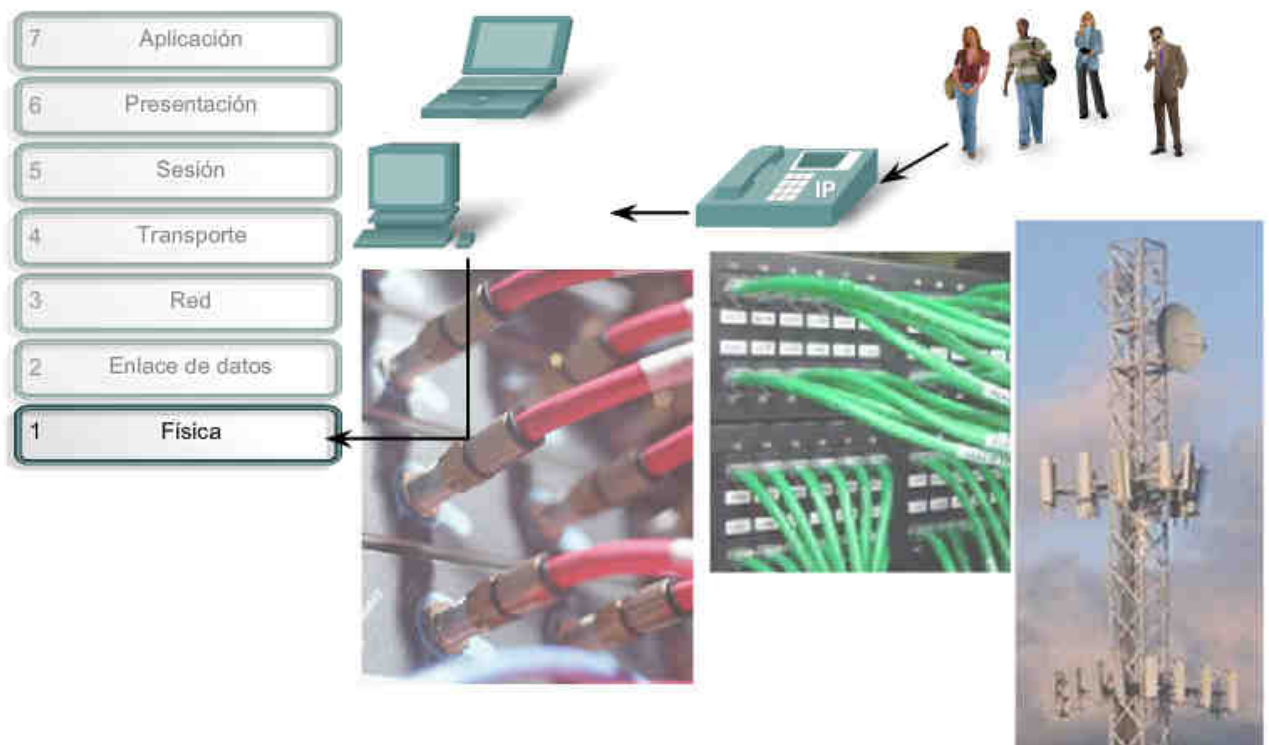


## UNIDAD 3-FUNCIONES DE LA CAPA FISICA

Los protocolos de las capas superiores del modelo OSI toman los datos desde la interface de usuario para realizar la transmisión hacia su destino. La capa física controla la forma de ubicar los datos en el medio de transmisión.

La función de la Capa Física del modelo OSI es la de codificar en señales los dígitos binarios que representan las tramas de la Capa de Enlace de Datos, además de transmitir y recibir estas señales a través de los medios físicos (cables de cobre, fibra óptica o medio inalámbrico) que conectan los dispositivos de la red.



La capa Física interconecta nuestras redes de datos.

La Capa Física proporciona los medios de transporte para los bits que conforman la trama de la Capa de Enlace de Datos a través de los medios de red. Esta capa acepta una trama completa de la Capa de Enlace de Datos y la codifica como una secuencia de señales que se transmiten en los medios locales. Un dispositivo final o un dispositivo intermedio reciben los bits codificados que componen una trama.

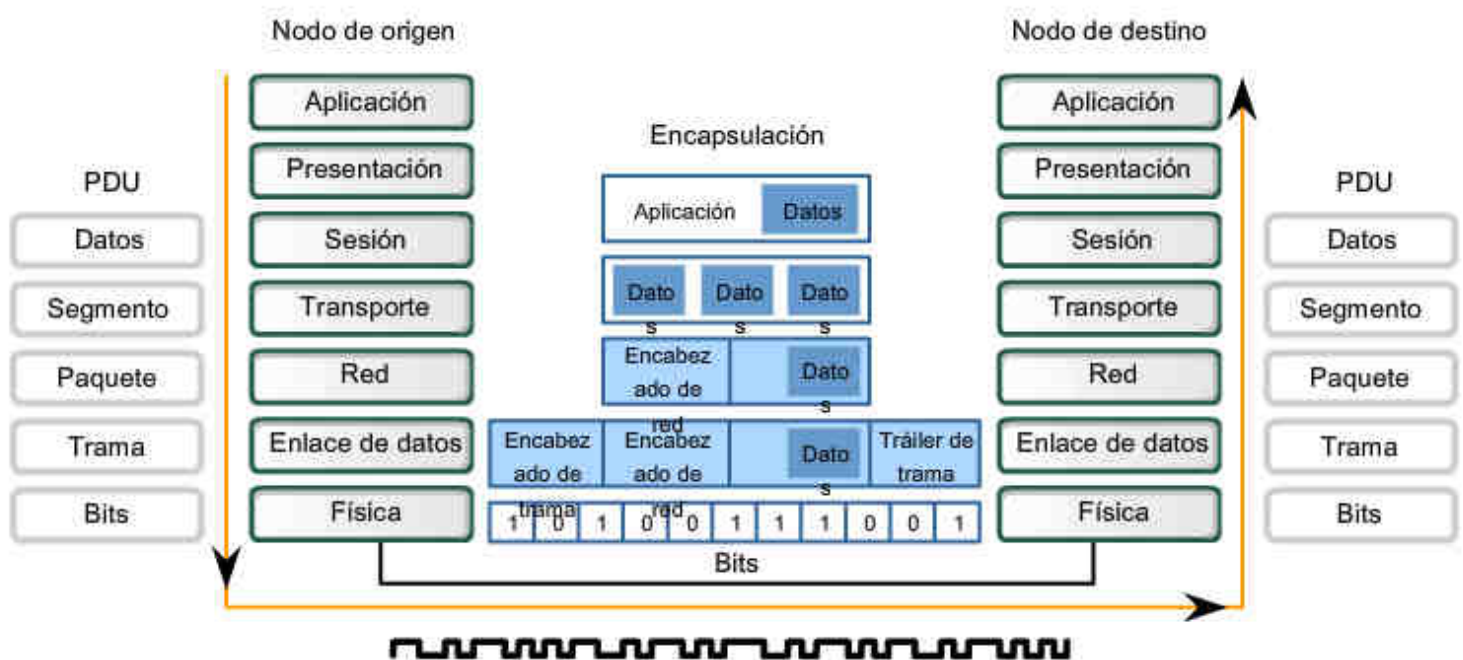
El envío de tramas a través de medios de transmisión requiere los siguientes elementos de la capa física:

- Medios físicos y conectores asociados.
- Una representación de los bits en los medios.
- Codificación de los datos y de la información de control.
- Sistema de circuitos del receptor y transmisor en los dispositivos de red.

La Capa de Transporte **segmenta** los datos del usuario, la Capa de Red los coloca en **paquetes** y posteriormente la Capa de Enlace de Datos los encapsula como **tramas**. El objetivo de la Capa Física es crear la **señal óptica, eléctrica o de microondas** que representa a los bits en cada trama.

Otra función de la Capa Física es recuperar estas señales individuales desde los medios, restaurarlas para sus representaciones de bit y enviar los bits hacia la Capa de Enlace de Datos como una trama completa.

Transformación en bits de las comunicaciones de redes humanas



En los diagramas, las señales en los medios físicos están representadas por medio de este símbolo.



Los medios no transportan tramas, los medios transportan señales para representar los bits que conforman la trama.

Existen tres tipos básicos de medios de red en los cuales se representan los datos:

- Cable de cobre
- Fibra
- Inalámbrico

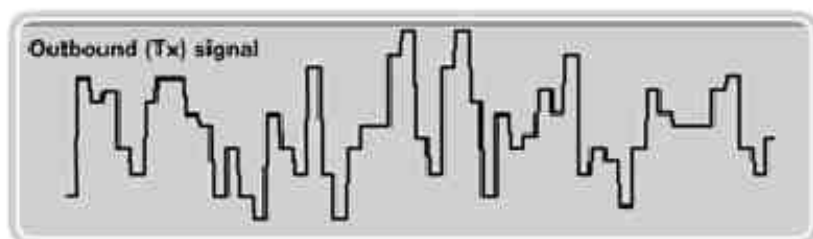
La presentación de los bits como señales, depende del tipo de medio. Para los medios de cable de cobre, las señales son patrones de pulsos eléctricos. Para los medios de fibra, las señales son patrones de luz. Para los medios inalámbricos, las señales son patrones de transmisiones de radio.

## Identificación de una trama

Cuando **la capa física** codifica los bits en señales para un medio específico, también **debe distinguir dónde termina una trama y dónde se inicia la próxima**. De lo contrario, los dispositivos de los medios no reconocerían cuándo se ha recibido exitosamente una trama. En tal caso, el dispositivo destino sólo recibiría una secuencia de señales y no sería capaz de reconstruir la trama correctamente. Indicar el inicio de la trama es a menudo una función de la Capa de Enlace de Datos. Sin embargo, en muchas tecnologías, la Capa Física puede adicionar sus propias señales para indicar el inicio y el final de la trama.

Para que un dispositivo receptor pueda reconocer de manera clara el límite de una trama, el dispositivo transmisor adiciona señales para indicar el inicio y el final de una trama. Estas señales representan patrones específicos de bits que sólo se utilizan para indicar el inicio y el final de una trama.

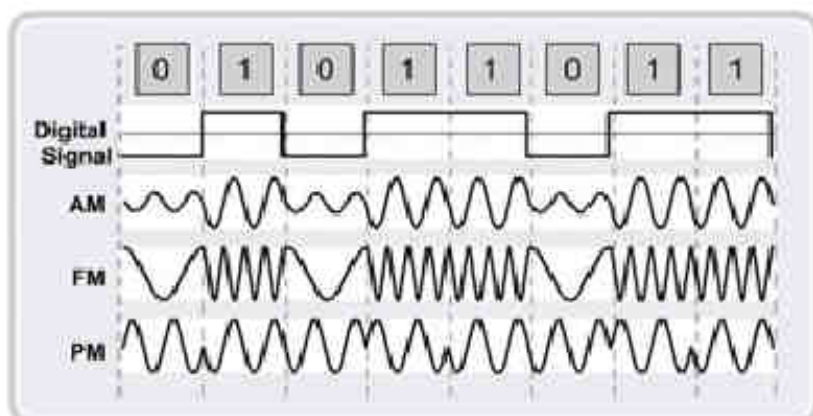
### Representaciones de señales en los medios físicos



Señales eléctricas de muestra transmitidas por cable de cobre



Señales representativas de fibra de pulso de luz



Señales de microondas (inalámbricas)

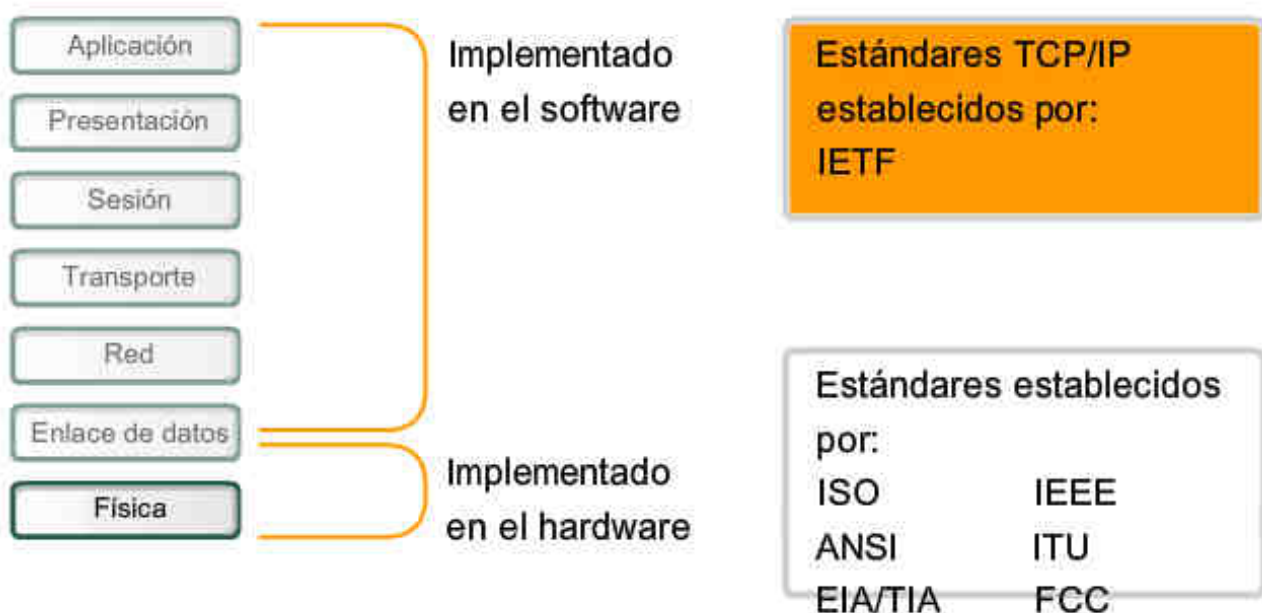
## Estándares de la Capa Física

La Capa Física consiste de hardware en forma de conectores, medios y circuitos electrónicos. Por lo tanto, es necesario que las principales organizaciones especializadas en ingeniería eléctrica y en comunicaciones definan los estándares que rigen este hardware. Por el contrario, las operaciones y los protocolos de las capas superiores del modelo OSI se llevan a cabo mediante software. El grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF) define los servicios y protocolos del conjunto TCP/IP en las RFC.

Al igual que otras tecnologías asociadas con la Capa de Enlace de datos, las tecnologías de la Capa Física se definen por diferentes organizaciones, tales como:

- La Organización Internacional para la Estandarización (ISO).
- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).
- El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI).
- La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).
- La Asociación de Industrias Electrónicas/Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (EIA/TIA).
- Autoridades de las telecomunicaciones nacionales, como la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en EE.UU.

Comparación entre los estándares de capa física y los estándares de capa superior



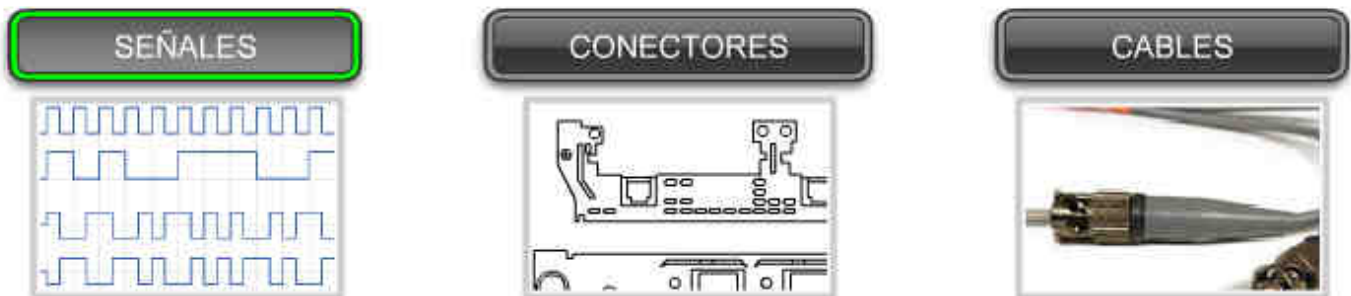
## Hardware y tecnologías de la Capa Física

Las tecnologías definidas por estas organizaciones incluyen cuatro áreas de estándares de la capa física:

- Propiedades físicas y eléctricas de los medios.
- Propiedades mecánicas (materiales, dimensiones, diagrama de terminales) de los conectores.
- Representación de los bits por medio de las señales (codificación).
- Definición de las señales de la información de control.

Todos los componentes de hardware, como adaptadores de red (NIC, Tarjeta de interface de red), interfaces y conectores, material y diseño de los cables, se especifican en los estándares asociados con la capa física.

Los estándares para la capa Física especifican los requisitos de cableado, conectores y señales.



Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. La transferencia de datos puede medirse de tres formas:

- Ancho de banda.
- Rendimiento.
- Capacidad de transferencia útil.



## Ancho de banda

La capacidad de un medio para transportar datos se describe como el **ancho de banda**, el ancho de banda digital mide la cantidad de información que puede fluir desde un lugar hacia otro en un período de tiempo determinado. El ancho de banda generalmente se mide en **kilobits por segundo (Kbps)** o **megabits por segundo (Mbps)**.

El ancho de banda práctico de una red se determina mediante una combinación de factores: las propiedades de las tecnologías y los medios físicos elegidos para señalizar y detectar señales de red.

Las propiedades de los medios físicos, las tecnologías actuales y las leyes de la física desempeñan una función al momento de determinar el ancho de banda disponible.

La figura siguiente muestra las unidades de ancho de banda de uso más frecuente.

Unidades de ancho de banda, velocidad de transmisión (throughput) y capacidad de transferencia útil

Unidad de ancho de banda	Abreviatura	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits por segundo	kbps	1 kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = $10^9$ bps
Terabits por segundo	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = $10^{12}$ bps

# Tipos de medios físicos

La Capa Física se ocupa de la señalización y los medios de red. Esta capa produce la representación y agrupación de bits en voltajes, radiofrecuencia o pulsos de luz. Muchas organizaciones que establecen estándares han contribuido con la definición de las propiedades mecánicas, eléctricas y físicas de los medios disponibles para diferentes comunicaciones de datos. Estas especificaciones garantizan que los cables y conectores funcionen según lo previsto mediante diferentes implementaciones de la Capa de Enlace de Datos.

Por ejemplo, los estándares para los medios de cobre se definen según los siguientes parámetros:

- Tipo de cableado de cobre utilizado.
- Ancho de banda de la comunicación.
- Tipo de conectores utilizados.
- Diagrama de terminales y códigos de colores de las conexiones a los medios.
- Distancia máxima de los medios.

La siguiente figura muestra algunas de las características y estándares de los medios de cobre.

Características de los medios físicos

Medios de Ethernet

	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-FX	1000BASE-CX	1000BASE-T	1000BASE-SX
Medios	UTP Categoría EIA/TIA 3, 4, 5, cuatro pares	UTP Categoría 5 EIA/TIA, dos pares	50/62.5 m fibra multimodo	STP	UTP Categoría 5 (o mayor) EIA/TIA, cuatro pares	fibra multimodo de 50/62.5 micrones
Longitud de segmento máxima	100m (328 pies)	100m (328 pies)	2 km (6562 pies)	25 m (82 pies)	100 m (328 pies)	Hasta 550m (1804 pies) según la fibra utilizada
Topología	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella
Conector	ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)		ISO 8877 (RJ-45)		



1000BASE-LX	1000BASE-ZX	10GBASE-ZR
fibra multimodo de 50/62.5 micrones o fibra monomodo de 9 micrones	Fibra monomodo de 9 m	Fibra monomodo de 9 m
550 m (MMF) 10 km (SMF)	Aprox. 70 km	Hasta 80 km
Estrella	Estrella	Estrella

La siguiente figura muestra **algunas de las características y estándares de los medios inalámbricos**, los cuales serán vistos con más detalle posteriormente

#### Medios inalámbricos

Estándares	Bluetooth 802.15	802.11(a,b,g,n), HiperLAN 2	802.11, MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 2.5- 3G
Velocidad	<1 Mbps	1 - 54+ Mbps	22 Mbps+	De 10 a 384 Kbps
Intervalo	Cortocircuito	Medio	Medio - largo	Largo
Aplicaciones	Dispositivo a dispositivo entre pares	Red empresarial	Fijo, acceso última milla	Acceso para PDA, teléfonos móviles y celulares

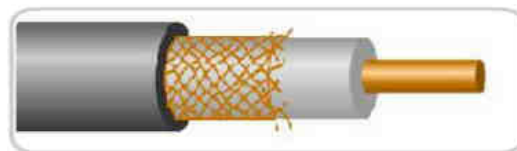
## Medios de cobre

El medio más utilizado para las comunicaciones de datos es el cable de alambres de cobre para señalizar bits de control y datos entre los dispositivos de red. El cableado utilizado para las comunicaciones de datos generalmente consiste en una secuencia de alambres individuales de cobre que forman circuitos que cumplen objetivos específicos de señalización. Otros tipos de cableado de cobre, conocidos como cables coaxiales, tienen un conductor simple que circula por el centro del cable envuelto por el otro blindaje, pero está aislado de éste. El tipo de medio de cobre elegido se especifica mediante el estándar de la Capa Física necesario para enlazar la Capa de Enlace de Datos de dos o más dispositivos de red.

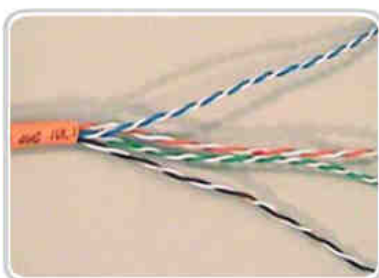
Estos cables pueden utilizarse para conectar los equipos terminales de una LAN a los dispositivos intermedios, como routers o switches. Los cables también se utilizan para conectar dispositivos WAN a un proveedor de servicios de datos, como una compañía telefónica. Cada tipo de conexión y sus dispositivos complementarios incluyen requisitos de cableado estipulados por los estándares de la Capa Física.

Los medios de red generalmente utilizan conectores. Estos elementos ofrecen conexión y desconexión sencillas. Además, puede utilizarse un único tipo de conector físico para diferentes tipos de conexiones. Por ejemplo, el conector RJ-45 se utiliza ampliamente en las LAN con un tipo de medio y en algunas WAN con otro tipo. La siguiente figura muestra algunos conectores y medios de cobre de uso común.

Medios de cobre



Cable coaxial



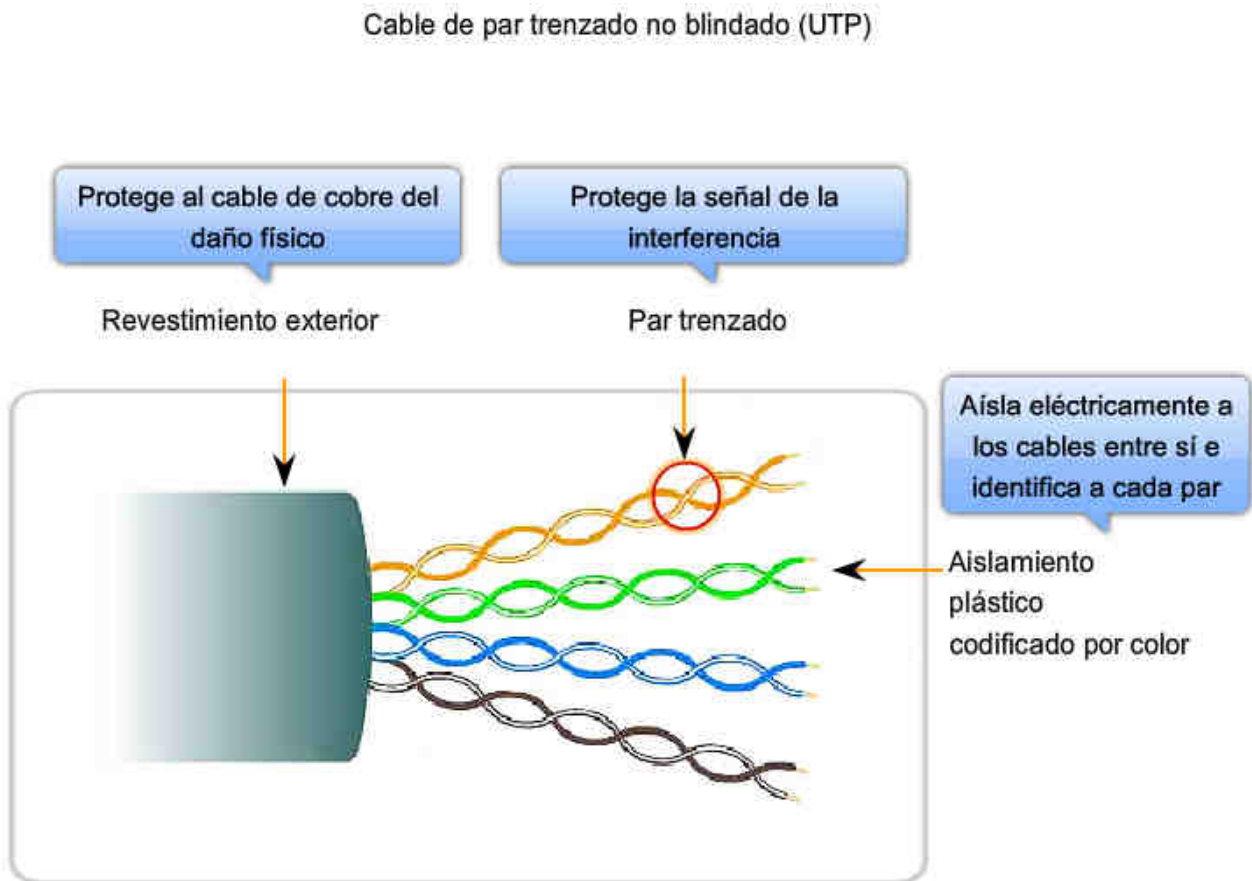
Cable de par trenzado no blindado



Conexiones RJ-45

## Cable de pares trenzados no blindado (UTP)

El cableado de par trenzado no blindado (UTP), como se utiliza en las LAN Ethernet, consiste en **cuatro pares de alambres codificados por color** que han sido trenzados y cubiertos por un revestimiento de plástico flexible. Como se muestra en la siguiente figura, los **códigos de color identifican los pares** individuales con sus alambres y sirven de ayuda para la terminación de cables.



El trenzado cancela las señales no deseadas. Cuando dos alambres de un circuito eléctrico se colocan uno cerca del otro, los campos electromagnéticos externos crean la misma interferencia en cada alambre. Los pares se trenzan para mantener los alambres lo más cerca posible. Cuando esta interferencia común se encuentra en los alambres del par trenzado, el receptor los procesa de la misma manera pero en forma opuesta. Como resultado, las señales provocadas por la interferencia electromagnética desde fuentes externas se cancelan de manera efectiva.

Este efecto de cancelación ayuda además a evitar la interferencia proveniente de fuentes internas denominada crosstalk. Crosstalk es la interferencia ocasionada por campos magnéticos alrededor de los pares adyacentes de alambres en un cable. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de un alambre, se crea un campo magnético circular a su alrededor. Cuando la corriente fluye en direcciones opuestas en los dos alambres de un par, los campos magnéticos, como fuerzas equivalentes pero opuestas, producen un efecto de cancelación mutua. Además, los distintos pares de cables que se trenzan en el cable utilizan una cantidad diferente de vueltas por metro para ayudar a proteger el cable de la crosstalk entre los pares.

## Estándares de cableado UTP

El cableado UTP usado comúnmente en las redes LAN debe cumplir con los estándares estipulados en conjunto por la Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA). **TIA/EIA-568A** estipula los estándares comerciales de cableado para las instalaciones LAN y es el estándar de mayor uso en entornos de cableado LAN. Algunos de los elementos definidos son:

- Tipos de cables.
- Longitudes de los cables.
- Conectores.
- Terminación de los cables.
- Métodos para realizar pruebas de cable.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define las **características eléctricas del cableado de cobre**. IEEE califica el cableado UTP según su rendimiento. Los cables se clasifican en categorías según su capacidad para transportar datos de ancho de banda a velocidades mayores. Por ejemplo, el cable de **Categoría 5 (Cat5)** se utiliza comúnmente en las instalaciones de **FastEthernet 100BASE-TX**. Otras categorías incluyen el cable de **Categoría 5 mejorado (Cat5e)** y el de **Categoría 6 (Cat6)**.

Los cables de categorías superiores se diseñan y fabrican para admitir velocidades superiores de transmisión de datos. A medida que se desarrollan y adoptan nuevas tecnologías Ethernet de velocidades en gigabits, **Cat5e es el tipo de cable mínimamente aceptable en la actualidad**. Cat6 es el tipo de cable recomendado para nuevas instalaciones.

## Tipos de cable UTP

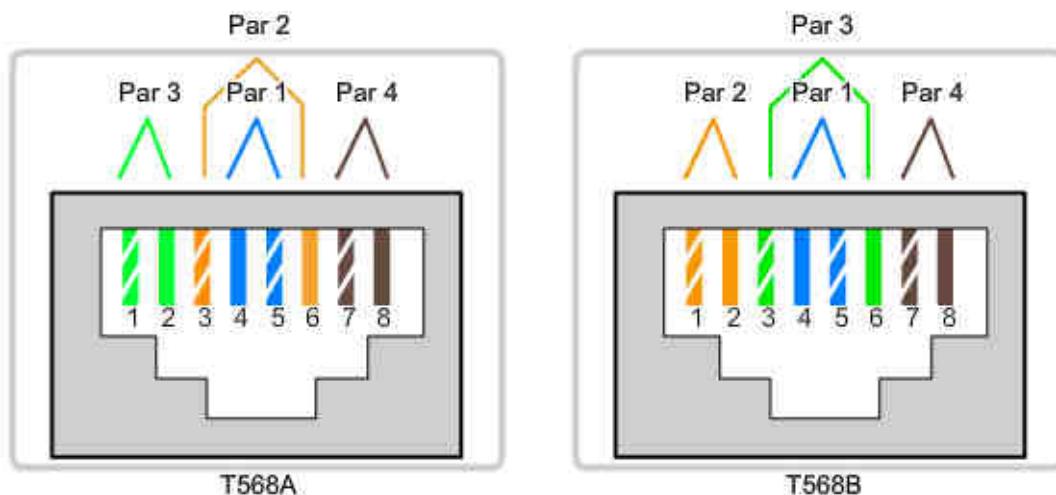
El cable UTP, usado con conectores RJ-45, es un medio común basado en cobre para interconectar dispositivos de red, como computadoras, y dispositivos intermedios, como routers y switches de red.

Según las diferentes situaciones, es posible que los cables UTP necesiten armarse según las diferentes convenciones para los cableados. Esto significa que los alambres individuales del cable deben conectarse en diferentes órdenes para distintos grupos de terminales en los conectores RJ-45. A continuación se mencionan los principales tipos de cables que se obtienen al utilizar convenciones específicas de cableado:

- Cable directo de Ethernet.
- Cruzado de Ethernet.
- Consola.

La siguiente figura muestra la aplicación típica de estos cables, así como una comparación de estos tres tipos de cable.

Tipo de cable	Estándar	Aplicación
Cable directo de Ethernet	Un extremo T568B otro extremo T568B	Conexión de un host de red a un dispositivo de red como un switch o hub.
Cruzado Ethernet	Un extremo T568A, otro extremo T568B	Conexión de dos hosts de red. Conexión de dos dispositivos intermedios de red (switch a switch o router a router).
Transpuesto	Propietario de Cisco	Conecte el puerto serial de una estación de trabajo al puerto de consola de un router utilizando un adaptador.





Es posible que la utilización de un cable de conexión cruzada o de conexión directa en forma incorrecta entre los dispositivos no dañe los dispositivos pero no se producirá la conectividad y la comunicación entre los dispositivos. Éste es un error común de laboratorio. Si no se logra la conectividad, la primera medida para resolver este problema es verificar que las conexiones de los dispositivos sean correctas.

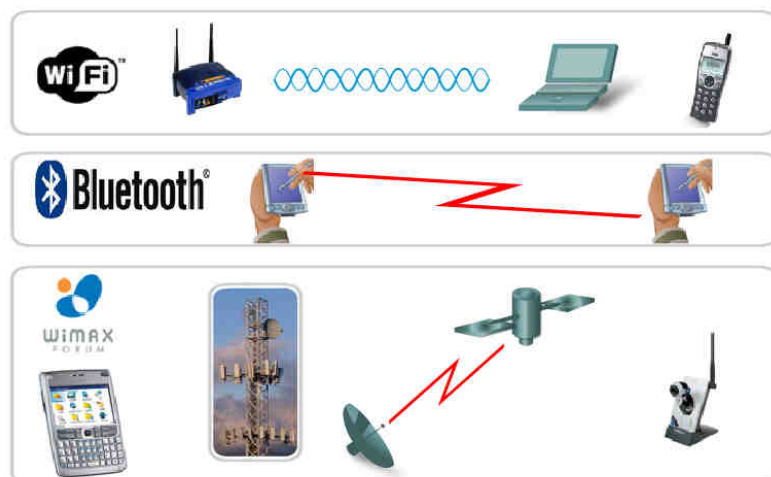
# Medios inalámbricos

## Tipos de redes inalámbricas

Los estándares del IEEE y de la industria de las telecomunicaciones sobre las comunicaciones inalámbricas de datos abarcan la Capas Física y de Enlace de Datos. Los cuatro estándares comunes de comunicación de datos que se aplican a los medios inalámbricos son los siguientes:

- **IEEE estándar 802.11:** Comúnmente denominado **Wi-Fi**, es una tecnología LAN inalámbrica (Red de área local inalámbrica, WLAN) que utiliza una contención o sistema no determinista con un proceso de acceso a los medios de Acceso Múltiple con Detección de Portadora/Prevención de Colisiones (CSMA/CA).
- **IEEE estándar 802.15:** Red de área personal inalámbrica (**WPAN**) estándar, comúnmente denominada "**Bluetooth**", utiliza un proceso de apareamiento de dispositivos para comunicarse a través de una distancia de 1 a 100 metros.
- **IEEE estándar 802.16:** Comúnmente conocido como **WiMAX** (Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas), utiliza una topología punto a multipunto para proporcionar un acceso de ancho de banda inalámbrico.
- **Sistema global para comunicaciones móviles (GSM):** Incluye las especificaciones de la Capa Física que habilitan la implementación del protocolo Servicio General de Radio por Paquetes (GPRS) de capa 2 para proporcionar la transferencia de datos a través de redes de telefonía celular móvil.

Tipos y estándares de medios inalámbricos



Otros tipos de tecnologías inalámbricas, como las comunicaciones satelitales, ofrecen una conectividad de red de datos para ubicaciones sin contar con otros medios de conexión. Los protocolos, incluso GPRS, permiten la transferencia de datos entre estaciones terrestres y enlaces satelitales. En cada uno de los ejemplos anteriores, las especificaciones de la Capa Física se aplican a áreas que incluyen: datos para la codificación de señales de radio, frecuencia y poder de transmisión, recepción de señales y requisitos decodificación y diseño y construcción de la antena.

## LAN inalámbrica

Una implementación común de transmisión inalámbrica de datos permite a los dispositivos conectarse en forma inalámbrica a una LAN. En general, una LAN inalámbrica requiere los siguientes dispositivos de red:

- **Punto de acceso inalámbrico (AP-Access Point):** Concentra las señales inalámbricas de los usuarios y se conecta, generalmente a través de un cable de cobre, a la infraestructura de red existente basada en cobre, como Ethernet.
- **Adaptadores NIC inalámbricos:** Proporcionan capacidad de comunicación inalámbrica a cada host de la red.

A medida que la tecnología ha evolucionado, ha surgido una gran cantidad de estándares WLAN basados en Ethernet. Estos estándares incluyen los siguientes:

- **IEEE 802.11a:** opera en una banda de frecuencia de 5 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps. Tiene un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras de edificios ya que opera en frecuencias altas. Los dispositivos que operan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g descritos a continuación.
- **IEEE 802.11b:** opera en una banda de frecuencia de 2.4 GHz y ofrece velocidades de hasta 11 Mbps. Los dispositivos que implementan este estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras de edificios que los dispositivos basados en 802.11a.
- **IEEE 802.11g:** opera en una frecuencia de banda de 2.4 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar operan en la misma radiofrecuencia y tienen el alcance del 802.11b pero con un ancho de banda de 802.11a.
- **IEEE 802.11n:** el estándar IEEE 802.11n se encuentra actualmente en desarrollo. El estándar propuesto define la frecuencia de 2.4 GHz o 5 GHz. La velocidad típica de transmisión de datos que se espera es de 100 Mbps a 210 Mbps con un alcance de distancia de hasta 70 metros.

Los beneficios de las tecnologías inalámbricas de comunicación de datos son evidentes, especialmente en cuanto al **ahorro en el cableado** costoso de las instalaciones y en la conveniencia de la **movilidad del host**. Sin embargo, los administradores de red necesitan desarrollar y aplicar procesos y **políticas de seguridad** rigurosas para proteger las LAN inalámbricas del **daño y el acceso no autorizado**.

Estos estándares e implementaciones para las LAN inalámbricas se cubren en la UEA Redes Inalámbricas.

Adaptadores y puntos de acceso de una WLAN



Punto de acceso inalámbrico



Adaptadores inalámbricos

## Conectores de medios

### Conectores comunes de medios de cobre

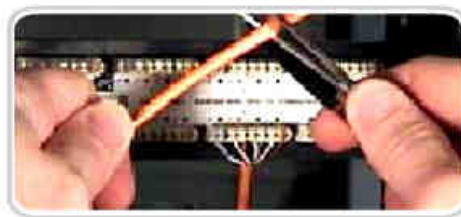
Los diferentes estándares de la **Capa Física** especifican el uso de **distintos conectores**. Estos **estándares establecen las dimensiones mecánicas de los conectores** y las **propiedades eléctricas** aceptables de cada tipo de implementación de red.

Si bien algunos conectores pueden parecer idénticos, éstos pueden conectarse de manera diferente según la especificación de la Capa Física para la cual fueron diseñados. El conector **RJ-45** definido por **ISO 8877** se utiliza para diferentes especificaciones de la Capa Física incluyendo Ethernet. Otra especificación, **EIA-TIA 568**, describe los códigos de color de los cables para conectar y distribuir las terminales para el cable directo de Ethernet y para los cables de conexión cruzada.

Muchos tipos de cables de cobre pueden **comprarse prefabricados**, en algunas situaciones, especialmente en instalaciones LAN, la terminación de los medios de cobre pueden **realizarse en sitio**. Estas terminaciones incluyen **conexiones de cables Cat5 con conectores RJ-45** para fabricar **patch cables** y el uso de conexiones insertadas a presión en patch panels 110 y conectores RJ-45. La siguiente figura muestra algunos de los componentes de cableado de Ethernet.



Bloque de  
inserción a  
presión 110



Conectores UTP  
RJ-45



Socket UTP RJ-  
45





## Terminación correcta del conector RJ-45

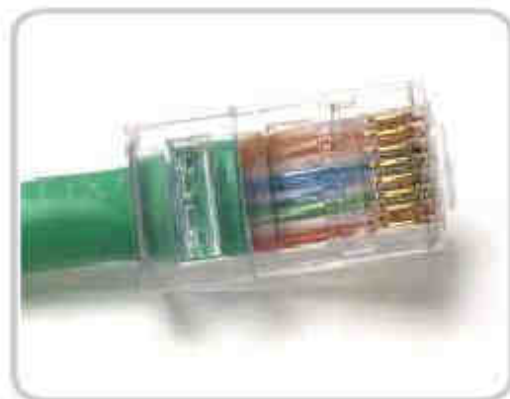
Cuando se realiza la terminación de un cableado de cobre incorrectamente, existe la posibilidad de que se pierda la señal y que se genere ruido en el circuito de comunicación. Las especificaciones de cableado de Ethernet en los lugares de trabajo establecen cuáles son los cables necesarios para conectar una computadora a un dispositivo intermediario de red activa. Cuando se realizan las terminaciones de manera incorrecta, cada cable representa una posible fuente de degradación del funcionamiento de la capa física. Es fundamental que todas las terminaciones de medios de cobre sean de calidad superior para garantizar un funcionamiento óptimo con tecnologías de redes actuales y futuras.

En algunos casos, como por ejemplo en las tecnologías WAN, si se utiliza un cable de terminación RJ-45 instalado incorrectamente, pueden producirse daños en los niveles de voltaje entre los dispositivos interconectados.

Conectores de medios de cobre  
Terminación RJ-45



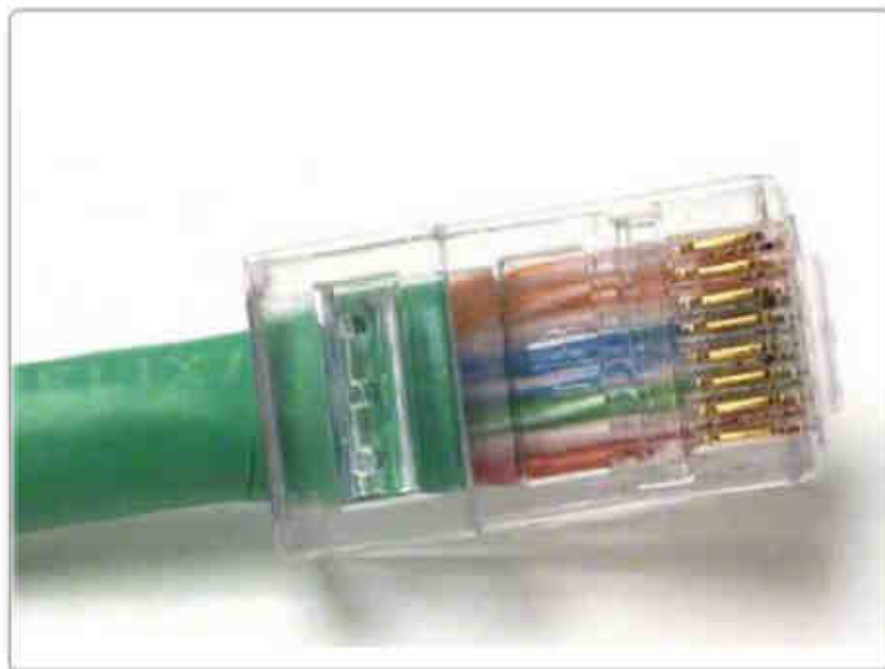
Conector defectuoso: Los hilos están sin trenzar en un trecho demasiado largo.



Conector correcto: Los hilos están sin trenzar sólo en el trecho necesario para unir el conector.

Las terminaciones de cableado inadecuadas pueden afectar el rendimiento de la transmisión.

## Cable UTP



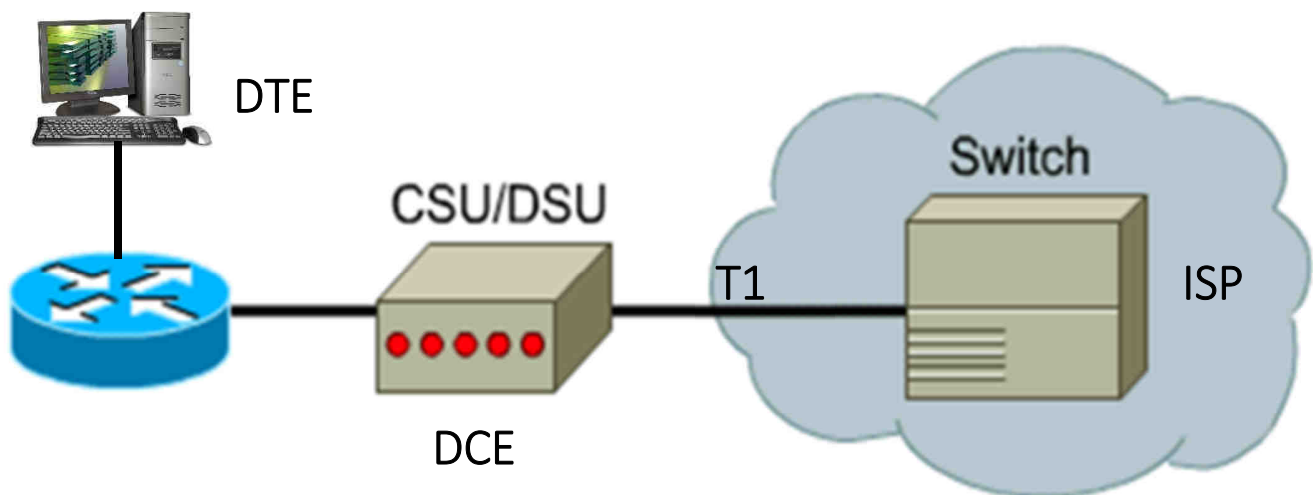
Cable Ethernet TIA/EIA 568B UTP.



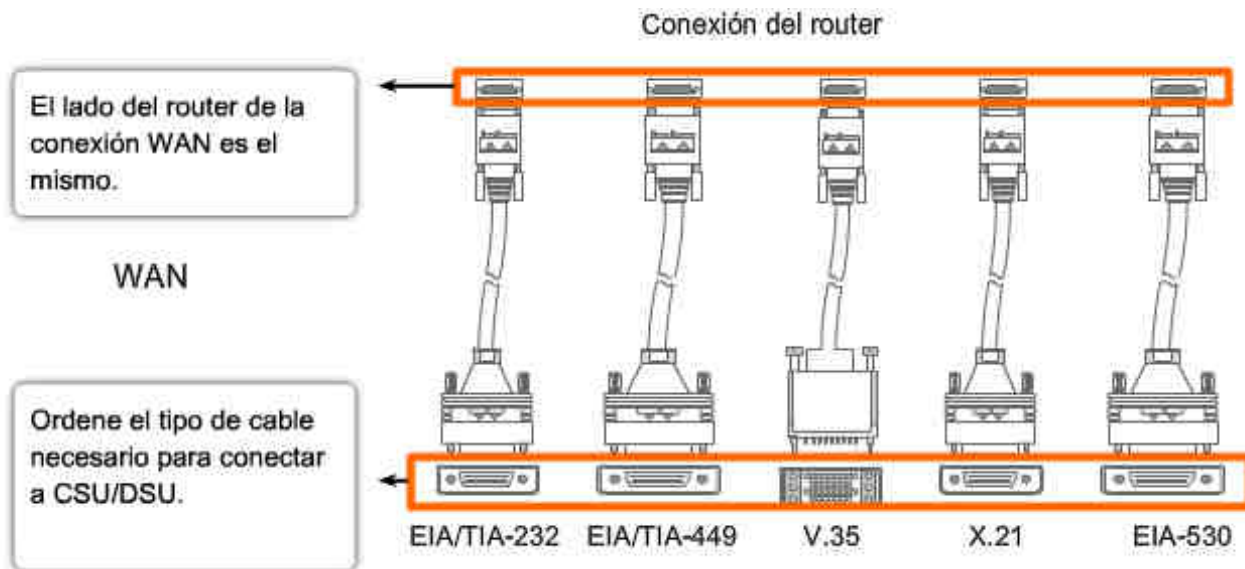
## Conexión de un router a una WAN

La conexión de una computadora (Data Terminal Equipment-DTE) a la WAN de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) se puede realizar usando la conexión serie de un modem (DCE), fundamentalmente usado en redes domésticas. Se puede conectar también un router de una LAN a la WAN del ISP usando un dispositivo llamado CSU/DSU.

Un CSU/DSU (Channel Service Unit/Data Service Unit) es una interface digital usada para conectar un DTE a un circuito digital, como por ejemplo una línea T1 de un ISP. El CSU/DSU realiza dos funciones. El **CSU** es responsable de la conexión a la red telefónica y el **DSU** es responsable de manejar la interface con el DTE. Un CSU/DSU es el equivalente a un MODEM para la LAN. Es decir, un CSU/DSU es una interface digital (DCE) que adapta la señal del DTE (computadora o router) a un switch o router de un ISP, usando una red portadora conmutada, como se muestra en al siguiente figura.



Los routers tienen diferentes tipos de cables para conectarse a un ISP por medio de un CSU/DSU, algunos de los cuales se muestran en la siguiente figura.



Las figuras siguientes muestran la **ubicación de la CSU/DSU** en la conexión a una WAN.



Conexión CSU/DSU utilizando un cable DTE



Conexión CSU/DSU utilizando un cable DTE





Conexión CSU/DSU utilizando un cable DTE



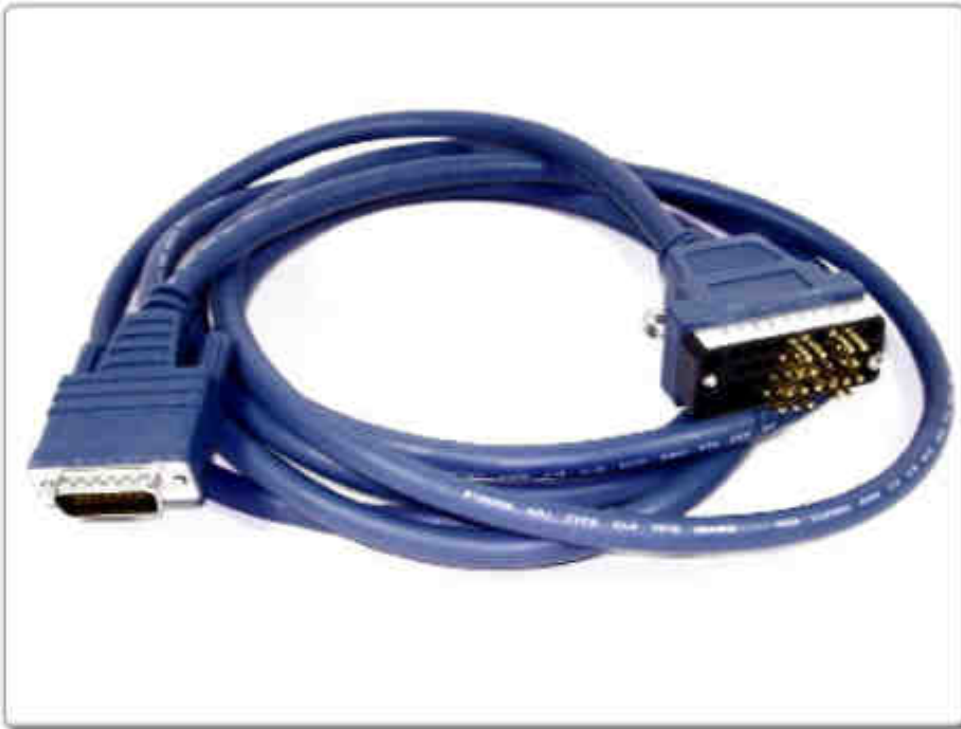
Conexión CSU/DSU utilizando un cable DTE





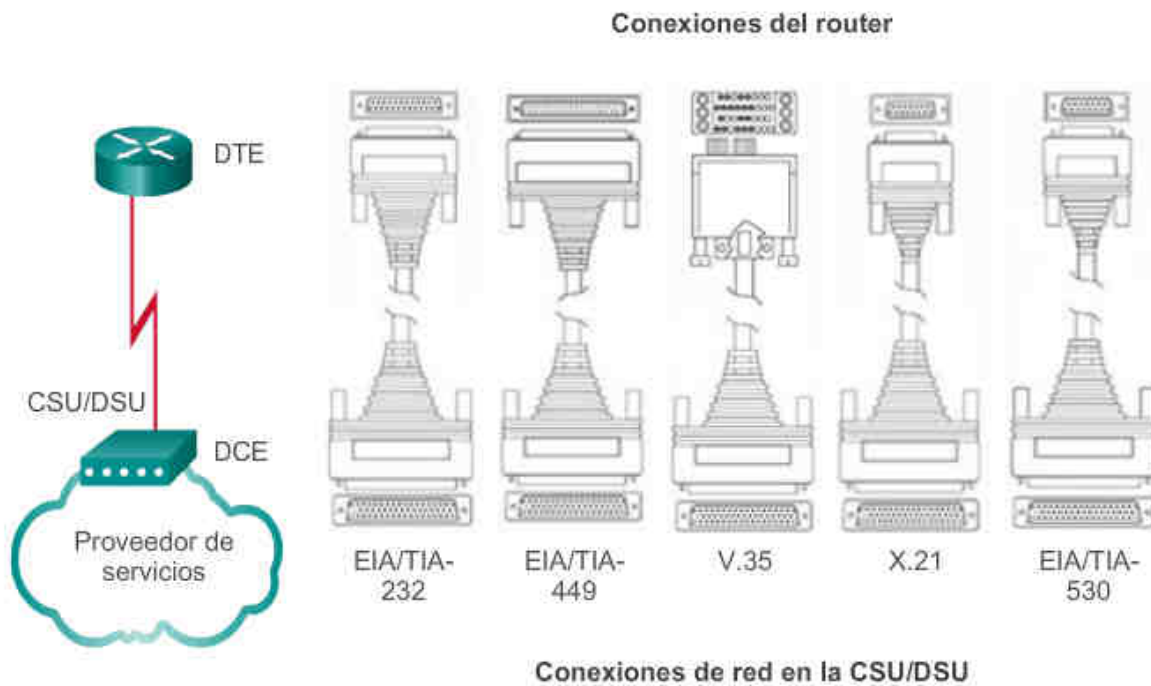
El cable para la conexión de DTE a DCE de las figuras anteriores es un cable serie de transición blindado (DTE DB60), como el que se muestra a continuación. Un extremo del cable tiene un conector DB-60 que se conecta al puerto DB-60 de una tarjeta de interface WAN de un router y el otro extremo del cable es un conector V.35 que se conecta al CSU/DSU. Los dispositivos de Cisco son compatibles con los estándares serie EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, V.35, X.21 y EIA/TIA-530

Cable serial DTE DB60



Cisco también tiene cables para los diferentes tipos de conectores de las interfaces serie del router, como se muestran en la siguiente figura.

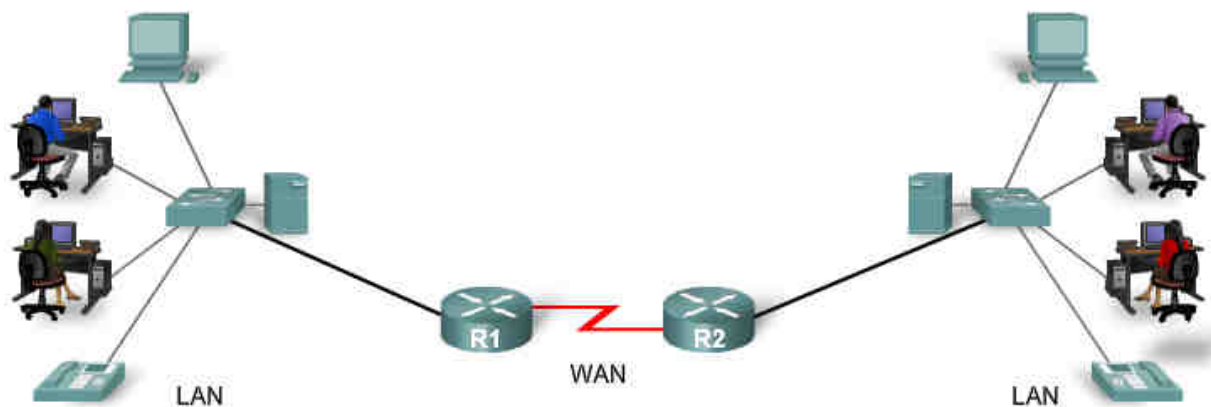
### Opciones de conexión serial de WAN



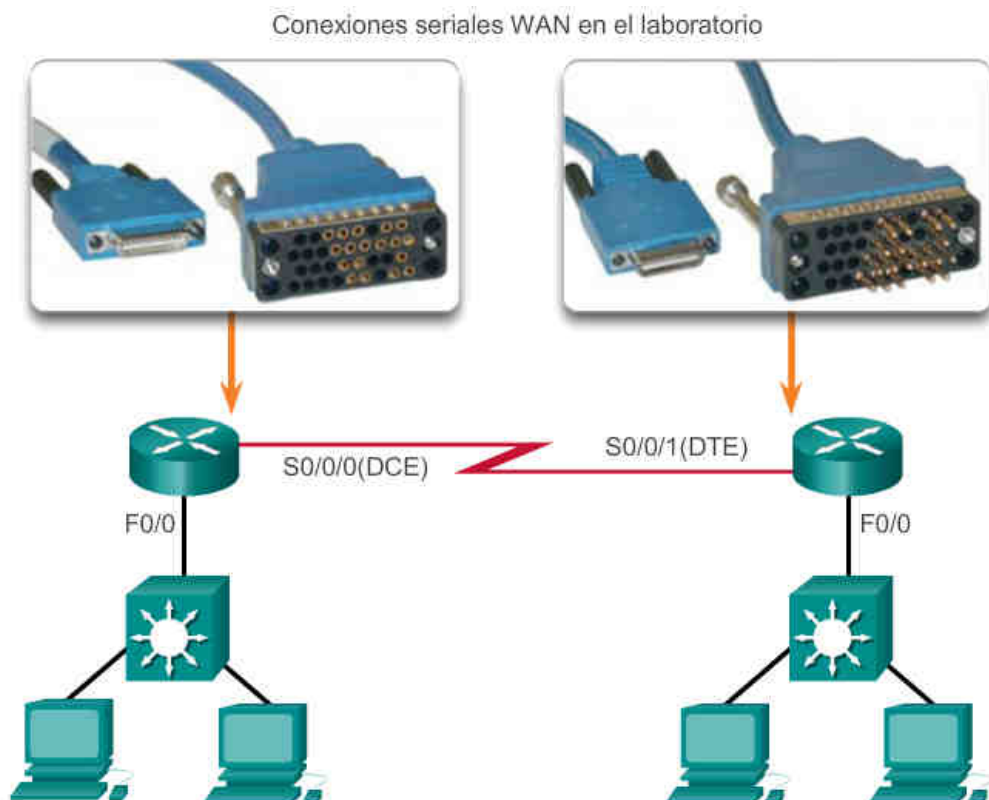
En ocasiones el CSU/DSU está incorporado a un router.



Para **conectar un router (DTE) a otro router (DTE)**, se necesita un **cable serie especial** llamado “**cable de módem nulo**”, el cual **elimina la necesidad de un DCE**. Es decir, se pueden conectar los dos dispositivos sin un módem. Un **módem nulo** es un **método de comunicación para conectar directamente dos DTE mediante un cable serie RS-232**, donde un dispositivo funciona como DTE y el otro como DCE. Esto se usa fundamentalmente en un ambiente de laboratorio donde no se cuenta con una conexión a un ISP y se conectan dos routers directamente.



Para llevar a cabo lo anterior, los dispositivos Cisco pueden usar un **cable serie inteligente**, el cual se muestra en la siguiente figura.



## Cable serial inteligente DTE DB60



Lado DTE de un cable serial utilizado con las series de router más recientes (1700, 1800, 2600, 2800, etc.)

Un extremo del cable serie inteligente es un conector de 26 terminales, más compacto que el conector DB-60 del cable serie de transición blindado DCE-DTE, que se conecta a la interface serie de un router como la que se muestra en la siguiente figura.

#### Interfaces del router: Representación física

Cada interfaz individual se conecta a una red diferente. Por lo tanto, cada interfaz tiene una máscara/dirección IP de dicha red.



Cuando se conecta un router a un CSU/DSU, el puerto serie del router es el extremo DTE de la conexión y el CSU/DSU es el DCE. El DCE proporciona la señal de reloj necesario en la conexión serie síncrona. Sin embargo, cuando se usa un cable de módem nulo, en una conexión de router a router, se debe configurar una de las interfaces serie de un router como el extremo DCE para proporcionar la señal de reloj de la conexión, tal y como se muestra en la siguiente figura.

