidas entre 1 y 10 GHz y posibilitan velocidades de transmisión aceptables, del orden de 10 Mbps. Por encima de los 1.000 Hz, las microondas viajan en línea recta y, por tanto, se pueden enfocar en un haz de pequeña anchura. Concentrar toda la energía en un haz pequeño con una antena parabólica produce una relación señal/ruido muy alta (es decir, la amplitud del ruido puede ser muy pequeña), pero las antenas del emisor y el receptor deben estar muy bien alineadas entre sí. A diferencia de las ondas de radio, las microondas no atraviesan bien los obstáculos, de forma que es necesario situar antenas repetidoras cuando queremos realizar comunicaciones a largas distancias. Las microondas se utilizan también en las transmisiones de redes locales a pequeñas distancias, como es el caso de los estándares WiFi y Bluetooth.

Otras señales electromagnéticas utilizadas en los equipos informáticos son las **ondas infrarrojas** y **milimétricas**, que se utilizan mucho para la comunicación de corto alcance (apenas unos escasos metros). Estas ondas son relativamente direccionales y baratas, pero tienen un inconveniente importante: no atraviesan los objetos sólidos. Este inconveniente también resulta a veces una ventaja en el sentido de que ofrecen más seguridad, precisamente porque la comunicación no atraviesa las paredes de un edificio.

2.8 CABLEADO ESTRUCTURADO

Instalar una red local de pequeñas dimensiones con un solo concentrador de cableado no suele plantear demasiados problemas. La instalación más simple que se puede realizar para que la red esté operativa consiste en fijar el concentrador (normalmente a la pared) y conectar todos los equipos usando cables de diferentes longitudes. Esta instalación puede funcionar perfectamente, pero plantea algunos problemas. El primero consiste en que los cables que conectan los equipos con el concentrador se tiran por el suelo, lo que resulta muy engorroso para los usuarios, ya que pueden tropezar con ellos, además de que pueden pisarlos o hacer que se produzca un corte no intencionado. Para solucionar este problema, se pueden utilizar conductos de plástico que se fijan a la pared e introducir todos los cables por ellos. Sin embargo, no es buena idea introducir también por estos conductos el cableado eléctrico, ya que puede generar interferencias con la red.

Otro problema que se puede generar en este tipo de instalaciones se produce a la hora de realizar el mantenimiento. Por ejemplo, suele ser común la rotura de algunos conectores de red, por lo que el administrador debe cortar el fragmento y

engastar un nuevo conector. El problema surge cuando el cable queda demasiado corto. Se puede hacer un empalme, pero suele ser bastante difícil asegurar que no generará ruido. La única alternativa que queda es sacar todo el fragmento de cable e instalar uno nuevo más largo.

Finalmente, un problema que se suele agravar con el tiempo en este tipo de instalaciones son las ampliaciones. Por ejemplo, si se desea instalar más equipos o conectar esa red con otra de reciente instalación. La cantidad de cable que se debe instalar suele aumentar muy rápidamente, los concentradores se llenan de conexiones y el administrador le cuesta cada vez más trabajo encontrar las averías.

Por todas estas razones, en la instalación de una red se suele seguir una serie de normas que aseguran un buen funcionamiento y permiten que la administración no se convierta en un quebradero de cabeza.

Un estándar de **cableado estructurado** especifica cómo debe organizarse la instalación del cableado de comunicaciones en edificios, sobre todo, a nivel empresarial. Engloba todas las aplicaciones de comunicaciones, como voz, megafonía, conexiones de ordenadores, etc. El estándar especifica de forma concisa el tipo de cable a utilizar, conectores, longitudes máximas de los tramos, organización de los elementos de interconexión, etc.

Aplicar un estándar de cableado estructurado a nuestra empresa nos ofrece muchas ventajas, entre las que destacamos:

- Facilita las tareas de mantenimiento y supervisión.
- Asegura un funcionamiento óptimo si se cumplen todos los requisitos del estándar.
- Posibilita la inclusión de una alta densidad de cableado.
- Permite la integración de diferentes tecnologías de redes.
- Resulta fácilmente ampliable.
- Es independiente de los fabricantes, por lo que posibilita la libertad de elección de todos los equipos.

2.8.1 Subsistemas de cableado estructurado

En este capítulo se ha incluido una breve reseña de estos estándares, ya que se trata de un conjunto de especificaciones muy amplio. Todos los estándares mencionados incluyen compatibilidad para cableado telefónico convencional, redes Ethernet (exceptuando 10Base-2, 10-Base5 y 10Broad-36), FDDI, ATM, Frame Relay y RDSI.

El conjunto de todo el cableado estructurado de un edificio es su **sistema de comunicaciones**. Puesto que está organizado en varias partes, existen diferentes **subsistemas**, cada uno de los cuales engloba un subconjunto de especificaciones.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Esos subsistemas son los siguientes:

- **Cableado de campus:** se utiliza para interconectar los diferentes edificios de la organización. Puesto que por éste circula gran cantidad de tráfico, se recomienda el uso de fibra óptica.
- **Entrada del edificio:** es el punto en el que se conectan los cables exteriores con los cables interiores del edificio. Se puede decir que es la frontera que separa la instalación que es responsabilidad de la compañía de comunicaciones con la instalación privada gestionada por la empresa. También se le llama **punto de demarcación** o demarc.
- **Sala de equipamiento:** es el punto en el que confluyen todas las conexiones del edificio, por lo que su complejidad de montaje es mayor que la de cualquier otra sala. Se podría considerar que es la “sala de máquinas” de todo el bloque.
- **Cableado troncal:** es el encargado de llevar a cabo la comunicación de todos los elementos del edificio, a través del cableado vertical (entre plantas), las conexiones con el exterior y los cables que comunican otros edificios colindantes. Se utilizará cableado UTP de hasta 800 m de longitud para transmisión de voz y FTP de hasta 90 m para transmisión de datos. En el caso de que se use fibra óptica, se permiten hasta 2.000 m en fibra multimodo (50/125 μm o 62.5/125 μm) y 3.000 m en fibra monomodo.
- **Armarios de distribución:** Es el lugar en el que confluyen los cables de comunicaciones. Contienen todos los concentradores de cableado, conmutadores, puentes, etc.
- **Cableado horizontal:** se extiende desde las conexiones de pared (también llamadas **rosetas** o canales de telecomunicaciones según los estándares) de las oficinas y despachos hasta los armarios de comunicaciones. En el estándar se reconocen los siguientes medios: cable UTP, cable ScTP y cable multimodo de 2 fibras de 50/125 μm o 62.5/125 μm (para enlaces de elevado tráfico). Así mismo, existen unos límites máximos en lo que se refiere a las longitudes de los cables, que aparecen en la tabla 2.1
- **Área de trabajo:** es el punto de conexión entre los dispositivos (ordenadores, etc.) y los enchufes de pared. En cada enchufe se deberán instalar, al menos, dos conexiones, una para voz (par trenzado) y otra para datos (par trenzado o fibra óptica). Los cables que conectan los enchufes de pared con los equipos deben tener una calidad mínima igual a la del cableado horizontal al que están conectados y sus longitudes aparecen en la tabla 2.1. La instalación del cableado del área de trabajo se puede realizar por la pared, por el suelo o por el techo (usando la zona de falso techo también llamada plenum). Cualquier cableado que se instale por el techo deberá ser de tipo plenum, ya que produce menos humo en caso de incendio.

Las longitudes máximas de los distintos tramos de cable aparecen en la tabla 2.1. Para el cableado de fibra óptica se permiten longitudes mayores. Como se puede observar, las longitudes máximas dependen de la longitud del cableado horizontal:

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

por ejemplo, si se reduce su longitud, entonces se podrá aumentar la longitud del cableado del área de trabajo o los latiguillos de los paneles. Hay que tener en cuenta que estas longitudes se han calculado para el cable 24 AWG, por lo que si se utiliza cable de menor grosor deberán ser menores (el AWG es la medida del calibre o grosor de los cables).

Tabla 2.1 Algunas longitudes máximas de cable de cobre. Obtenido de la referencia bibliográfica www.siemon.com

Longitud del cableado horizontal	Longitud máxima del cableado del área de trabajo	Longitud máxima del cableado del área de trabajo más los latiguillos en los paneles de conexiones
90 m	5 m	10 m
85 m	9 m	14 m
80 m	13 m	18 m
75 m	17 m	22 m
70 m	22 m	27 m

En instalaciones de redes medianas y grandes es normal encontrar más de una sala de equipamiento, normalmente una sala de equipamiento por edificio o planta. En estas condiciones, existe una sala de equipamiento principal, denominada **conexión cruzada principal** (main cross-connect o MC), a la que se unen las **conexiones intermedias** (intermediate cross-connect o IC), que finalmente terminan en las **conexiones horizontales** (horizontal cross-connect o HC).

Para las llamadas **oficinas abiertas**, es decir, espacios amplios en los que es frecuente la movilidad del mobiliario y las particiones, los estándares ANSI/EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801:2002 han incluido normas para establecer su instalación. En ellas, se definen los puntos de consolidación y los distribuidores de telecomunicaciones. Un **punto de consolidación** es aquel que conecta el área de trabajo con el cableado horizontal y que permite la movilidad del área de trabajo. Por su parte, un **distribuidor de comunicaciones** conecta el cableado horizontal con una o varias áreas de trabajo. Con el propósito de reducir su efecto de múltiples conexiones muy próximas entre sí, los estándares no permiten una longitud superior a los 15 m en los cables que conectan los puntos de consolidación con los armarios de comunicaciones. Toda la instalación de dispositivos de interconexión deberá estar convenientemente conectada a tierra, siguiendo las recomendaciones del estándar ANSI-J-STD-607-A.

2.8.2 Estándares TIA/EIA sobre cableado estructurado

Existen muchos estándares internacionales de cableado estructurado, que en la práctica tienen diferencias muy poco significativas. Todos ellos han sido actualizados para incluir redes de comunicación más modernas y rápidas. Los más importantes por ámbito de aplicación son:

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

- Normas internacionales:
 - **ISO/IEC 11801**: estándar a nivel internacional cuya última actualización (la tercera en orden cronológico) se realizó en el año 2002 (norma ISO/IEC 11801:2002). Define de una forma genérica cómo se debe realizar la instalación del cableado en edificios.
 - **ISO/IEC 14763-1**: indica cómo se debe llevar a cabo la administración, documentación y registro de una instalación de cableado en concordancia con la norma ISO/IEC 11801.
 - **ISO/IEC 14763-2**: indica los pasos a seguir en los procesos de planificación, especificación e instalación de sistemas de cableado estructurado, siguiendo la norma ISO/IEC 11801.
 - **ISO/IEC 14763-3**: establece cómo se realiza la comprobación de una instalación ISO/IEC 11801 con cables de fibra óptica.
 - **IEC 61935-1**: define cómo se comprueba el cableado de cobre en una instalación que sigue la norma ISO/IEC 11801.
- Normas europeas:
 - **EN 50173**: norma europea basada en ISO/IEC 11801 que define la terminología y los sistemas de cableado estructurado en general.
 - **EN 50174-1**: ofrece documentación de carácter informativo sobre la especificación, implantación y operación de los sistemas de cableado de cobre y fibra óptica.
 - **EN 50174-2**: define los métodos para realizar la instalación del cableado en el interior de los edificios.
 - **EN 50174-3**: define los métodos para realizar la instalación del cableado en el exterior de los edificios.
 - **EN 50310**: establece los métodos de instalación de tomas de tierra en edificios.
 - **EN 50346**: define los métodos de comprobación del cableado instalado.
- Normas norteamericanas:
 - **ANSI/EIA/TIA-568-A**: norma utilizada en Estados Unidos desde 1991, que ha quedado obsoleta en la actualidad y superada por la norma ANSI/EIA/TIA-568-B.
 - **ANSI/EIA/TIA-568-B**: norma que actualiza la anterior y que está dividida en:
 - **ANSI/EIA/TIA-568-B.1**: establece cómo debe realizarse el cableado de telecomunicaciones comercial.
 - **ANSI/EIA/TIA-568-B.2**: define el cableado de par trenzado de 100 Ω .
 - **ANSI/EIA/TIA-568-B.3**: define el cableado de la fibra óptica.
 - **ANSI/EIA/TIA-569-A**: establece las características de instalación del cableado en edificios, teniendo en cuenta los espacios disponibles y las remodelaciones que se puedan realizar.
 - **ANSI/EIA/TIA-570-A**: define la instalación del cableado en zonas residenciales.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

- **ANSI/EIA/TIA 606:** establece un método de administración uniforme para el sistema de cableado.
- **ANSI/EIA/TIA 607:** especifica las normas a seguir para la instalación de tomas de tierra en edificios comerciales.

2.8.3 Estándares de cable UTP/STP

El estándar ANSI/EIA/TIA-569 está dividido en varios boletines técnicos que establecen los elementos de transmisión. Estos son:

- **TSB36:** especifica la utilización de cableado de par trenzado.
- **TSB40:** establece el uso del conector RJ-45 y los métodos para realizar empalmes de cableado.
- **TSB53:** especifica la utilización de cableado de par trenzado apantallado.

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, los estándares de cableado estructurado ANSI/EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11808:2002 aceptan diferentes tipos de cableado: UTP/FTP para las instalaciones de cobre y cable multimodo (50/125 μm o 62.5/125 μm) y monomodo para las instalaciones de fibra óptica. En el caso del cable trenzado de cobre, las diferentes calidades existentes, es decir, la **categoría** (según ANSI/EIA/TIA-568) o **clase** (según ISO/IEC 11801), determinarán la velocidad máxima de transmisión y la distancia máxima entre las conexiones. La categoría del cable depende de la cantidad de trenzado por metro (cuanto mayor es este valor, mayor su inmunidad al ruido) y la existencia o no de una pantalla protectora.

Puesto que las necesidades de transmisión han ido en aumento, ha sido necesaria una mejora en la calidad del cableado de cobre. Las capacidades de transmisión han sido divididas por categorías o clases y se exponen en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Categorías de cableado de cobre

Categoría/Clase	Frecuencia de funcionamiento	Aplicaciones
3/A	16 Mhz	Ethernet (10 Mbps), Token Ring (4 Mbps), LocalTalk y telefonía.
4/B	20 Mhz	Ethernet (10 Mbps), Token Ring (4 Mbps), LocalTalk y telefonía.
5/C	100 Mhz	Ethernet (10-100 Mbps), Token Ring (4-16 Mbps) y ATM (155 Mbps).
5e/D	100 Mhz	Ethernet (10-100 Mbps), Gigabit Ethernet (1 Gbps) y ATM (155 Mbps).
6/E	250 Mhz	Ethernet (10-100 Mbps), Gigabit Ethernet (1 Gbps).
6a/EA	500 Mhz	Ethernet (10-100 Mbps), Gigabit Ethernet (1 – 10 Gbps).
7/F	600 Mhz	Gigabit Ethernet (1 – 10 Gbps).
7a/FA	1000 Mhz	Gigabit Ethernet (1 – 10 Gbps).
8/G	2000 Mhz	Gigabit Ethernet (1 – 40 Gbps).

La categoría 6/Clase E permite un mayor rendimiento para el cableado apantallado y no apantallado y ha sido diseñada por TIA e ISO. Es compatible con categorías inferiores y obliga a utilizar conectores de ocho pines en el área de trabajo, ya que utiliza cuatro pares trenzados para la transmisión.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Por su parte, la categoría 7/Clase F permite todavía un mayor rendimiento solamente para cableado apantallado y también es compatible con categorías inferiores. Esta categoría ha sido definida por ISO, ya que TIA no desarrolla este estándar activamente. En ISO/IEC 11801:2002 se indica que la categoría 7/Clase F sólo se cumple si toda la instalación se realiza con cableado ScTP.

Para asegurar la integridad completa del sistema, los cables horizontales deben terminar en cableado de la misma categoría (o superior). Así mismo, los cables utilizados para conectar los concentradores y los latiguillos también deben ser de la misma categoría (o superior). Finalmente, se debe mencionar que el cableado de la red no cumplirá con la categoría 3, 4, 5, 6, o 7 a menos que todos los componentes del sistema satisfagan los requerimientos de sus respectivas categorías.

2.8.3.1 TIPOS DE PARES TRENZADOS

El par trenzado es un cable muy utilizado en pequeñas y grandes instalaciones. Su uso es debido a su facilidad de instalación, su reducido coste y su buen rendimiento, además de que se trata de una tecnología muy desarrollada actualmente. El cableado de par trenzado está disponible en varias versiones.

- **Par trenzado no apantallado** (UTP): este cableado dispone de una mayor flexibilidad, por lo que suele instalarse como latiguillos en los paneles de parcheo y las conexiones del área de trabajo entre los enchufes de pared y los equipos, donde además su longitud suele ser bastante reducida. Tiene una impedancia característica de $100\ \Omega$ y está formado por cuatro pares: blanco-azul, y azul, blanco-naranja y naranja, blanco-verde y verde, y blanco-marrón y marrón.
- **Par trenzado apantallado** (STP, S/STP, FTP, S/FTP o S/UTP): este tipo de cable está formado por cuatro pares apantallados par a par o globalmente por una malla conductora. Debido a su pantalla, se trata de un cable más rígido y de mayor coste, pero permite una mayor protección frente a interferencias. Tiene una impedancia característica de $150\ \Omega$ y su espesor no es significativamente superior que el cable no apantallado.
- **Cable multipar**: se trata de un cable de par trenzado que puede ir apantallado o no y que incluye una gran cantidad de pares. En los estándares de cableado estructurado aparece normalmente definido por 25 pares. Hay que tener en cuenta que en este tipo de cable no deben circular señales incompatibles que puedan producir diafonía.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Los cables de par trenzado, al igual que otros cables de cobre, se caracterizan por el diámetro del núcleo conductor. Cuanto mayor es este diámetro, mayor grosor tendrá el cable y menor resistencia tendrá al paso de la corriente eléctrica. Esto quiere decir que un cable de cobre de mayor grosor tendrá unas características de atenuación mejores con respecto a cables de menor grosor, por lo que serán capaces de cubrir distancias más largas. La mayoría de los fabricantes utilizan la medida del **AWG** (American Wire Gauge o Calibre del Cable Americano) para indicar el grosor del cable. El valor más común para el par trenzado es 24 AWG, que se corresponde con un diámetro del cobre de 1/24 de pulgada. El valor del AWG puede variar en los cables trenzados actuales de 9 a 26 AWG.

2.8.3.2 ESPECIFICACIONES DE CONEXIONES

Los cables UTP y FTP suelen ir engastados de fábrica (a estos cables se les llaman **latiguillos**, aunque, si se desea montar el cableado interno de la red, será necesario engastarlos manualmente).

Los estándares de cableado estructurado definen varios tipos de conexiones que se pueden utilizar a la hora de ensamblar el cableado de par trenzado con el conector RJ-45, tanto machos como hembras. De todas ellas, las que más se utilizan son la T568A y la T568B, y será el instalador el que decida cuál resulta más recomendable usar, sobre todo si ya existe cableado anterior que se desea reutilizar. Para distinguir fácilmente estas conexiones en una instalación, el estándar ANSI/EIA/TIA 606-A indica que no bastan las marcas indicativas del fabricante, sino que hay que utilizar una serie de normas de etiquetado.

Para el montaje de **cables cruzados**, se engasta cada extremo utilizando un estándar diferente (uno será 568^a y el otro 568B). Este tipo de conexiones se utiliza, como regla general, para comunicar dos dispositivos que funcionan en el mismo nivel de arquitectura (por ejemplo, para conectar dos conmutadores o dos estaciones). Para aplicar correctamente esta regla hay que considerar que los concentradores trabajan al mismo nivel que los conmutadores y los puentes, y que las estaciones y los servidores trabajan al mismo nivel que los encaminadores. Los estándares recomiendan utilizar un color distinto para identificar los cables cruzados.

El uso de cada uno de los pines de un conector está sujeto al estándar de la red de comunicación para la que va a funcionar. Para los estándares IEEE 802, existen dos posibilidades de asignación de pines: la norma T568A y la norma T568B. Siempre se recomienda utilizar preferentemente la norma T568A, aunque lo más importante es seguir siempre la misma norma en una instalación para evitar posibles errores o problemas.

TEMA 2: ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Tabla 2.3 T568A

Pin n.º	Par n.º	Color	Uso
1	3	Blanco verde	Transmisión
2	3	Verde	Masa
3	2	Blanco naranja	Recepción
4	1	Azul	Masa
5	1	Blanco azul	Transmisión
6	2	Naranja	Masa
7	4	Blanco marrón	Recepción
8	4	Marrón	Masa

Tabla 2.4 T568B

Pin n.º	Par n.º	Color	Uso
1	2	Blanco naranja	Recepción
2	2	Naranja	Masa
3	3	Blanco verde	Transmisión
4	1	Azul	Masa
5	1	Blanco azul	Transmisión
6	3	Verde	Masa
7	4	Blanco marrón	Recepción
8	4	Marrón	Masa

Hay que tener en cuenta que, como se ha indicado anteriormente, para el montaje de latiguillos cruzados que unan elementos de interconexión de redes, un extremo será T568A y el otro 568B. El orden de este montaje es indiferente, aunque los estándares recomiendan utilizar un color distinto para el conector que se ha montado cruzado, lo que permite distinguirlos rápidamente en una instalación.

EL MAPA FÍSICO Y LÓGICO DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

Cuando se realiza una instalación de cableado en un edificio, además de conocer cuál es la topología física de la red, también es necesario realizar un mapa o plano de distribución con respecto a la ubicación de los diferentes elementos en cada una de las estancias de ese edificio. De esta forma, la instalación y posteriores modificaciones sobre la red es mucho más sencilla y los planos ayudan a la hora de identificar la ubicación de cada elemento.

Se denomina **mapa físico** de una red a la representación de la distribución de los diferentes elementos sobre el plano de la edificación. Por su parte, el **mapa lógico** de la red es su topología, que define la forma en la que se conectan los equipos.