

## CAPÍTULO IV ACCESO A LA RED

### INDICE

Capítulo 4: Acceso a la red.....	4
4.0.1.1 Introducción .....	4
4.0.1.2 Actividad Administración del medio .....	5
4.0.1.2 Actividad Administración del medio .....	6
4.1.1.1 Conexión a la LAN.....	7
4.1.1.2 Tarjetas de interfaz de red .....	8
4.1.2.1 Propósitos de la capa física .....	9
4.1.2.2 Medios de la capa física .....	10
4.1.2.3 Estándares de la capa física.....	10
4.1.2.4 identificación de dispositivos y cables de red .....	12
4.1.3.1 Principios fundamentales de la capa física .....	12
4.1.3.2 Ancho de banda .....	17
4.1.3.2 Ancho de banda .....	18
4.1.3.2 Ancho de banda .....	18
4.1.3.3 Rendimiento.....	19
4.1.3.4 Tipos de medios físicos.....	19
4.1.3.5 Tipos de medios físicos.....	20
4.2.1.1 características de los medios de cobre .....	21
4.2.1.1 características de los medios de cobre .....	22
4.2.1.2 medios de cobre .....	22
4.2.1.3 cable de par trenzado no blindado .....	23
4.2.1.4 cables de par trenzado blindado (STP).....	23
4.2.1.5 cable coaxial .....	23
4.2.1.6 Seguridad de medios de cobre.....	24
4.2.1.7. Característica de los medios de cobre .....	25
4.2.2 cableado UTP.....	25
4.2.2.1 Propiedades del cableado UTP.....	25
4.2.2.2 estándezares del cableado UTP .....	26

4.2.2.3 conectores UTP .....	27
4.2.2.4 Tipos de Cable UTP.....	27
4.2.2.5 Pruebas de los Cables UTP .....	28
4.2.2.6. Diagramas de pines de los cables.....	29
4.2.2.7. Armado de un cable trenzado ETHERNET .....	29
4.2.3.1 Propiedades del cableado de fibra óptica.....	29
4.2.3.2 Diseño del cable de medios de fibra .....	30
4.2.3.3 Tipos de medio de fibra óptica.....	31
4.2.3.4 Conectores de red de fibra óptica.....	32
4.2.3.6 comparaciones entre fibra óptica y cobre .....	34
4.2.3.7. Actividad termología de fibra óptica y cobre .....	35
4.2.4.1 Propiedades de los medios inalámbricos.....	36
4.2.4.2 tipos de medios inalámbricos .....	37
4.2.4.3 lan inalámbrica .....	38
4.2.4.4 estándares WI-FI 802.11 .....	38
4.2.4.5 Packet Tracer: Conexión de una LAN por cable y una LAN inalámbrica .....	39
4.2.4.6 Laboratorio: visualización de información de tarjeta NIC cableada e inalámbrica.....	39
4.3.1.1. Capa de enlace de datos .....	40
Protocolos de la capa de enlace de datos.....	40
Propósito de la capa de enlace de datos.....	40
4.3.1.2 Subcapa de enlace de datos.....	41
4.3.1.3 Control de acceso al medio .....	42
4.3.1.4 provisión de acceso al medio .....	43
4.3.2.1 formateo de datos para la transmisión.....	43
4.3.2.2 creación de una trama .....	44
4.3.2.3 creación de una trama .....	45
4.3.3.1 Estándares de la capa de enlace de datos .....	46
4.3.3.2 ACTIVIDAD: Organismos de Estandarización de la capa de enlace de datos.....	47
4.4.1.1 Control de acceso a los medios.....	47
4.4.1.2 Topologías físicas y lógicas .....	48
4.4.2.1 Topologías físicas de LAN comunes.....	49
4.4.2.2 Topologías físicas punto a punto.....	50

4.4.2.3 Topologías lógicas punto a punto .....	50
4.4.2.4 Half Duplex y Full Duplex.....	51
4.4.3.1 Topologías físicas de LAN .....	52
4.4.3.2 Topologías lógicas para medios compartidos .....	53
4.4.3.4 Topología Multiacceso .....	55
4.4.3.6 Topología de anillo .....	57
4.4.3.7 Topologías físicas y topologías lógicas .....	58
4.4.4.1 La trama.....	58
4.4.4.2 El encabezado.....	60
4.4.4.3 Dirección de capa 2 .....	60
4.4.4.4 El trailer .....	62
4.4.4.5 Tramas LAN y WAN .....	62
4.4.4.6 Trama de Ethernet .....	63
4.4.4.7 Trama PPP .....	64
4.4.4.8 Trama Inalámbrico 802.11 .....	65
4.4.4.9 Actividad Campos de Trama.....	68
4.5.1.1 Actividad en clase Conexiones .....	69
Conectados.....	69
4.5.1.2 Resumen.....	70

## Capítulo 4: Acceso a la red

Al finalizar este capítulo, podrá hacer lo siguiente:

- Identificar las opciones de conectividad de los dispositivos.
- Describir el propósito y las funciones de la capa física en la red.
- Describir los principios fundamentales de los estándares de la capa física.
- Identificar las características básicas del cableado de cobre.
- Armar un cable UTP para redes Ethernet.
- Describir el cableado de fibra óptica y sus ventajas principales sobre otros medios.
- Describir los medios inalámbricos.
- Seleccionar los medios adecuados para un requisito determinado y conectar los dispositivos.
- Describir el objetivo y la función de la capa de enlace de datos en la preparación de comunicaciones para su transmisión por medios específicos.
- Describir la estructura de trama de la Capa 2 e identificar campos genéricos.
- Identificar varias fuentes de los protocolos y estándares utilizados por la capa de enlace de datos.
- Comparar las funciones de las topologías lógicas y las topologías físicas.
- Describir las características básicas de los métodos de control de acceso al medio en las topologías de WAN.
- Describir las características básicas de los métodos de control de acceso al medio en las topologías de LAN.
- Describir las características y las funciones de la trama de enlace de datos.

### 4.0.1.1 Introducción

Para sostener nuestras comunicaciones, el modelo OSI divide las funciones de una red de datos en capas. Cada capa trabaja con las capas superior e inferior para transmitir datos. Dos capas dentro del modelo OSI están tan relacionadas que, según el modelo TCP/IP, son básicamente una sola. Esas dos capas son la capa de enlace de datos y la capa física.

En el dispositivo emisor, la función de la capa de enlace de datos es preparar los datos para la transmisión y controlar la forma en que estos acceden a los medios físicos. Sin embargo, la capa física controla cómo se transmiten los datos a los medios físicos mediante la codificación en señales de los dígitos binarios que representan los datos.

En el extremo receptor, la capa física recibe señales a través de los medios de conexión. Después de decodificar la señal y convertirla nuevamente en datos, la capa física transmite los datos a la capa de enlace de datos para su aceptación y procesamiento.

En este capítulo, se comienza con las funciones generales de la capa física y los estándares y protocolos que administran la transmisión de datos a través de los

medios locales. También se presentan las funciones de la capa de enlace de datos y los protocolos asociados a esta.

#### **4.0.1.2 Actividad Administración del medio**

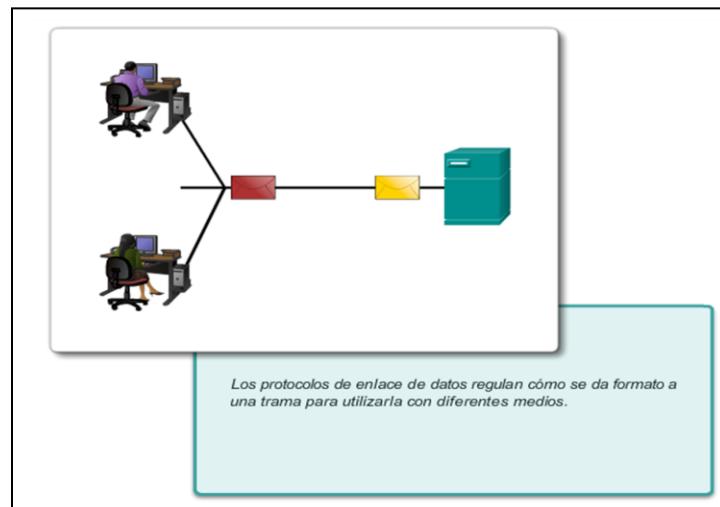
Usted y un colega asisten a una conferencia de redes. Durante el evento, se llevan a cabo muchas charlas y presentaciones. Debido a que estas se superponen, cada uno puede elegir solo un conjunto limitado de sesiones a las cuales asistir.

Por lo tanto, deciden separarse. Cada uno asistirá a un conjunto distinto de presentaciones y, una vez que el evento finalice, compartirán las diapositivas y los conocimientos obtenidos por cada uno.

Intente responder las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cómo organizaría personalmente una conferencia donde se llevarán a cabo a varias sesiones al mismo tiempo? ¿Los ubicaría a todos en una misma sala de conferencias o utilizaría varias salas? ¿Por qué?
- ✓ Suponga que la sala de conferencias cuenta con equipo audiovisual adecuado para mostrar videos de gran tamaño y amplificar la voz. Si una persona desea asistir a una determinada sesión, ¿la disposición de los asientos hace alguna diferencia, o es suficiente visitar la sala de conferencias apropiada?
- ✓ ¿Se consideraría beneficioso o perjudicial que el discurso pronunciado en una sala de conferencias se filtrara de alguna manera a otra sala?
- ✓ Si surgen preguntas durante una presentación, ¿los asistentes deberían simplemente hacer sus preguntas en voz alta o debería existir algún proceso para ordenar las preguntas, como ponerlas por escrito y entregarlas a un coordinador? ¿Qué sucedería sin este proceso?
- ✓ Si un tema interesante genera un debate más amplio en el cual muchos asistentes tienen preguntas o comentarios, ¿es posible que se termine el tiempo de la sesión sin que se haya expuesto todo el contenido previsto? ¿Por qué?
- ✓ Imagine que la sesión se lleva a cabo en un formato de panel; es decir, un debate más libre entre los asistentes y los panelistas y, quizás, entre los asistentes entre sí. Si una persona desea dirigirse a otra persona dentro de la misma sala, ¿puede hacerlo directamente? ¿Qué se debería hacer si un panelista quisiera invitar a otra persona que no se encuentra actualmente en la sala a que se una al debate?
- ✓ ¿Qué se logra mediante el aislamiento de varias sesiones en salas de conferencias independientes si, después del evento, las personas pueden reunirse y compartir información?
- ✓ Actividad de clase: Permítanme contarles lo que escuché en una conferencia (instrucciones)

#### 4.0.1.2 Actividad Administración del medio



#### 4.1.1.1 Conexión a la LAN

Ya sea una conexión a una impresora local en el hogar o a un sitio Web en otro país, para que se pueda producir cualquier comunicación de red se debe establecer antes una conexión a una red local. Una conexión física puede ser una conexión por cable o una conexión inalámbrica mediante ondas de radio.

El tipo de conexión física utilizada depende por completo de la configuración de la red. Por ejemplo, en muchas oficinas corporativas, los empleados tienen computadoras de escritorio o portátiles que se conectan físicamente, mediante cables, a un switch compartido. Este tipo de configuración es una red conectada por cable en la que los datos se transmiten a través de un cable físico.

Además de las conexiones por cable, algunas empresas también pueden ofrecer conexiones inalámbricas para computadoras portátiles, tablet PC y smartphones. En el caso de los dispositivos inalámbricos, los datos se transmiten mediante ondas de radio. A medida que las personas y las empresas descubren las ventajas de ofrecer servicios inalámbricos, el uso de la conectividad inalámbrica se vuelve cada vez más frecuente. Para ofrecer capacidad de conexión inalámbrica, las redes deben incorporar un punto de acceso inalámbrico (WAP) al cual se puedan conectar los dispositivos.

Los dispositivos de switch y los puntos de acceso inalámbrico suelen ser dos dispositivos independientes y dedicados dentro de una implementación de red. Sin embargo, también hay dispositivos que ofrecen tanto conectividad por cable como inalámbrica. En muchos hogares, por ejemplo, las personas implementan routers de servicio integrado (ISR) domésticos, como se muestra en la figura 1. Los ISR proporcionan un componente de conmutación con varios puertos, lo que permite conectar varios dispositivos a la red de área local (LAN) con cables, como se muestra en la figura 2. Además, muchos ISR incluyen un WAP, que permite que también se conecten dispositivos inalámbricos.



#### 4.1.1.2 Tarjetas de interfaz de red

Las tarjetas de interfaz de red (NIC) conectan un dispositivo a la red. Las NIC Ethernet se utilizan para las conexiones por cable, mientras que las NIC de red de área local inalámbrica (WLAN) se utilizan para las conexiones inalámbricas. Los dispositivos para usuarios finales pueden incluir un tipo de NIC o ambos. Una impresora de red, por ejemplo, puede contar solo con una NIC Ethernet y, por lo tanto, se debe conectar a la red mediante un cable Ethernet. Otros dispositivos, como las tablet PC y los smartphones, pueden contener solo una NIC WLAN y deben utilizar una conexión inalámbrica.

En términos de rendimiento, no todas las conexiones físicas son iguales a la hora de conectarse a una red.

Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico experimentará una merma en el rendimiento según la distancia a la que se encuentre del punto de acceso inalámbrico. Cuanto más alejado del punto de acceso esté el dispositivo, más débil será la señal inalámbrica que reciba. Esto puede significar menor ancho de banda o la ausencia absoluta de una conexión inalámbrica. En la ilustración, se muestra que se puede utilizar un extensor de alcance inalámbrico para regenerar la señal inalámbrica en partes de la casa que estén demasiado alejadas del punto de acceso inalámbrico. Por otra parte, las conexiones por cable no sufren una merma del rendimiento; sin embargo, limitan extremadamente el movimiento y, en general, requieren una posición estática.

Todos los dispositivos inalámbricos deben compartir el acceso a las ondas aéreas que se conectan al punto de acceso inalámbrico. Esto significa que el rendimiento de la red puede ser más lento a medida que más dispositivos inalámbricos acceden a la red simultáneamente. Los dispositivos conectados por cable no necesitan compartir el acceso a la red con otros dispositivos. Cada dispositivo conectado por cable tiene un canal de comunicación independiente a través de su propio cable Ethernet. Esto es importante cuando se tienen en cuenta algunas aplicaciones, como juegos en línea, streaming video y conferencias de video, que requieren más ancho de banda dedicado que otras aplicaciones.

Al analizar los siguientes temas, aprenderá más sobre las conexiones de capa física que se producen y la forma en que esas conexiones afectan el transporte de datos

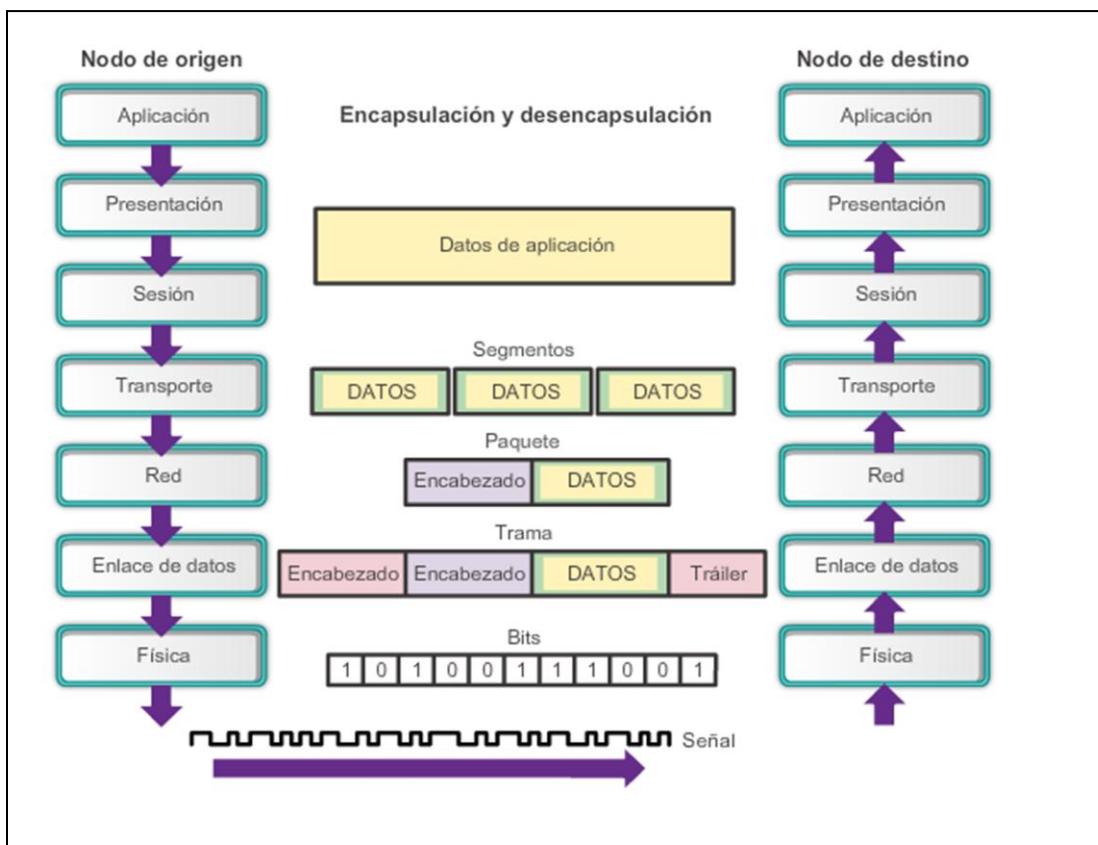


#### 4.1.2.1 Propósitos de la capa física

La capa física de OSI proporciona los medios de transporte de los bits que conforman una 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 serie de señales que se transmiten a los medios locales. Un dispositivo final o un dispositivo intermediario recibe los bits codificados que componen una trama.

El proceso por el que pasan los datos desde un nodo de origen hasta un nodo de destino es el siguiente:

- ✓ La capa de transporte segmenta los datos de usuario, la capa de red los coloca en paquetes, y la capa de enlace de datos los encapsula en forma de trama.
- ✓ La capa física codifica las tramas y crea las señales eléctricas, ópticas o de ondas de radio que representan los bits en cada trama.
- ✓ Luego, estas señales se envían por los medios una a la vez.
- ✓ La capa física del nodo de destino recupera estas señales individuales de los medios, las restaura a sus representaciones en bits y pasa los bits a la capa de enlace de datos en forma de trama completa.



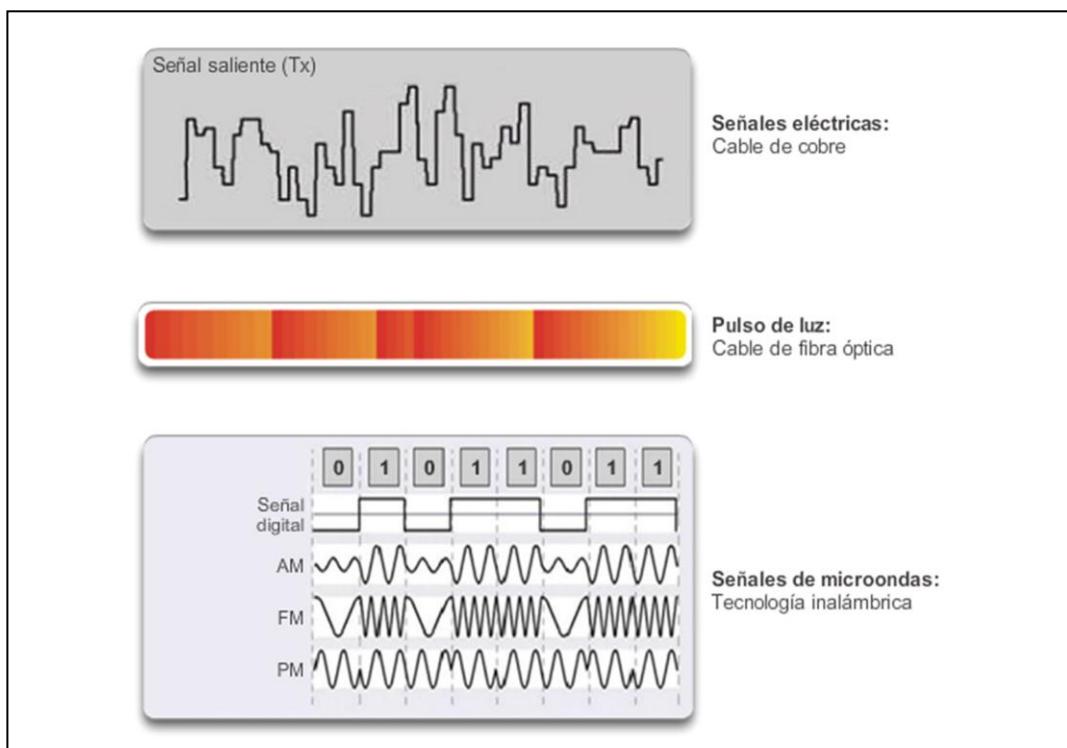
#### 4.1.2.2 Medios de la capa física

Existen tres formatos básicos de medios de red. La capa física produce la representación y las agrupaciones de bits para cada tipo de medio de la siguiente manera:

- ✓ **Cable de cobre:** las señales son patrones de pulsos eléctricos.
- ✓ **Cable de fibra óptica:** las señales son patrones de luz.
- ✓ **Conexión inalámbrica:** las señales son patrones de transmisiones de microondas.

En la ilustración, se muestran ejemplos de señalización para medios inalámbricos, de cobre y de fibra óptica.

Para habilitar la interoperabilidad de la capa física, los organismos de estandarización rigen todos los aspectos de estas funciones.



#### 4.1.2.3 Estándares de la capa física

Los protocolos y las operaciones de las capas OSI superiores se llevan a cabo en softwares diseñado por ingenieros en software e informáticos. Por ejemplo, Internet Engineering Task Force (IETF) define los servicios y protocolos de la suite TCP/IP en las RFC, como se muestra en la figura 1.

La capa física consta de circuitos electrónicos, medios y conectores desarrollados por ingenieros. Por lo tanto, es necesario que las principales organizaciones especializadas en ingeniería eléctrica y en comunicaciones definan los estándares que rigen este hardware.

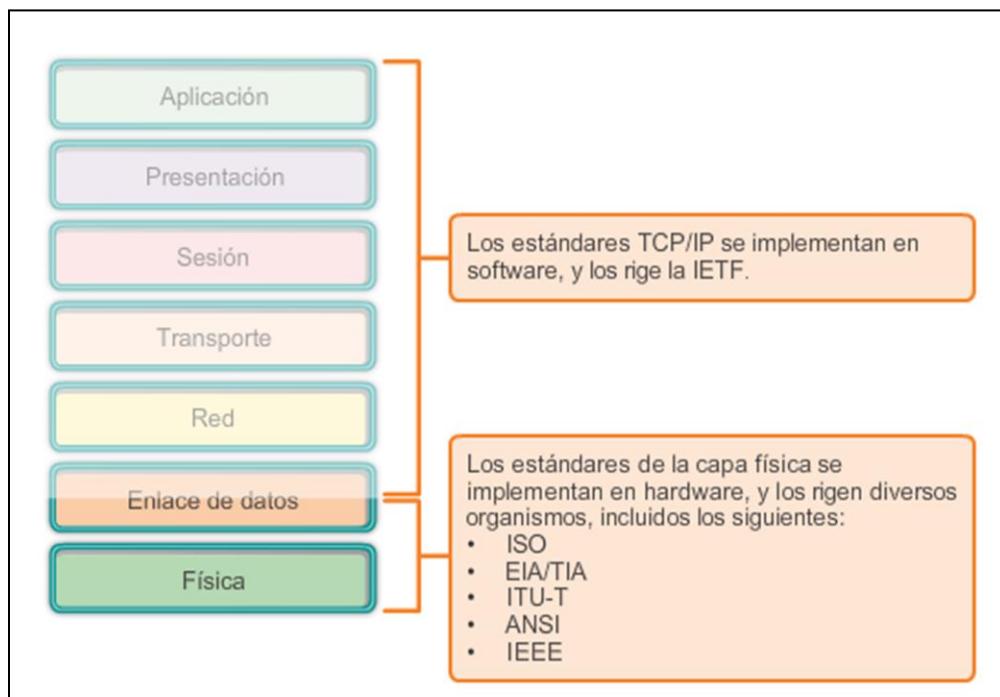
Existen muchos organismos internacionales y nacionales, organismos de regulación gubernamentales y compañías privadas que intervienen en el

establecimiento y el mantenimiento de los estándares de la capa física. Por ejemplo, los siguientes organismos definen y rigen los estándares de hardware, medios, codificación y señalización de la capa física:

- ✓ Organización Internacional para la Estandarización (ISO)
- ✓ Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA)
- ✓ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
- ✓ American National Standards Institute (ANSI)
- ✓ Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE)
- ✓ Autoridades nacionales reguladoras de las telecomunicaciones, incluida la Federal Communication Commission (FCC) de los EE. UU. y el European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

Además de estos, a menudo existen grupos regionales de estandarización de cableado, como la Canadian Standards Association (CSA), el European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) y la Japanese Standards Association (JSA/JIS), los cuales desarrollan las especificaciones locales.

En la figura 2, se enumeran los principales colaboradores y algunos de sus estándares de capa física más importantes.



Organismo de estandarización	Estándares de red
ISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 8877: adoptó oficialmente los conectores RJ (p. ej., RJ-11, RJ-45).</li> <li>ISO 11801: Estándar de cableado de red similar a EIA/TIA 568.</li> </ul>
EIA/TIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>TIA-568-C: estándares de cableado de telecomunicaciones, utilizados en casi todas las redes de datos, voz y video.</li> <li>TIA-569-B: estándares de construcción comercial para rutas y espacios de telecomunicaciones.</li> <li>TIA-598-C: código de colores para fibra óptica.</li> <li>TIA-942: estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos.</li> </ul>
ANSI	568-C: Diagrama de pines RJ-45. Desarrollado conjuntamente con EIA/TIA.
ITU-T	G.992: ADSL
IEEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.3: Ethernet</li> <li>802.11: LAN inalámbrica (WLAN) y malla (certificación Wi-Fi)</li> <li>802.15: Bluetooth</li> </ul>

#### 4.1.2.4 identificación de dispositivos y cables de red

En esta práctica de laboratorio se cumplirán los siguientes objetivos:

- ✓ Parte 1: Identificar dispositivos de red
- ✓ Parte 2: Identificar medios de red

Laboratorio: identificación de dispositivos y cables de red

#### 4.1.3.1 Principios fundamentales de la capa física

Los estándares de la capa física abarcan tres áreas funcionales:

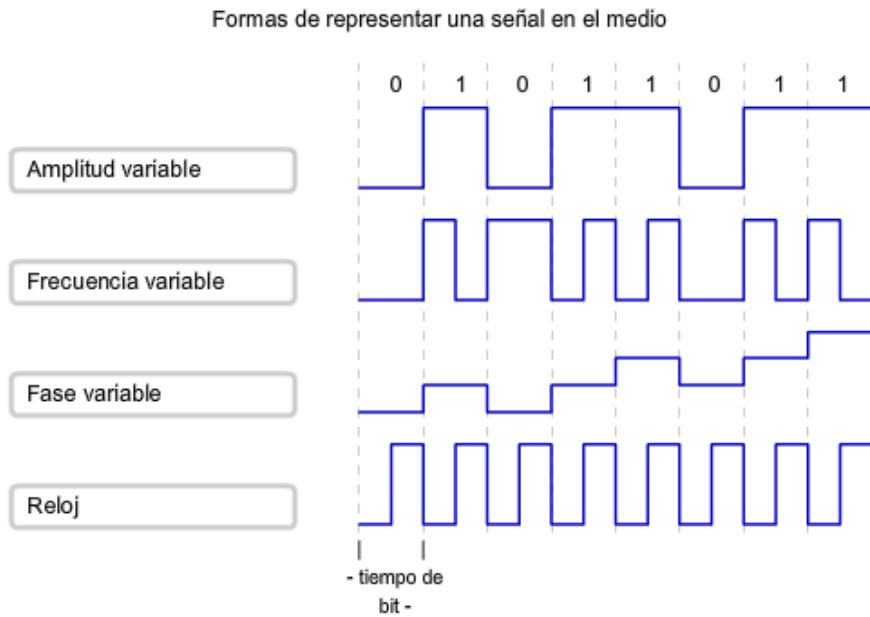
##### 1) Componentes físicos

Los componentes físicos son los dispositivos electrónicos de hardware, los medios y otros conectores que transmiten y transportan las señales para representar los bits. Todos los componentes de hardware, como los adaptadores de red (NIC), las interfaces y los conectores, así como los materiales y el diseño de los cables, se especifican en los estándares asociados con la capa física. Los diversos puertos e interfaces de un router Cisco 1941 también son ejemplos de componentes físicos con conectores y diagramas de pines específicos derivados de los estándares.

##### 2) Codificación

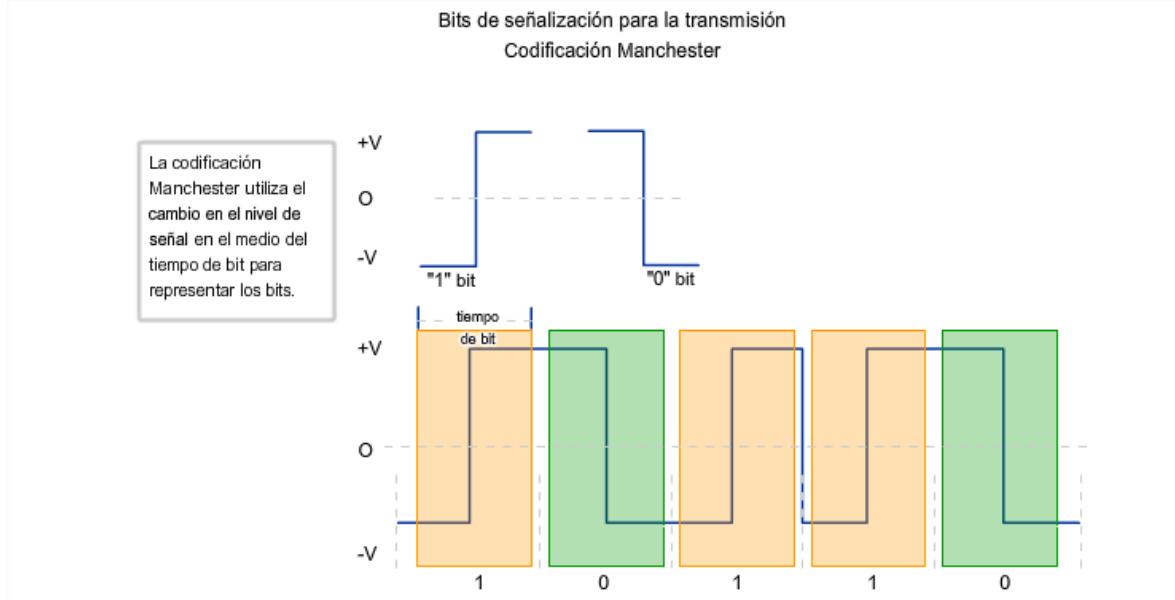
La codificación, o codificación de línea, es un método que se utiliza para convertir un stream de bits de datos en un “código” predefinido. Los códigos son grupos de bits utilizados para ofrecer un patrón predecible que pueda reconocer tanto el emisor como el receptor. En el caso de las redes, la codificación es un patrón de voltaje o corriente utilizado para representar los bits; los 0 y los 1.

Además de crear códigos para los datos, los métodos de codificación en la capa física también pueden proporcionar códigos de control, como la identificación del comienzo y el final de una trama.



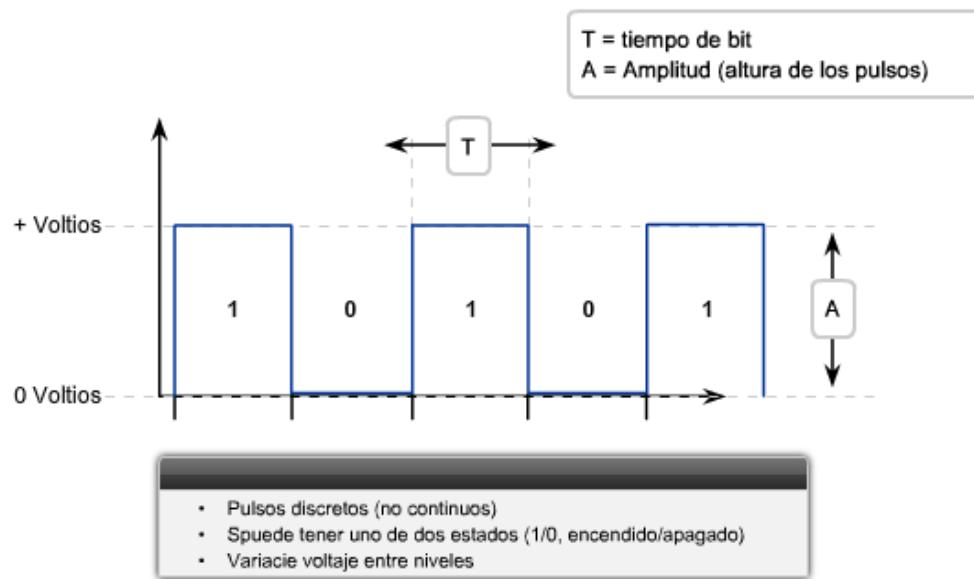
Entre los métodos de codificación de redes de uso frecuente, se incluyen los siguientes:

- ✓ **Codificación Manchester:** los 0 se representan mediante una transición de voltaje de alto a bajo, y los 1 se representan como una transición de voltaje de bajo a alto. Este tipo de codificación se utiliza en las versiones más antiguas de Ethernet, RFID y la transmisión de datos en proximidad.



- ✓ **Sin retorno a cero (NRZ):** se trata de una forma frecuente de codificación de datos que tiene dos estados denominados “cero” y “uno”, sin posición neutral o de descanso. En los medios, los 0 pueden estar representados por un nivel de voltaje, y los 1, por un voltaje diferente.

Bits de señalizar la transmisión>Sin retorno a cero (NRZ)

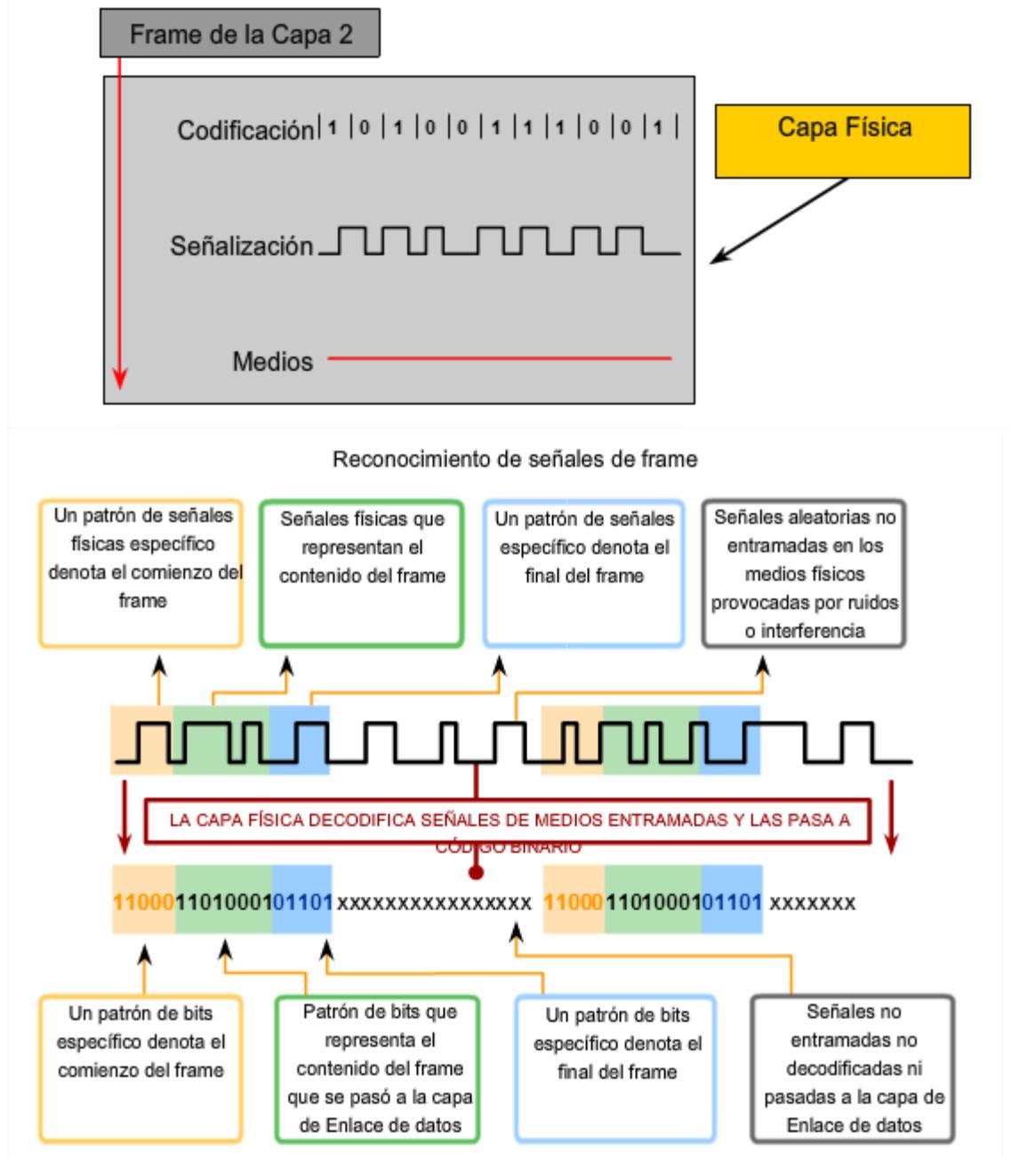


**Nota:** las velocidades de datos más elevadas requieren una codificación más compleja, como 4B/5B; sin embargo, la explicación de estos métodos excede el ámbito de este curso.

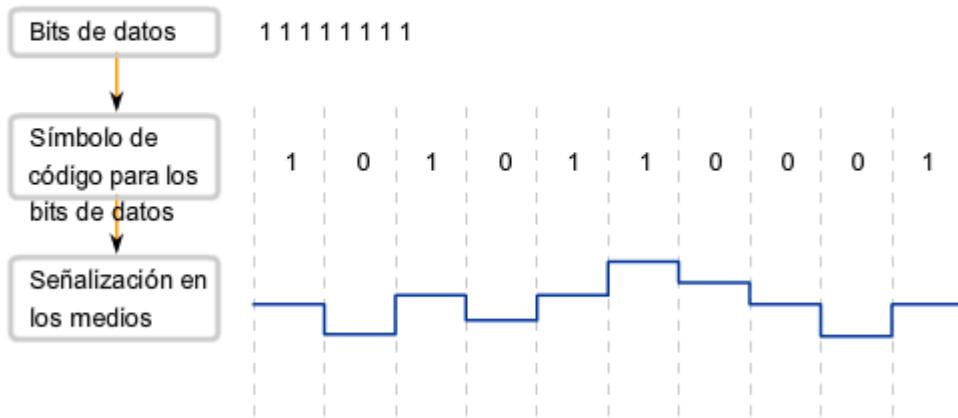
### 3) Señalización

La capa física debe generar las señales inalámbricas, ópticas o eléctricas que representan los “1” y los “0” en los medios. El método de representación de bits se denomina método de señalización. Los estándares de la capa física deben definir qué tipo de señal representa un “1” y qué tipo de señal representa un “0”. Esto puede ser tan simple como un cambio en el nivel de una señal eléctrica o de un pulso óptico. Por ejemplo, un pulso largo puede representar un 1, mientras que un pulso corto representa un 0.

## Principios fundamentales de la capa Física



## Grupos de códigos



Esto es similar a la forma en que se utiliza el código morse para la comunicación. El código morse es otro método de señalización que utiliza la presencia o ausencia de una serie de tonos, luces o clics para enviar texto a través de cables telefónicos o entre barcos en el mar.

Las señales se pueden transmitir de dos maneras:

- ✓ **Asíncrona:** las señales de datos se transmiten sin una señal de reloj asociada. El espacio de tiempo entre los caracteres o los bloques de datos puede tener una duración arbitraria, lo que significa que dicho espacio no está estandarizado. Por lo tanto, las tramas requieren indicadores de comienzo y de detención.
- ✓ **Síncrona:** las señales de datos se envían junto con una señal de reloj que se produce en duraciones de tiempo espaciadas de manera uniforme denominadas "tiempo de bit".

Existen muchas formas de transmitir señales. Un método habitual para enviar datos consiste en utilizar técnicas de modulación. La modulación es el proceso por el cual la característica de una onda (la señal) modifica a otra onda (la portadora). Las siguientes técnicas de modulación se utilizan ampliamente para transmitir datos en un medio:

- ✓ **Modulación de frecuencia (FM):** método de transmisión en el que la frecuencia de la portadora varía de acuerdo con la señal.
- ✓ **Modulación de amplitud (AM):** técnica de transmisión en la que la amplitud de la portadora varía de acuerdo con la señal.
- ✓ **Modulación por códigos de pulsos (PCM):** técnica en la que una señal analógica, como la voz, se convierte en una señal digital mediante el muestreo de la amplitud de la señal y la expresión de amplitudes

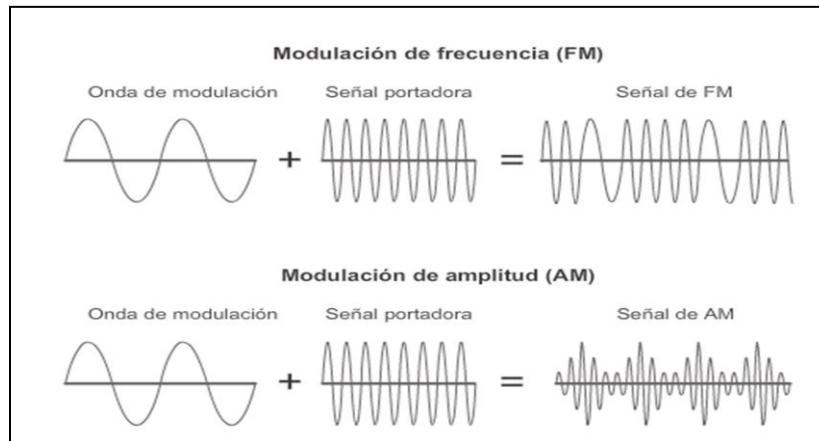
diferentes como un número binario. La velocidad de muestreo debe ser, por lo menos, el doble de la frecuencia más alta en la señal.

La naturaleza de las señales reales que representan los bits en los medios dependerá del método de señalización que se utilice. Algunos métodos pueden utilizar un atributo de señal para representar un único 0 y utilizar otro atributo de señal para representar un único 1.

En la figura 2, se muestra cómo se utilizan las técnicas de AM y FM para enviar una señal.

#### 4.1.3.1 Principios fundamentales de la capa física

Medios	Componentes físicos	Técnica de codificación de la trama	Método de señalización
Cable de cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTP</li> <li>• Coaxial</li> <li>• Conectores</li> <li>• NIC</li> <li>• Puertos</li> <li>• Interfaces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificación Manchester</li> <li>• Técnicas sin retorno a cero (NRZ)</li> <li>• Los códigos 4B/5B se utilizan con la señalización de nivel 3 de la transición de múltiples niveles (MLT-3).</li> <li>• 8B/10B</li> <li>• PAM5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en el campo electromagnético</li> <li>• Intensidad del campo electromagnético</li> <li>• Fase de la onda electromagnética</li> </ul>



#### 4.1.3.2 Ancho de banda

Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. Por lo general, la transferencia de datos se analiza en términos de ancho de banda y rendimiento.

El ancho de banda es la capacidad de un medio para transportar datos. El ancho de banda digital mide la cantidad de datos que pueden fluir desde un lugar hasta otro en un período determinado. El ancho de banda generalmente se mide en kilobits por segundo (kb/s) o megabits por segundo (Mb/s).

El ancho de banda práctico de una red se determina mediante una combinación de factores:

- ✓ Las propiedades de los medios físicos
- ✓ Las tecnologías seleccionadas para la señalización y la detección de 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.

En la tabla, se muestran las unidades de medida comúnmente utilizadas para el ancho de banda.

#### 4.1.3.2 Ancho de banda

Unidad de ancho de banda	Abreviatura	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1bps=unidad fundamental de ancho de banda
Kilobits por segundo	kbps	1kbps=1000bps = $10^3$ bps
Megabits per second, megabits por segundo	Mbps	1Mbps =1000000bps= $10^6$ bps
Gigabits per second, gigabits por segundo	Gbps	1Gbps=1000000000bps= $10^9$ bps
Terabits per second.	Tbps	1Tbps=1000000000000bps= $10^{12}$ bps

#### 4.1.3.2 Ancho de banda

El rendimiento es la medida de transferencia de bits a través de los medios durante un período de tiempo determinado.

Debido a diferentes factores, el rendimiento no suele coincidir con el ancho de banda especificado en las implementaciones de capa física. Muchos factores influyen en el rendimiento, incluidos los siguientes:

- ✓ La cantidad de tráfico
- ✓ El tipo de tráfico
- ✓ La latencia creada por la cantidad de dispositivos de red encontrados entre origen y destino

La latencia se refiere a la cantidad de tiempo, incluidas las demoras, que les toma a los datos transferirse desde un punto determinado hasta otro.

En una internetwork o una red con múltiples segmentos, el rendimiento no puede ser más rápido que el enlace más lento de la ruta de origen a destino. Incluso si todos los segmentos o gran parte de ellos tienen un ancho de banda elevado, sólo se necesita un segmento en la ruta con un rendimiento inferior para crear un cuello de botella en el rendimiento de toda la red.

Existen muchas pruebas de velocidad en línea que pueden revelar el rendimiento de una conexión a Internet. En la ilustración, se proporcionan resultados de ejemplo de una prueba de velocidad.

**Nota:** existe una tercera medición relacionada con la transferencia de datos utilizables, que se conoce como “capacidad de transferencia útil”. La capacidad de transferencia útil es la medida de datos utilizables transferidos durante un período determinado. Esta capacidad representa el rendimiento sin la sobrecarga de tráfico para establecer sesiones, acuses de recibo y encapsulaciones.

#### 4.1.3.3 Rendimiento

La capa física produce la representación y las agrupaciones de bits en forma de voltajes, frecuencias de radio 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 los conectores funcionen según lo previsto mediante diferentes implementaciones de capa de enlace de datos.

Por ejemplo, los estándares para los medios de cobre se definen según lo siguiente:

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

En la ilustración, se muestran distintos tipos de interfaces y puertos disponibles en un router 1941.

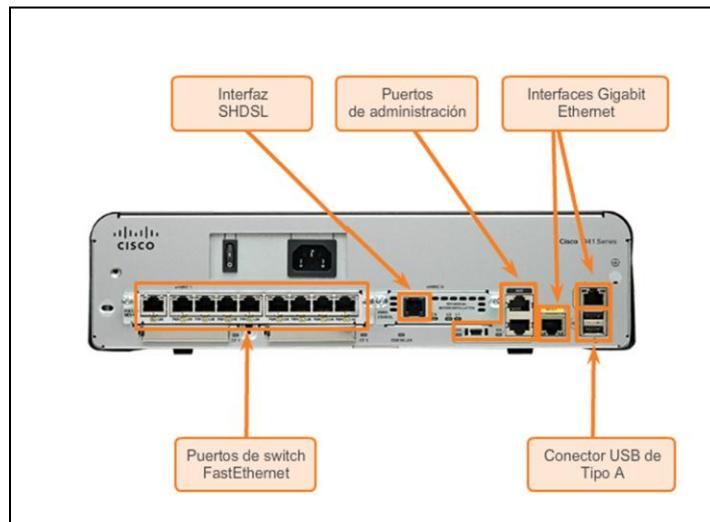
#### 4.1.3.4 Tipos de medios físicos

La capa física produce la representación y las agrupaciones de bits en forma de voltajes, frecuencias de radio 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 los conectores funcionen según lo previsto mediante diferentes implementaciones de capa de enlace de datos.

Por ejemplo, los estándares para los medios de cobre se definen según lo siguiente:

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

En la ilustración, se muestran distintos tipos de interfaces y puertos disponibles en un router 1941.



#### 4.1.3.5 Tipos de medios físicos

##### Actividad: Terminología de la capa física (parte 1)

En la tabla, se proporcionan descripciones de la capa física. Arrastre cada término de la capa física a su descripción.

Término	Descripción de la capa física
Síncrono	Dispositivos de hardware, medios y conectores que transmiten y transportan señales de bits.
Método de señalización	Forma en que se representan los 1 y 0 en los medios. Varía según el esquema de codificación.
Codificación de la trama	Duración espaciada de manera uniforme para las señales.
Asíncrono	Método para convertir los streams de bits de datos en agrupaciones de bits; predefinido.
Componentes físicos	Duración espaciada de manera arbitraria para las señales.

##### Actividad: Terminología de la capa física (parte 2)

En la tabla, se proporcionan más descripciones de la capa física. Arrastre cada término de la capa física a su descripción.

Término	Descripción de la capa física
Ancho de banda	Cantidad de datos utilizables que se transfiere durante un período determinado.
Modulación por códigos de pulsos	Cantidad de datos que puede atravesar el medio durante un período determinado.
Capacidad de transferencia útil	Medida real de bits de datos durante un período determinado.
Rendimiento	Técnica para convertir las señales de voz analógicas en señales digitales.

#### **4.2.1.1 características de los medios de cobre**

Las redes utilizan medios de cobre porque son económicos y fáciles de instalar, y tienen baja resistencia a la corriente eléctrica. Sin embargo, los medios de cobre se ven limitados por la distancia y la interferencia de señales.

Los datos se transmiten en cables de cobre como impulsos eléctricos. Un detector en la interfaz de red de un dispositivo de destino debe recibir una señal que pueda decodificarse exitosamente para que coincida con la señal enviada. No obstante, cuanto mayor sea la distancia que recorre la señal, más se deteriora. Este fenómeno que se denomina “atenuación de la señal”. Por este motivo, todos los medios de cobre deben seguir limitaciones de distancia estrictas según lo especifican los estándares que los rigen.

Los valores de temporización y voltaje de los pulsos eléctricos también son vulnerables a las interferencias de dos fuentes:

- ✓ **Interferencia electromagnética (EMI) o interferencia de radiofrecuencia (RFI):** las señales de EMI y RFI pueden distorsionar y dañar las señales de datos que transportan los medios de cobre. Las posibles fuentes de EMI y RFI incluyen las ondas de radio y dispositivos electromagnéticos como las luces fluorescentes o los motores eléctricos, como se muestra en la ilustración.
- ✓ **Crosstalk:** se trata de una perturbación causada por los campos eléctricos o magnéticos de una señal de un hilo a la señal de un hilo adyacente. En los circuitos telefónicos, el crosstalk puede provocar que se escuche parte de otra conversación de voz de un circuito adyacente. Específicamente, cuando la corriente eléctrica fluye por un hilo, crea un pequeño campo magnético circular alrededor de dicho hilo, que puede captar un hilo adyacente.

Reproduzca la animación de la ilustración para ver la forma en que la transmisión de datos puede verse afectada por interferencias.

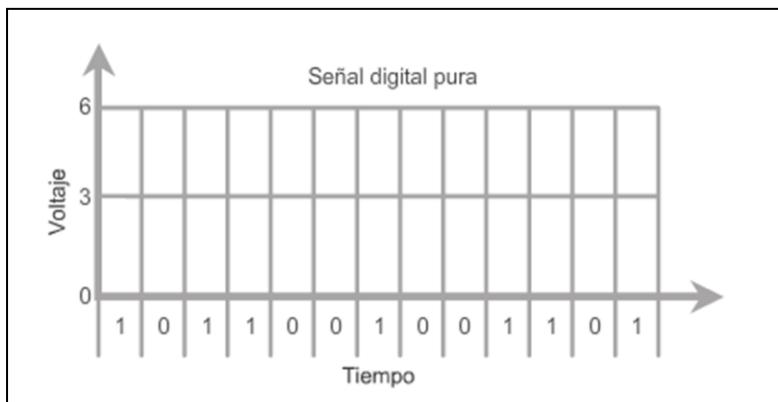
Para contrarrestar los efectos negativos de la EMI y la RFI, algunos tipos de cables de cobre se empaquetan con un blindaje metálico y requieren una conexión a tierra adecuada.

Para contrarrestar los efectos negativos del crosstalk, algunos tipos de cables de cobre tienen pares de hilos de circuitos opuestos trenzados que cancelan dicho tipo de interferencia de forma eficaz.

La susceptibilidad de los cables de cobre al ruido electrónico también puede estar limitada por:

- ✓ La elección del tipo o la categoría de cable más adecuados a un entorno de red determinado.
- ✓ El diseño de una infraestructura de cables para evitar las fuentes de interferencia posibles y conocidas en la estructura del edificio.
- ✓ El uso de técnicas de cableado que incluyen el manejo y la terminación apropiados de los cables.

#### 4.2.1.1 características de los medios de cobre



#### 4.2.1.2 medios de cobre

Existen tres tipos principales de medios de cobre que se utilizan en las redes:

- ✓ **Par trenzado no blindado (UTP)**
- ✓ **Par trenzado blindado (STP)**
- ✓ **Coaxial**

Estos cables se utilizan para interconectar los nodos en una LAN y los dispositivos de infraestructura, como switches, routers y puntos de acceso inalámbrico. Cada tipo de conexión y sus dispositivos complementarios tienen requisitos de cableado estipulados por los estándares de la capa física.

Los diferentes estándares de la capa física especifican el uso de distintos conectores. Estos estándares especifican las dimensiones mecánicas de los conectores y las propiedades eléctricas aceptables de cada tipo. Los medios de red utilizan conectores modulares para facilitar la conexión y la desconexión. 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 de medio.

#### **4.2.1.3 cable de par trenzado no blindado**

El cableado de par trenzado no blindado (UTP) es el medio de red más común. El cableado UTP, que se termina con conectores RJ-45, se utiliza para interconectar hosts de red con dispositivos intermediarios de red, como switches y routers.

En las redes LAN, el cable UTP consta de cuatro pares de hilos codificados por color que están trenzados entre sí y recubiertos con un revestimiento de plástico flexible que los protege contra daños físicos menores. El trenzado de los hilos ayuda a proteger contra las interferencias de señales de otros hilos.

Como se muestra en la ilustración, los códigos de color identifican los pares individuales con sus hilos y sirven de ayuda para la terminación de cables.

#### **4.2.1.4 cables de par trenzado blindado (STP)**

El par trenzado blindado (STP) proporciona una mejor protección contra ruido que el cableado UTP. Sin embargo, en comparación con el cable UTP, el cable STP es mucho más costoso y difícil de instalar. Al igual que el cable UTP, el STP utiliza un conector RJ-45.

El cable STP combina las técnicas de blindaje para contrarrestar la EMI y la RFI, y el trenzado de hilos para contrarrestar el crosstalk. Para obtener los máximos beneficios del blindaje, los cables STP se terminan con conectores de datos STP blindados especiales. Si el cable no se conecta a tierra correctamente, el blindaje puede actuar como antena y captar señales no deseadas.

Existen distintos tipos de cables STP con diferentes características. Sin embargo, hay dos variantes comunes de STP:

- ✓ El cable STP blinda la totalidad del haz de hilos con una hoja metálica que elimina prácticamente toda la interferencia (más común).
- ✓ El cable STP blinda todo el haz de hilos, así como cada par de hilos, con una hoja metálica que elimina todas las interferencias.

El cable STP que se muestra utiliza cuatro pares de hilos. Cada uno de estos pares está empaquetado primero con un blindaje de hoja metálica y, luego, el conjunto se empaqueta con una malla tejida o una hoja metálica.

Durante muchos años, STP fue la estructura de cableado de uso específico en instalaciones de red Token Ring. Con la disminución en el uso de Token Ring, también se redujo la demanda de cableado de par trenzado blindado. Sin embargo, el nuevo estándar de 10 GB para Ethernet incluye una disposición para el uso de cableado STP que genera un renovado interés en el cableado de par trenzado blindado.

#### **4.2.1.5 cable coaxial**

El cable coaxial obtiene su nombre del hecho de que hay dos conductores que comparten el mismo eje. Como se muestra en la ilustración, el cable coaxial consta de lo siguiente:

- ✓ Un conductor de cobre utilizado para transmitir las señales electrónicas.
- ✓ El conductor de cobre está rodeado por una capa de aislamiento plástico flexible.
- ✓ Sobre este material aislante, hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo hilo en el circuito y como blindaje para el conductor interno. La segunda capa o blindaje reduce la cantidad de interferencia electromagnética externa.
- ✓ La totalidad del cable está cubierta por un revestimiento para protegerlo contra daños físicos menores.

**Nota:** se utilizan diferentes tipos de conectores con cable coaxial.

Tradicionalmente, el cable coaxial, capaz de transmitir en una dirección, se utilizó para la televisión por cable. También se utilizó mucho en las primeras instalaciones de Ethernet.

Si bien el cable UTP esencialmente reemplazó al cable coaxial en las instalaciones de Ethernet modernas, el diseño del cable coaxial se adaptó para los siguientes usos:

- ✓ **Instalaciones inalámbricas:** los cables coaxiales conectan antenas a los dispositivos inalámbricos. También transportan energía de radiofrecuencia (RF) entre las antenas y el equipo de radio.
- ✓ **Instalaciones de Internet por cable:** actualmente, los proveedores de servicio de cable están convirtiendo los sistemas unidireccionales en sistemas bidireccionales para proporcionar a sus clientes conectividad a Internet. Para proporcionar estos servicios, las partes de cable coaxial y los elementos de amplificación compatibles se reemplazan con cables de fibra óptica. Sin embargo, la conexión final hacia la ubicación del cliente y el cableado dentro de sus instalaciones aún sigue siendo de cable coaxial. Este uso combinado de fibra y coaxial se denomina fibra coaxial híbrida (HFC).

#### 4.2.1.6 Seguridad de medios de cobre

Los tres tipos de medios de cobre son vulnerables a peligros eléctricos y de incendio.

Los peligros de incendio se deben a que el revestimiento y el aislamiento de los cables pueden ser inflamables o producir emanaciones tóxicas cuando se calientan o se queman. Las organizaciones o autoridades edilicias pueden estipular estándares de seguridad relacionados para las instalaciones de hardware y cableado.

Los peligros eléctricos son un problema potencial, dado que los hilos de cobre podrían conducir electricidad en formas no deseadas. Esto puede exponer al personal y el equipo a una variedad de peligros eléctricos. Por ejemplo, un dispositivo de red defectuoso podría conducir corriente al bastidor de otros dispositivos de red. Además, el cableado de red podría representar niveles de voltaje no deseados cuando se utiliza para conectar dispositivos que incluyen fuentes de energía con diferentes potenciales de conexión a tierra. Estos casos son posibles cuando el cableado de cobre se utiliza para conectar redes en diferentes edificios o pisos que utilizan distintas instalaciones de energía. Finalmente, el cableado de cobre puede conducir los voltajes provocados por descargas eléctricas a los dispositivos de red.

Como consecuencia, las corrientes y los voltajes no deseados pueden generar un daño a los dispositivos de red y a las computadoras conectadas o bien provocar lesiones al personal. Para prevenir situaciones potencialmente peligrosas y perjudiciales, es importante instalar correctamente el cableado de cobre según las especificaciones relevantes y los códigos de edificación.

En la ilustración, se muestran prácticas de cableado adecuadas para evitar posibles peligros eléctricos y de incendio.

#### 4.2.1.7. Característica de los medios de cobre

Actividad: Características de los medios de cobre			
	UTP	STP	Coaxial
1. El nuevo estándar 10 GB de Ethernet utiliza esta forma de medios de cobre.			
2. Conecta antenas a dispositivos inalámbricos; se puede empaquetar con cableado de fibra óptica para la transmisión bidireccional de datos.			
3. Contrarresta la EMI y la RFI mediante técnicas de blindaje y conectores especiales.			
4. Son los medios de red más comunes.			
5. Se termina con conectores BNC, tipo N y tipo F.			

#### 4.2.2 cableado UTP

##### 4.2.2.1 Propiedades del cableado UTP

Cuando se utiliza como medio de red, el cableado de par trenzado no blindado (UTP) consta de cuatro pares de hilos codificados por color que están trenzados entre sí y recubiertos con un revestimiento de plástico flexible. Los cables de red UTP tienen cuatro pares de hilos de cobre de calibre 22 o 24. Los cables UTP tienen un diámetro externo de aproximadamente 0,43 cm (0,17 in), y su tamaño reducido puede ser una ventaja durante la instalación.

Los cables UTP no utilizan blindaje para contrarrestar los efectos de la EMI y la RFI. En cambio, los diseñadores de cables descubrieron que pueden limitar el efecto negativo del crosstalk por medio de los métodos siguiente:

- ✓ **Anulación** los diseñadores ahora emparejan los hilos en un circuito. Cuando dos hilos en un circuito eléctrico están cerca, los campos magnéticos son exactamente opuestos entre sí. Por lo tanto, los dos campos magnéticos se anulan y también anulan cualquier señal de EMI y RFI externa.
- ✓ **Cambio del número de vueltas por par de hilos:** para mejorar aún más el efecto de anulación de los pares de hilos del circuito, los diseñadores cambian el número de vueltas de cada par de hilos en un cable. Los cables UTP deben seguir especificaciones precisas que rigen cuántas vueltas o trenzas se permiten por metro (3,28 ft) de cable. Observe en la ilustración que el par naranja y naranja/blanco está menos trenzado que el par azul y azul/blanco. Cada par coloreado se trenza una cantidad de veces distinta.

Los cables UTP dependen exclusivamente del efecto de anulación producido por los pares de hilos trenzados para limitar la degradación de la señal y proporcionar un autoblindaje eficaz de los pares de hilos en los medios de red.

#### 4.2.2.2 estándares del cableado UTP

El cableado UTP cumple con los estándares establecidos en conjunto por la TIA/EIA. Específicamente, TIA/EIA-568A estipula los estándares comerciales de cableado para las instalaciones de LAN y es el estándar más utilizado en los entornos de cableado LAN. Algunos de los elementos definidos son:

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

El Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) define las características eléctricas del cableado de cobre. IEEE califica el cableado UTP según su rendimiento. Los cables se dividen 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 mejorada (Cat5e), la categoría 6 (Cat6) y la categoría 6a.

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 edilicias.

En la ilustración, se destacan las distintas categorías de cableado UTP.

Nota: algunos fabricantes producen cables que exceden las especificaciones de la categoría 6a de la TIA/EIA y se refieren a estos como cables de “categoría 7”.

#### 4.2.2.3 conectores UTP

Los cables UTP se terminan generalmente con un conector RJ-45 especificado por el estándar ISO 8877. Este conector se utiliza para una variedad de especificaciones de capa física, una de las cuales es Ethernet. El estándar TIA/EIA 568 describe las asignaciones de los códigos de color de los hilos a los pines (diagrama de pines) de los cables Ethernet.

En el video de la figura 1, se muestra un cable UTP terminado con un conector RJ-45.

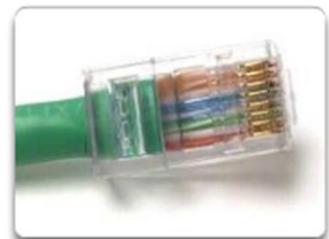
Como se muestra en la figura 2, el conector RJ-45 es el componente macho que está engarzado en el extremo del cable. El socket es el componente hembra en un dispositivo de red, una pared, una toma en el tabique divisorio de un cubículo o un panel de conexiones.

Cada vez que se realiza la terminación de un cableado de cobre, existe la posibilidad de que haya pérdida de señal y de que se introduzca ruido en el circuito de comunicación. Cuando las terminaciones se realizan de manera incorrecta, cada cable representa una posible fuente de merma del rendimiento 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 red actuales y futuras.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de un cable UTP mal terminado y un cable UTP bien terminado.



Conector defectuoso: los hilos están expuestos, sin trenzar, y el revestimiento no los cubre completamente.



Conector en buenas condiciones: los hilos están sin trenzar en la medida necesaria para fijar el conector.

#### 4.2.2.4 Tipos de Cable UTP

Según las diferentes convenciones, los cables se deben armarse según las directrices establecidas para cada tipo. Los cables se pueden dividir en tres tipos principales:

• Los cables individuales: se caracterizan por tener los hilos individuales.

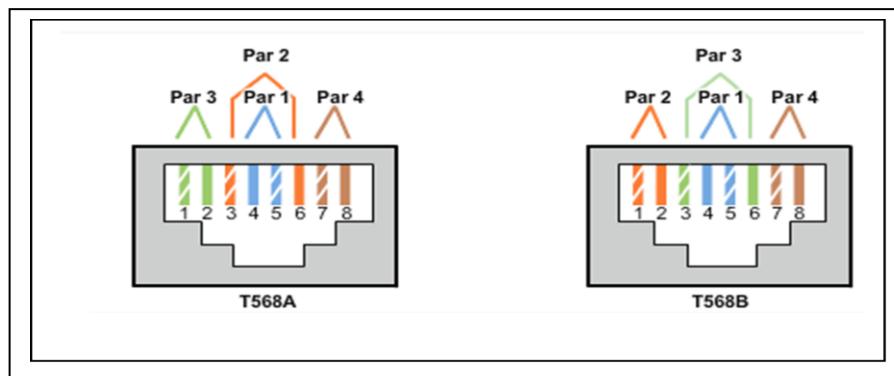
• Los cables en grupos: se caracterizan por tener los hilos agrupados en grupos de pines en los conectores RJ-45.

A continuación se mencionan los principales tipos de cables que se obtienen al utilizar convenciones específicas de cableado:

- ✓ **Cable directo de Ethernet:** el tipo más común de cable de red. Por lo general, se utiliza para interconectar un host con un switch y un switch con un router.
- ✓ **Cable cruzado Ethernet:** cable poco común utilizado para interconectar dispositivos similares. Por ejemplo, para conectar un switch a un switch, un host a un host o un router a un router.
- ✓ **Cable de consola:** cable exclusivo de Cisco utilizado para conectarse al puerto de consola de un router o de un switch.

Es posible que el uso 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.

En la ilustración, se muestra el tipo de cable UTP, los estándares relacionados y la aplicación típica de estos cables. También se identifican los pares de hilos individuales para los estándares TIA 568A y TIA 568B.



Tipo de cable	Estándar	Capa de aplicación
Cable directo de Ethernet	Ambos extremos son T568A o T568B.	Conecta un host de red a un dispositivo de red, como un switch o un hub.
Cruzado Ethernet	Un extremo es T568A, el otro extremo es T568B.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conecta dos hosts de red.</li> <li>• Conecta dos dispositivos de red intermedios (un switch a un switch, o un router a un router).</li> </ul>
De consola	Propietario de Cisco	Conecta el puerto serie de una estación de trabajo al puerto de consola de un router mediante un adaptador.

#### 4.2.2.5 Pruebas de los Cables UTP

Después de la instalación, se debe utilizar un comprobador de cables UTP para probar los siguientes parámetros:

- ✓ Mapa de cableado
- ✓ Longitud del cable
- ✓ Pérdida de señal debido a atenuación

- ✓ Crosstalk

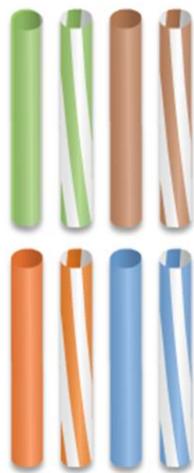
Se recomienda revisar minuciosamente que se cumplan todos los requisitos de instalación de UTP.

#### 4.2.2.6. Diagramas de pines de los cables

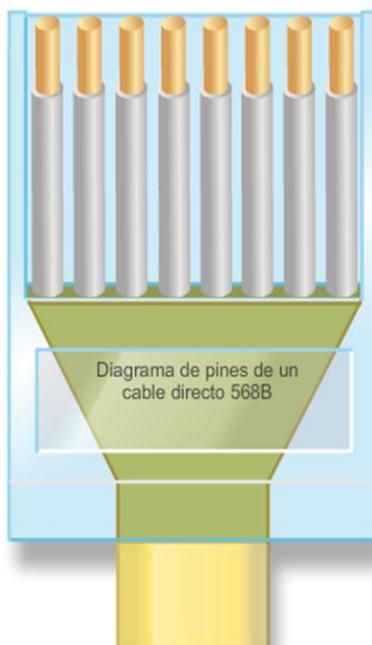
Actividad: Diagramas de pines de los cables

Alinee correctamente los colores de los hilos para armar el diagrama de pines de un cable directo UTP 568B.

Arrastre cada color de hilo a la ubicación correcta en la imagen del conector RJ-45 del gráfico.



Vista de la base de un conector RJ-45



[Verificar](#)

[Restablecer](#)

#### 4.2.2.7. Armado de un cable trenzado ETHERNET

**En esta práctica de laboratorio se cumplirán los siguientes objetivos:**

- ✓ Parte 1: Analizar los estándares de cableado y los diagramas de pines de Ethernet
- ✓ Parte 2: Armar un cable cruzado Ethernet
- ✓ Parte 3: Probar un cable cruzado Ethernet

Práctica de laboratorio: Armado de un cable cruzado Ethernet

#### 4.2.3.1 Propiedades del cableado de fibra óptica

El cable de fibra óptica se volvió muy popular para interconectar dispositivos de red de infraestructura. Permite la transmisión de datos a través de distancias más extensas y a anchos de banda (velocidades de datos) mayores que cualquier otro medio de red.

La fibra óptica es un hilo flexible, extremadamente delgado y transparente de vidrio muy puro (sílice), no mucho más grueso que un cabello humano. En la fibra, los bits se codifican en forma de impulsos de luz. El cable de fibra óptica actúa

como una guía de ondas o una “tubería de luz” para transmitir la luz entre los dos extremos con una pérdida mínima de la señal.

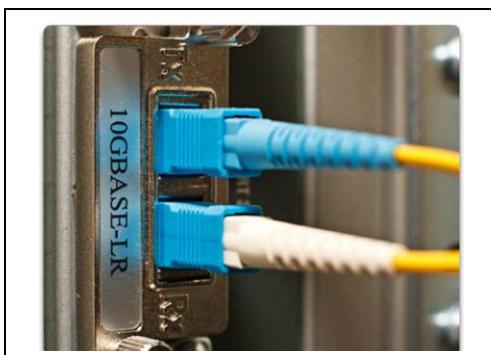
A modo de analogía, imagine un rollo de toallas de papel vacío que mide mil metros de largo y tiene el interior recubierto con material reflectante, y un pequeño puntero láser que se utiliza para enviar señales de código morse a la velocidad de la luz. Básicamente, así es cómo funciona un cable de fibra óptica, excepto que tiene un diámetro más pequeño y utiliza tecnologías de emisión y recepción de luz sofisticadas.

A diferencia de los cables de cobre, el cable de fibra óptica puede transmitir señales con menos atenuación y es totalmente inmune a las EMI y RFI.

En la actualidad, el cableado de fibra óptica se utiliza en cuatro tipos de industrias:

- ✓ **Redes empresariales:** la fibra óptica se utiliza para aplicaciones de cableado backbone y para la interconexión de dispositivos de infraestructura.
- ✓ **FTTH y redes de acceso:** la fibra hasta el hogar (FTTH) se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha de conexión permanente a hogares y pequeñas empresas. La tecnología FTTH admite el acceso a Internet de alta velocidad a un precio accesible, así como el trabajo a distancia, la medicina a distancia y el video a petición.
- ✓ **Redes de largo alcance:** los proveedores de servicios utilizan redes de fibra óptica terrestres de largo alcance para conectar países y ciudades. En general, las redes tienen un alcance de algunas decenas a unos miles de kilómetros y utilizan sistemas basados en hasta 10 Gb/s.
- ✓ **Redes submarinas:** se utilizan cables de fibra óptica especiales para proporcionar soluciones confiables de alta velocidad y alta capacidad que puedan subsistir en entornos submarinos adversos por distancias transoceánicas.

Nos centraremos en el uso de la fibra óptica en el nivel de empresa.

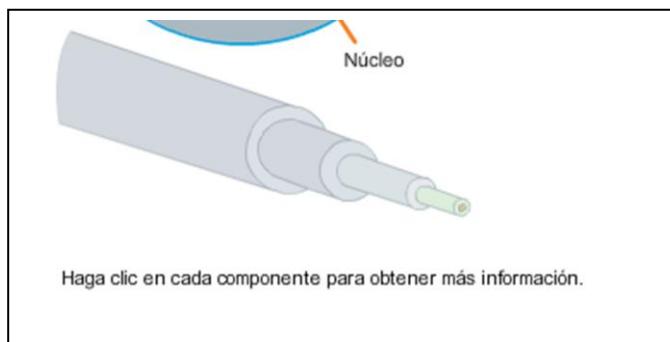
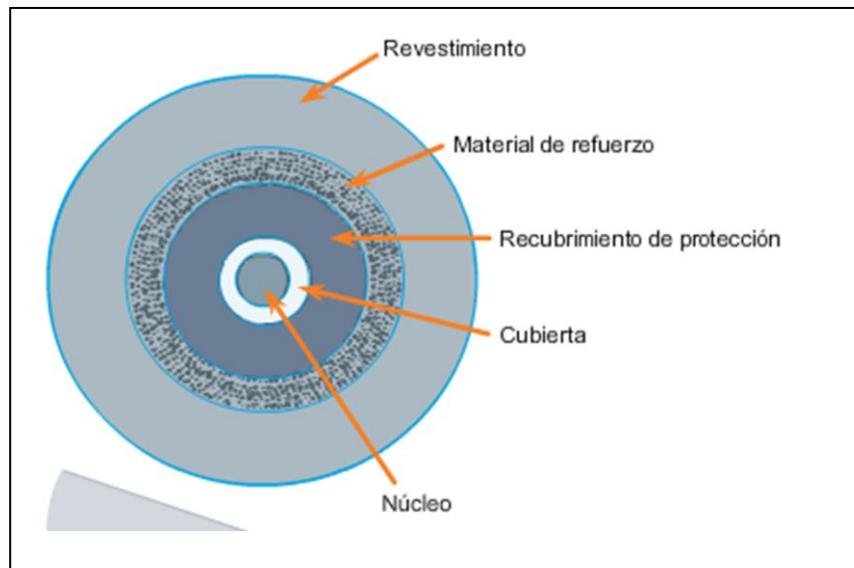


#### 4.2.3.2 Diseño del cable de medios de fibra

Si bien la fibra óptica es muy delgada, consta de dos tipos de vidrio y de un blindaje externo de protección. Específicamente, estos componentes conforman lo siguiente:

- ✓ **Núcleo:** consta de vidrio puro y es la parte de la fibra por la que se transporta la luz.
- ✓ **Cubierta:** el vidrio que rodea al núcleo y actúa como espejo. Los pulsos de luz se propagan por el núcleo mientras la cubierta los refleja. Esto ayuda a contener los pulsos de luz en el núcleo de la fibra, un fenómeno conocido como “reflexión interna total”.
- ✓ **Revestimiento:** generalmente, es un revestimiento de PVC que protege el núcleo y la cubierta. También puede incluir material de refuerzo y un recubrimiento de protección cuyo objetivo es proteger el vidrio contra rayones y humedad.

Si bien es vulnerable a los dobleces pronunciados, las propiedades del núcleo y la cubierta se modificaron en el nivel molecular para hacerla muy resistente. La fibra óptica se prueba a través de un riguroso proceso de fabricación para que tenga una resistencia mínima de 100 000 lb/pulg<sup>2</sup>). La fibra óptica es lo suficientemente duradera para soportar el manejo durante la instalación y la implementación en redes en condiciones ambientales adversas en todo el mundo.



#### 4.2.3.3 Tipos de medio de fibra óptica

Los pulsos de luz que representan los datos transmitidos en forma de bits en los medios son generados por uno de los siguientes:

- ✓ Láseres
- ✓ Diodos emisores de luz (LED)

Los dispositivos electrónicos semiconductores, denominados fotodiodos, detectan los impulsos de luz y los convierten en voltajes que pueden reconstruirse en tramas de datos.

**Nota:** la luz de láser transmitida a través del cableado de fibra óptica puede dañar el ojo humano. Se debe tener precaución y evitar mirar dentro del extremo de una fibra óptica activa.

En términos generales, los cables de fibra óptica pueden clasificarse en dos tipos:

- ✓ **Fibra óptica monomodo:** la fibra óptica monomodo (SMF) consta de un núcleo muy pequeño y emplea tecnología láser costosa para enviar un único haz de luz. Se usa mucho en situaciones de larga distancia que abarcan cientos de kilómetros, como aplicaciones de TV por cable y telefonía de larga distancia.
- ✓ **Fibra óptica multimodo:** la fibra óptica multimodo (MMF) consta de un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. Específicamente, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos. Se usa mucho en las redes LAN, debido a que se puede alimentar mediante LED de bajo costo. Proporciona un ancho de banda de hasta 10 Gb/s a través de longitudes de enlace de hasta 550 m.

En las figuras 1 y 2, se destacan las características de la fibra óptica multimodo y monomodo. Una de las diferencias destacadas entre la fibra óptica multimodo y monomodo es la cantidad de dispersión. La dispersión se refiere a la extensión de los pulsos de luz con el tiempo. Cuanta más dispersión existe, mayor es la pérdida de intensidad de la señal.

#### 4.2.3.4 Conectores de red de fibra óptica

El extremo de una fibra óptica se termina con un conector de fibra óptica. Existe una variedad de conectores de fibra óptica. Las diferencias principales entre los tipos de conectores son las dimensiones y los métodos de acoplamiento mecánico. Por lo general, los organismos estandarizan un tipo de conector según el equipo que utilizan comúnmente, o estandarizan por tipo de fibra (uno para MMF, uno para SMF). Si se tienen en cuenta todas las generaciones de conectores, en la actualidad se utilizan alrededor de 70 tipos diferentes.

Como se muestra en la figura 1, los tres conectores de red de fibra óptica más populares son los siguientes:

- ✓ **Punta recta (ST):** conectores antiguos de estilo bayoneta, ampliamente utilizados con la fibra óptica multimodo.
- ✓ **Conector suscriptor (SC):** en ocasiones, se lo denomina “conector cuadrado” o “conector estándar”. Es un conector LAN y WAN ampliamente adoptado que utiliza un mecanismo de inserción/extracción para asegurar

la inserción correcta. Este tipo de conector se utiliza con la fibra óptica multimodo y monomodo.

- ✓ **Conector Lucent (LC):** en ocasiones, denominado conector “pequeño” o “local”, cada vez adquiere mayor popularidad debido a su tamaño reducido. Se utiliza con la fibra óptica monomodo y también es compatible con la fibra óptica multimodo.

**Nota:** otros conectores de fibra óptica, como el conector de férula (FC) y el subminiatura A (SMA) no son de uso extendido en la implementación de redes LAN y WAN. Entre los conectores considerados obsoletos, se incluyen los conectores bicónicos (obsoleto) y los D4. Estos conectores exceden el ámbito de este capítulo.

Se requieren dos fibras para realizar una operación full duplex ya que la luz sólo puede viajar en una dirección a través de la fibra óptica. En consecuencia, los cables de conexión de fibra óptica forman un haz de dos cables de fibra óptica, y su terminación incluye un par de conectores de fibra monomodo estándar. Algunos conectores de fibra óptica aceptan las fibras de transmisión y recepción en un único conector, conocido como “conector dúplex”, que también se muestra en la figura 1.

Los cables de conexión de fibra óptica son necesarios para interconectar dispositivos de infraestructura. Por ejemplo, en la figura 2, se muestran diversos cables de conexión comunes:

- ✓ Cable de conexión multimodo SC-SC
- ✓ Cable de conexión monomodo LC-LC
- ✓ Cable de conexión multimodo ST-LC
- ✓ Cable de conexión monomodo SC-ST

Los cables de fibra óptica se deben proteger con un pequeño capuchón de plástico cuando no se utilizan.

Observe además el uso de colores para distinguir entre los cables de conexión monomodo y multimodo. Esto se debe al estándar TIA-598, que recomienda el uso de un revestimiento amarillo para los cables de fibra óptica monomodo y uno naranja (o aguamarina) para los cables de fibra óptica multimodo.



La terminación y el manejo de los cables de fibra óptica requiere de equipo y capacitación especiales. La terminación incorrecta de los medios de fibra óptica

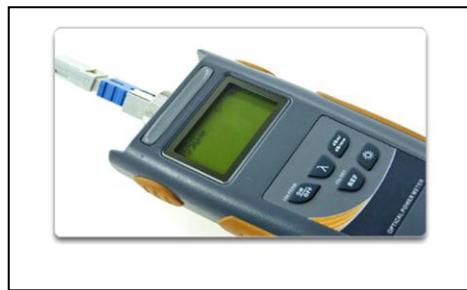
produce una disminución de las distancias de señalización o una falla total de la transmisión.

Tres tipos comunes de errores de empalme y terminación de fibra óptica son:

- ✓ **Desalineación:** los medios de fibra óptica no se alinean con precisión al unirlos.
- ✓ **Separación de los extremos:** no hay contacto completo de los medios en el empalme o la conexión.
- ✓ **Acabado de los extremos:** los extremos de los medios no se encuentran bien pulidos o puede verse suciedad en la terminación.

Se puede realizar una prueba de campo rápida y sencilla que consiste en iluminar un extremo de la fibra con una linterna potente mientras se observa el otro extremo. Si la luz es visible, entonces la fibra es capaz de transmitir luz. Si bien esta prueba no garantiza el funcionamiento de la fibra, es una forma rápida y económica de detectar una fibra deteriorada.

Se recomienda utilizar un comprobador óptico como el que se muestra en la ilustración para probar los cables de fibra óptica. Se puede utilizar un reflectómetro óptico de dominio de tiempo (OTDR) para probar cada segmento del cable de fibra óptica. Este dispositivo introduce un impulso de luz de prueba en el cable y mide la retrodispersión y el reflejo de la luz detectados en función del tiempo. El OTDR calculará la distancia aproximada en la que se detectan estas fallas en toda la longitud del cable.



#### 4.2.3.6 comparaciones entre fibra óptica y cobre

La utilización de cables de fibra óptica ofrece muchas ventajas en comparación con los cables de cobre.

Debido a que las fibras de vidrio que se utilizan en los medios de fibra óptica no son conductores eléctricos, el medio es inmune a la interferencia electromagnética y no conduce corriente eléctrica no deseada cuando existe un problema de conexión a tierra. Las fibras ópticas pueden utilizarse en longitudes mucho mayores que los medios de cobre sin la necesidad de regenerar la señal, ya que son finas y tienen una pérdida de señal relativamente baja. Algunas especificaciones de la capa física de fibra óptica admiten longitudes que pueden alcanzar varios kilómetros.

Algunos de los problemas de implementación de medios de fibra óptica:

- ✓ Más costoso (comúnmente) que los medios de cobre para la misma distancia (pero para una capacidad mayor)
- ✓ Se necesitan diferentes habilidades y equipos para terminar y empalmar la infraestructura de cables
- ✓ Manejo más cuidadoso que los medios de cobre

En la actualidad, en la mayor parte de los entornos empresariales se utiliza principalmente la fibra óptica como cableado backbone para conexiones punto a punto con una gran cantidad de tráfico entre los servicios de distribución de datos y para la interconexión de los edificios en el caso de los campus compuestos por varios edificios. Ya que la fibra óptica no conduce electricidad y presenta una pérdida de señal baja, es ideal para estos usos.

En la ilustración, se destacan algunas de estas diferencias.

Cuestiones de implementación	Cableado UTP	Cableado de fibra óptica
Ancho de banda admitido	10 Mb/s – 10 Gb/s	10 Mb/s – 100 Gb/s
Distancia	Relativamente corta (de 1 a 100m)	Relativamente extensa (de 1 a 100000m)
Inmunidad a EMI y RFI	Baja	Alta (totalmente inmune)
Inmunidad a los peligros eléctricos	Baja	Alta (totalmente inmune)
Costos de medios y conectores	Menores	Mayores
Habilidades de instalación requeridas	Menores	Mayores
Precauciones de seguridad	Menores	Mayores

#### 4.2.3.7. Actividad terminología de fibra óptica y cobre

Actividad: Terminología de fibra óptica

En la tabla, se proporcionan descripciones de los medios de **fibra óptica**. Haga clic en el campo correspondiente para unir la descripción con el tipo de cable de fibra óptica.

	Multimodo	Monomodo
1. Puede contribuir a que los datos recorran distancias de aproximadamente 1,24 mi o 2 km (2000 m).		
2. Utiliza diodos emisores de luz (LED) como fuente de luz para transmitir los datos.		
3. Utiliza láseres en un único flujo como fuente de luz para transmitir los datos.		
4. Se utiliza para conectar aplicaciones de telefonía y de TV por cable de larga distancia.		
5. Puede recorrer distancias de aproximadamente 62,5 mi o 100 km (100 000 m).		
6. Se utiliza dentro de una red de campus.		

#### 4.2.4.1 Propiedades de los medios inalámbricos

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas que representan los dígitos binarios de las comunicaciones de datos mediante frecuencias de radio y de microondas.

Como medio de redes, el sistema inalámbrico no se limita a conductores o canaletas, como en el caso de los medios de fibra o de cobre. De todos los medios, los inalámbricos proporcionan las mayores opciones de movilidad. Además, la cantidad de dispositivos con tecnología inalámbrica aumenta continuamente. Por estos motivos, la tecnología inalámbrica se convirtió en el medio de preferencia para las redes domésticas. A medida que aumentan las opciones de ancho de banda de red, la tecnología inalámbrica adquiere popularidad rápidamente en las redes empresariales.

En la ilustración, se destacan varios símbolos relacionados con la tecnología inalámbrica.

Sin embargo, existen algunas áreas de importancia para la tecnología inalámbrica, que incluyen las siguientes:

- ✓ **Área de cobertura:** las tecnologías inalámbricas de comunicación de datos funcionan bien en entornos abiertos. Sin embargo, existen determinados materiales de construcción utilizados en edificios y estructuras, además del terreno local, que limitan la cobertura efectiva.
- ✓ **Interferencia:** la tecnología inalámbrica también es vulnerable a la interferencia y puede verse afectada por dispositivos comunes como teléfonos inalámbricos domésticos, algunos tipos de luces fluorescentes, hornos de microondas y otras comunicaciones inalámbricas.
- ✓ **Seguridad:** la cobertura de la comunicación inalámbrica no requiere acceso a un hilo físico de un medio. Por lo tanto, dispositivos y usuarios sin autorización para acceder a la red pueden obtener acceso a la transmisión. En consecuencia, la seguridad de la red es un componente importante de la administración de una red inalámbrica.

Si bien la tecnología inalámbrica es cada vez más popular para la conectividad de escritorio, el cobre y la fibra óptica son los medios de capa física más populares para las implementaciones de redes.



#### 4.2.4.2 tipos de medios inalámbricos

Los estándares IEEE y los de la industria de las telecomunicaciones para las comunicaciones inalámbricas de datos abarcan las capas física y de enlace de datos.

Los tres estándares comunes de comunicación de datos que se aplican a los medios inalámbricos son los siguientes:

- ✓ **Estándar IEEE 802.11:** la tecnología de LAN inalámbrica (WLAN), comúnmente denominada “Wi-Fi”, utiliza un sistema por contienda o no determinista con un proceso de acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones (CSMA/CA) para acceder a los medios.
- ✓ **Estándar IEEE 802.15:** el estándar de red de área personal inalámbrica (WPAN), comúnmente denominado “Bluetooth”, utiliza un proceso de emparejamiento de dispositivos para comunicarse a través de distancias de 1 a 100 m.
- ✓ **Estándar IEEE 802.16:** conocido comúnmente como “interoperabilidad mundial para el acceso por microondas” (WiMAX), utiliza una topología de punto a multipunto para proporcionar acceso a servicios de banda ancha inalámbrica.

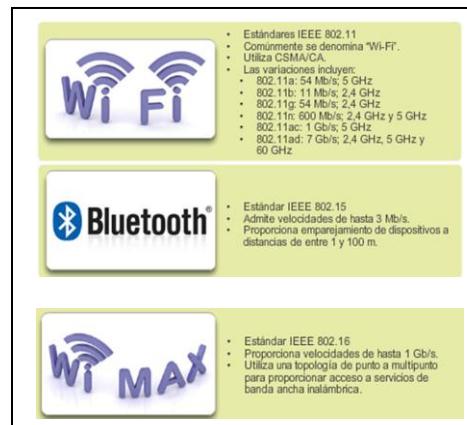
En la ilustración, se destacan algunas de las diferencias entre los medios inalámbricos.

**Nota:** otras tecnologías inalámbricas, como las comunicaciones satelitales y de datos móviles, también pueden proporcionar conectividad a redes de datos. No obstante, estas tecnologías inalámbricas exceden el ámbito de este capítulo.

En cada uno de los ejemplos anteriores, las especificaciones de la capa física se aplican a áreas que incluyen lo siguiente:

- ✓ Codificación de señales de datos a señales de radio
- ✓ Frecuencia e intensidad de la transmisión
- ✓ Requisitos de recepción y decodificación de señales
- ✓ Diseño y construcción de antenas

**Nota:** Wi-Fi es una marca comercial de Wi-Fi Alliance. La tecnología Wi-Fi se utiliza con productos certificados que pertenecen a los dispositivos WLAN basados en los estándares IEEE 802.11.



#### 4.2.4.3 LAN inalámbrica

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

- ✓ **Punto de acceso inalámbrico:** el punto de acceso (AP) inalámbrico 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 medios de cobre, como Ethernet. Los routers inalámbricos domésticos y de pequeñas empresas integran las funciones de un router, un switch y un punto de acceso en un solo dispositivo, como el que se muestra en la ilustración.
- ✓ **Adaptadores de NIC inalámbricas:** proporcionan capacidad de comunicación inalámbrica a cada host de red.

A medida que la tecnología fue evolucionando, surgió una gran cantidad de estándares WLAN basados en Ethernet. Se debe tener precaución al comprar dispositivos inalámbricos para garantizar compatibilidad e interoperabilidad.

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.



#### 4.2.4.4 est谩ndares WI-FI 802.11

Los distintos est谩ndares 802.11 evolucionaron con los a帽os. Los est谩ndares incluyen:

- ✓ **IEEE 802.11a:** opera en la banda de frecuencia de 5 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mb/s. Posee un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras edilicias ya que opera en frecuencias superiores. Los dispositivos que funcionan conforme a este est谩ndar no son interoperables con los est谩ndares 802.11b y 802.11g que se describen a continuaci贸n.
- ✓ **IEEE 802.11b:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 11 Mb/s. Los dispositivos que implementan este

estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras edilicias que los dispositivos basados en 802.11a.

- ✓ **IEEE 802.11g:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mbps. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar operan en la misma radiofrecuencia y tienen un alcance de hasta 802.11b pero con un ancho de banda de 802.11a.
- ✓ **IEEE 802.11n:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. Las velocidades de datos típicas esperadas van de 150 Mb/s a 600 Mb/s, con una alcance de hasta 70 m. Es compatible con dispositivos 802.11a, b y g anteriores.
- ✓ **IEEE 802.11ac:** opera en la banda de 5 GHz y proporciona velocidades de datos que van de 450 Mb/s a 1,3 Gb/s (1300 Mb/s); es compatible con dispositivos 802.11a/n.
- ✓ **IEEE 802.11ad:** también conocido como “WiGig”. Utiliza una solución de Wi-Fi de triple banda con 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz, y ofrece velocidades teóricas de hasta 7 Gb/s.

En la ilustración, se destacan algunas de estas diferencias.

Estándar	Velocidad máxima	Frecuencia	Compatible con modelos anteriores
802.11a	54Mb/s	5 GHz	No
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	No
802.11g	54Mb/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mb/s	2,4GHz o 5GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gb/s (1300 Mb/s)	2,4GHz y 5GHz	802.11a/n
802.11ad	7 Gb/s (7000 Mb/s)	2,4GHz, 5GHz y 60 GHz	802.11a/b/g/n/ac

#### 4.2.4.5 Packet Tracer: Conexión de una LAN por cable y una LAN inalámbrica

Al trabajar en Packet Tracer (un entorno de laboratorio o un contexto empresarial), debe saber cómo seleccionar el cable adecuado y cómo conectar correctamente los dispositivos. En esta actividad se analizarán configuraciones de dispositivos en el Packet Tracer, se seleccionarán los cables adecuados según la configuración y se conectarán los dispositivos. Esta actividad también explorará la vista física de la red en el Packet Tracer.

Packet Tracer: Conexión de una LAN por cable y una LAN inalámbrica (instrucciones)

Packet Tracer: Conexión de una LAN por cable y una LAN inalámbrica (PKA)

#### 4.2.4.6 Laboratorio: visualización de información de tarjeta NIC cableada e inalámbrica

**En esta práctica de laboratorio se cumplirán los siguientes objetivos:**

- ✓ Parte 1: Identificar y trabajar con NIC de PC
- ✓ Parte 2: Identificar y utilizar los iconos de red de la bandeja del sistema

## Laboratorio: visualización de información de tarjeta NIC cableada e inalámbrica

### 4.3.1.1. Capa de enlace de datos

Protocolos de la capa de enlace de datos

Propósito de la capa de enlace de datos

La capa de acceso a la red de TCP/IP equivale a las siguientes capas del modelo OSI:

- ✓ Enlace de datos (capa 2)
- ✓ Física (capa 1)

Como se muestra en la ilustración, la capa de enlace de datos es responsable del intercambio de tramas entre los nodos a través de un medio de red físico. Permite que las capas superiores accedan a los medios y controla el modo en que los datos se colocan y se reciben en los medios.

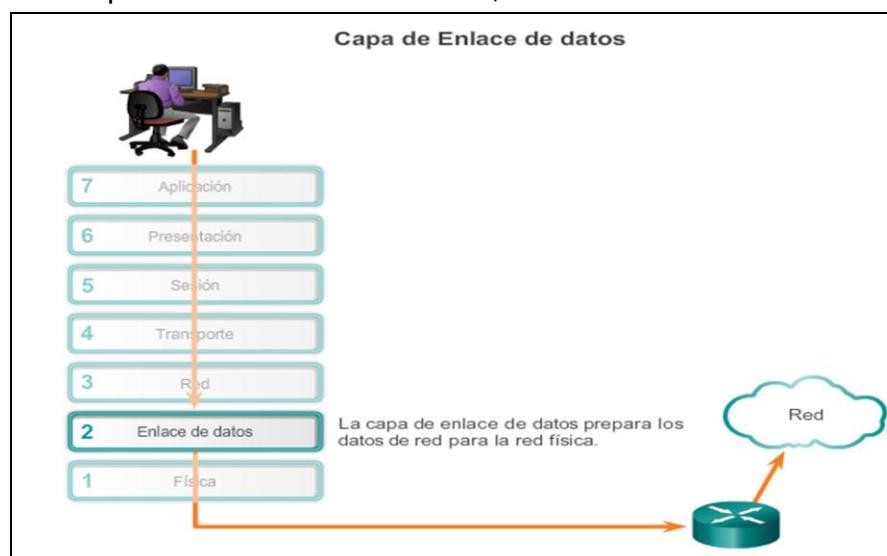
**Nota:** la notación de la capa 2 para los dispositivos de red conectados a un medio común se denomina “nodo”.

Especificamente, la capa de enlace de datos realiza estos dos servicios básicos:

- ✓ Acepta paquetes de la capa 3 y los empaqueta en unidades de datos denominadas “tramas”.
- ✓ Controla el acceso al medio y realiza la detección de errores.

La capa de enlace de datos separa de manera eficaz las transiciones de medios que ocurren a medida que el paquete se reenvía desde los procesos de comunicación de las capas superiores. La capa de enlace de datos recibe paquetes de un protocolo de capa superior y los dirige a un protocolo de las mismas características, en este caso, IPv4 o IPv6. Este protocolo de capa superior no necesita saber qué medios utiliza la comunicación.

**Nota:** en este capítulo, el término “medio” no se refiere a contenido digital y multimedia como audio, animación, televisión y video, sino que se refiere al material que transporta las señales de datos, como los cables de cobre y la fibra óptica.

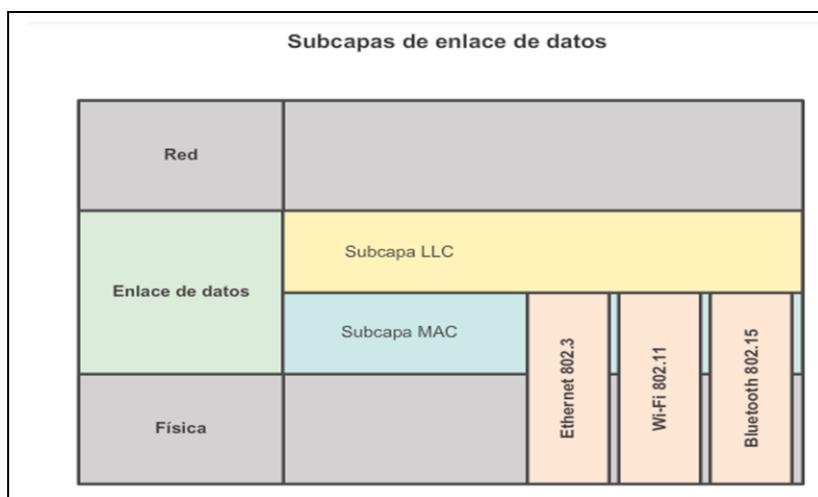


#### 4.3.1.2 Subcapa de enlace de datos

La capa de enlace de datos se divide en dos subcapas:

- ✓ **Control de enlace lógico (LLC):** se trata de la subcapa superior, que define los procesos de software que proporcionan servicios a los protocolos de capa de red. El LLC coloca en la trama información que identifica qué protocolo de capa de red se utiliza para la trama. Esta información permite que varios protocolos de la capa 3, tales como IPv4 e IPv6, utilicen la misma interfaz y los mismos medios de red.
- ✓ **Control de acceso al medio (MAC):** se trata de la subcapa inferior, que define los procesos de acceso al medio que realiza el hardware. Proporciona el direccionamiento de la capa de enlace de datos y la delimitación de los datos de acuerdo con los requisitos de señalización física del medio y con el tipo de protocolo de capa de enlace de datos en uso.

La separación de la capa de enlace de datos en subcapas permite que un tipo de trama definido por la capa superior acceda a distintos tipos de medios definidos por la capa inferior. Tal es el caso en muchas tecnologías LAN, incluida Ethernet. En la ilustración, se muestra la forma en que la capa de enlace de datos se divide en las subcapas LLC y MAC. El LLC se comunica con la capa de red, mientras que la subcapa MAC admite diversas tecnologías de acceso de red. Por ejemplo, la subcapa MAC se comunica con la tecnología LAN Ethernet para enviar y recibir las tramas a través de cables de cobre o de fibra óptica. La subcapa MAC también se comunica con tecnologías inalámbricas como Wi-Fi y Bluetooth para enviar y recibir tramas en forma inalámbrica.



#### 4.3.1.3 Control de acceso al medio

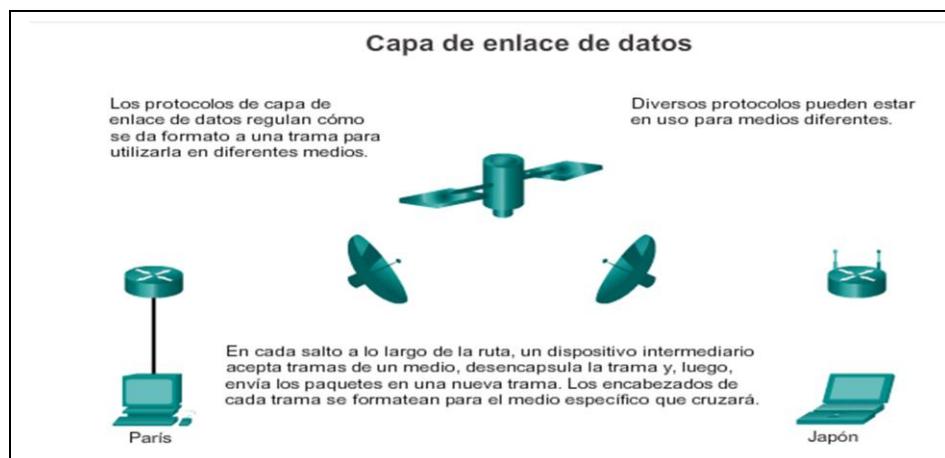
Los protocolos de la Capa 2 especifican la encapsulación de un paquete en una trama y las técnicas para colocar y sacar el paquete encapsulado de cada medio. La técnica utilizada para colocar y sacar la trama de los medios se llama método de control de acceso al medio.

A medida que los paquetes se transfieren del host de origen al host de destino, generalmente deben atravesar diferentes redes físicas. Estas redes físicas pueden constar de diferentes tipos de medios físicos, como cables de cobre, fibra óptica y tecnología inalámbrica compuesta por señales electromagnéticas, frecuencias de radio y microondas, y enlaces satelitales.

Los paquetes no tienen una manera de acceder directamente a los distintos medios. La función de la capa de enlace de datos del modelo OSI es preparar los paquetes de la capa de red para la transmisión y controlar el acceso al medio físico. Los métodos de control de acceso al medio que se describen en los protocolos de capa de enlace de datos definen los procesos mediante los cuales los dispositivos de red pueden acceder a los medios de red y transmitir tramas en distintos entornos de red.

Sin la capa de enlace de datos, los protocolos de capa de red, como el protocolo IP, tendrían que tomar medidas para conectarse a cada tipo de medio que pudiera existir a lo largo de la ruta de entrega. Más aún, IP debería adaptarse cada vez que se desarrolle una nueva tecnología de red o medio. Este proceso dificultaría la innovación y desarrollo de protocolos y medios de red. Éste es un motivo clave para usar un método en capas en interconexión de redes.

En la animación de la ilustración, se proporciona un ejemplo de una PC en París que se conecta a una computadora portátil en Japón. Si bien los dos hosts se comunican exclusivamente mediante el protocolo IP, es probable que se utilicen numerosos protocolos de capa de enlace de datos para transportar los paquetes IP a través de diferentes tipos de redes LAN y WAN. Cada transición en un router puede requerir un protocolo de capa de enlace de datos diferente para el transporte en un medio nuevo.



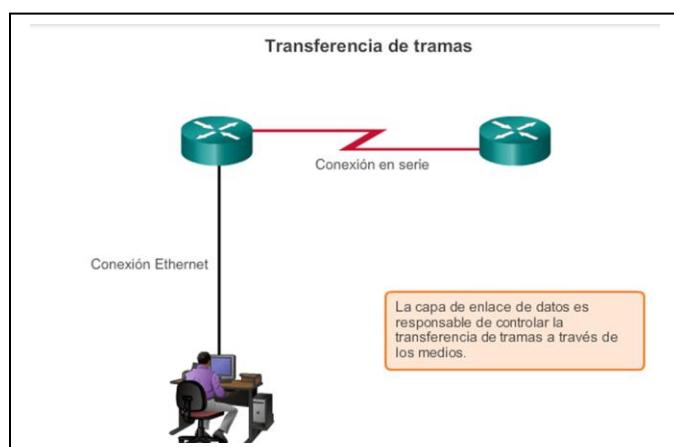
#### 4.3.1.4 provisión de acceso al medio

Durante una misma comunicación, pueden ser necesarios distintos métodos de control de acceso al medio. Cada entorno de red que los paquetes encuentran cuando viajan desde un host local hasta un host remoto puede tener características diferentes. Por ejemplo, una LAN Ethernet consta de muchos hosts que compiten por acceder al medio de red de forma ad hoc. Los enlaces serials constan de una conexión directa entre dos dispositivos únicamente a través de la cual los datos fluyen en forma de bits de manera secuencial y ordenada.

Las interfaces del router encapsulan el paquete en la trama correspondiente, y se utiliza un método de control de acceso al medio adecuado para acceder a cada enlace. En cualquier intercambio de paquetes de capas de red, puede haber muchas transiciones de medios y de capa de enlace de datos. En cada salto a lo largo de la ruta, los routers realizan lo siguiente:

- ✓ Aceptan una trama proveniente de un medio.
- ✓ Desencapsulan la trama.
- ✓ Vuelven a encapsular el paquete en una trama nueva.
- ✓ Reenvían la nueva trama adecuada al medio de ese segmento de la red física.

El router de la figura tiene una interfaz Ethernet para conectarse a la LAN y una interfaz serial para conectarse a la WAN. A medida que el router procesa las tramas, utiliza los servicios de la capa de enlace de datos para recibir la trama de un medio, desencapsularla en la PDU de la capa 3, volver a encapsular la PDU en una trama nueva y colocar la trama en el medio del siguiente enlace de la red.



#### 4.3.2.1 formateo de datos para la transmisión

La capa de enlace de datos prepara los paquetes para transportarlos a través de los medios locales mediante su encapsulación con un encabezado y un tráiler para crear una trama. La descripción de una trama es un elemento clave de cada protocolo de capa de enlace de datos.

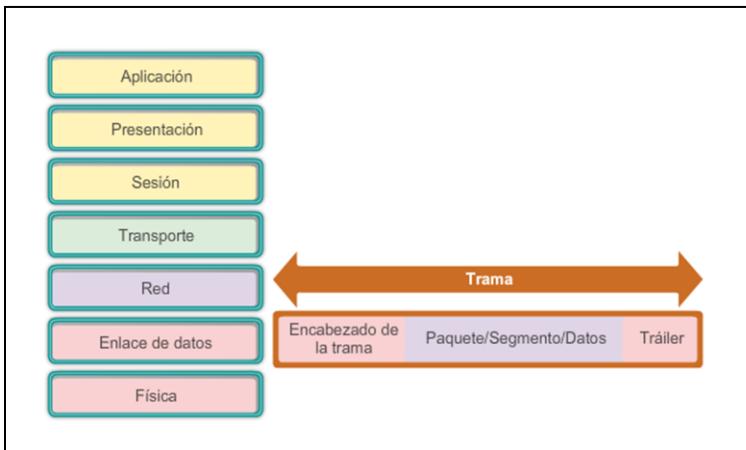
Los protocolos de capa de enlace de datos requieren información de control para permitir que los protocolos funcionen. Por lo general, la información de control responde las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué nodos se comunican entre sí?
- ✓ ¿Cuándo comienza la comunicación entre los nodos individuales y cuándo termina?
- ✓ ¿Qué errores se produjeron mientras se comunicaron los nodos?
- ✓ ¿Qué nodos se comunicarán a continuación?

A diferencia de las otras PDU que se analizaron en este curso, las tramas de la capa de enlace de datos incluyen los siguientes elementos:

- ✓ **Encabezado:** contiene información de control, como direccionamiento, y está ubicado al comienzo de la PDU.
- ✓ **Datos:** contienen el encabezado IP, el encabezado de la capa de transporte y los datos de aplicación.
- ✓ **Tráiler:** contiene la información de control que se agrega al final de la PDU para la detección de errores.

Estos elementos de la trama se muestran en la ilustración y se analizarán con mayor detalle.



#### 4.3.2.2 creación de una trama

Cuando los datos viajan por los medios, se convierten en un stream de bits o en números 1 y 0. Si un nodo está recibiendo streams de bits largos ¿cómo determina dónde comienza y termina la trama o qué bits representan una dirección?

El tramado rompe el stream en agrupaciones descifrables, con la información de control insertada en el encabezado y tráiler como valores en campos diferentes. Este formato brinda a las señales físicas una estructura que pueden recibir los nodos y que se puede decodificar en paquetes en el destino.

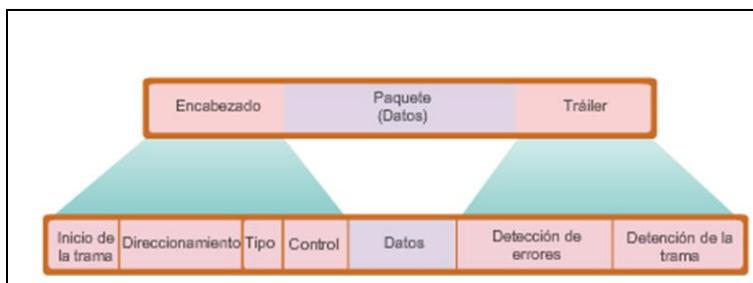
Como se muestra en la ilustración, los tipos de campos de trama genéricos incluyen lo siguiente:

- ✓ **Indicadores de comienzo y de detención de la trama:** la subcapa MAC utiliza estos campos para identificar el inicio y el final de la trama.
- ✓ **Direccionamiento:** la subcapa MAC utiliza este campo para identificar los nodos de origen y destino.
- ✓ **Tipo:** el LLC utiliza este campo para identificar el protocolo de capa 3.
- ✓ **Control:** identifica servicios especiales de control del flujo.

- ✓ **Datos:** incluye el contenido de la trama (es decir, el encabezado del paquete, el encabezado del segmento y los datos).
- ✓ **Detección de errores:** estos campos de trama, que se incluyen después de los datos para formar el tráiler, se utilizan para la detección de errores.

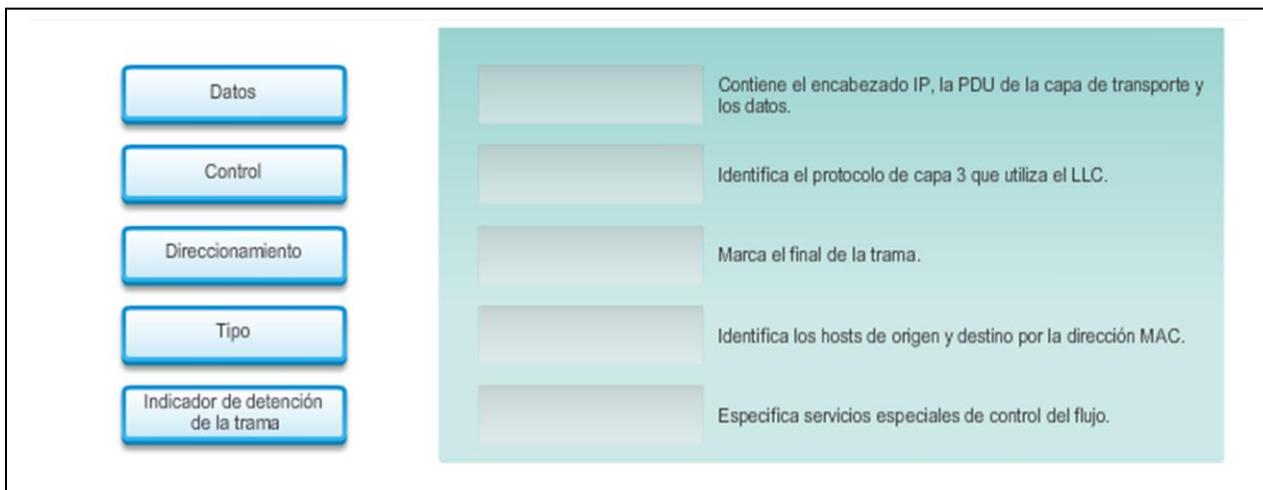
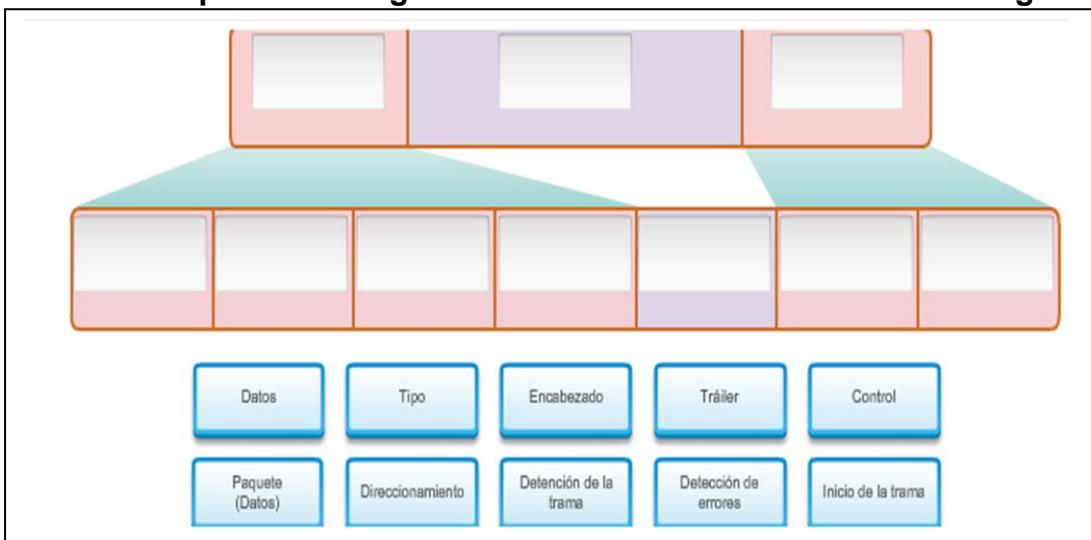
No todos los protocolos incluyen todos estos campos. Los estándares para un protocolo de enlace de datos específico definen el formato real de la trama.

**Nota:** los ejemplos de formatos de trama se analizarán al final de este capítulo.



#### 4.3.2.3 creación de una trama

Arrastre el campo de trama genérico a la ubicación correcta en el diagrama



#### 4.3.3.1 Estándares de la capa de enlace de datos

##### Estándares de la capa 2

A diferencia de los protocolos de las capas superiores de la suite TCP/IP, los protocolos de capa de enlace de datos no se suelen definir por la solicitud de comentarios (RFC). Si bien el Internet Engineering Task Force (IETF) mantiene los protocolos y servicios funcionales para la suite de protocolos TCP/IP en las capas superiores, no define las funciones ni la operación de la capa de acceso a la red de ese modelo.

Especificamente, los servicios y las especificaciones de la capa de enlace de datos se definen mediante varios estándares basados en diversas tecnologías y medios a los cuales se aplican los protocolos. Algunos de estos estándares integran los servicios de la Capa 2 y la Capa 1.

Los responsables de la definición de los protocolos y servicios funcionales en la capa de enlace de datos son los siguientes:

- ✓ Organismos de ingeniería que establecen estándares y protocolos públicos y abiertos.
- ✓ Compañías de comunicaciones que establecen y utilizan protocolos exclusivos para aprovechar los nuevos avances tecnológicos o las oportunidades del mercado.

Entre los organismos de ingeniería que definen estándares y protocolos abiertos que se aplican a la capa de enlace de datos, se incluyen:

- ✓ Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE)
- ✓ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
- ✓ Organización Internacional para la Estandarización (ISO)
- ✓ American National Standards Institute (ANSI)

En la tabla de la ilustración, se destacan diversos organismos de estandarización y algunos de sus protocolos de capa de enlace de datos más importantes.

Organismo de estandarización	Estándares de red
IEEE	<ul style="list-style-type: none"><li>• 802.2: Control de enlace lógico (LLC)</li><li>• 802.3: Ethernet</li><li>• 802.4: Token bus</li><li>• 802.5: Token Ring</li><li>• 802.11: LAN inalámbrica (WLAN) y malla (certificación Wi-Fi)</li><li>• 802.15: Bluetooth</li><li>• 802.16: WiMax</li></ul>
ITU-T	<ul style="list-style-type: none"><li>• G.992: ADSL</li><li>• G.8100 - G.8199: aspectos de MPLS de transporte</li><li>• Q.921: ISDN</li><li>• Q.922: Frame Relay</li></ul>
ISO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)</li><li>• ISO 9314: Control de acceso al medio (MAC) de la FDDI</li></ul>
ANSI	<ul style="list-style-type: none"><li>• X3T9.5 y X3T12: Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI)</li></ul>

#### 4.3.3.2 ACTIVIDAD: Organismos de Estandarización de la capa de enlace de datos

Actividad: Organismos de estandarización de la capa de enlace de datos

Arrastra los protocolos de enlace de datos hacia los organismos de estandarización correspondientes.

IEEE	ITU-T	ISO	ANSI

Protocolos:

- HDLC
- FDDI MAC
- Ethernet 802.3
- ADSL
- ISDN
- Bluetooth 802.15
- Inalámbrico y WiFi 802.11
- FDDI

#### 4.4.1.1 Control de acceso a los medios

La regulación de la ubicación de las tramas de datos en los medios se encuentra bajo el control de la subcapa de control de acceso al medio.

El control de acceso al medio es el equivalente a las reglas de tránsito que regulan la entrada de vehículos a una autopista. La ausencia de un control de acceso al medio sería el equivalente a vehículos que ignoren el resto del tráfico e ingresen al camino sin tener en cuenta a los demás vehículos. Sin embargo, no todos los caminos y entradas son iguales. El tráfico puede ingresar a un camino confluendo, esperando su turno en una señal de parada o respetando el semáforo. Un conductor sigue un conjunto de reglas diferente para cada tipo de entrada.

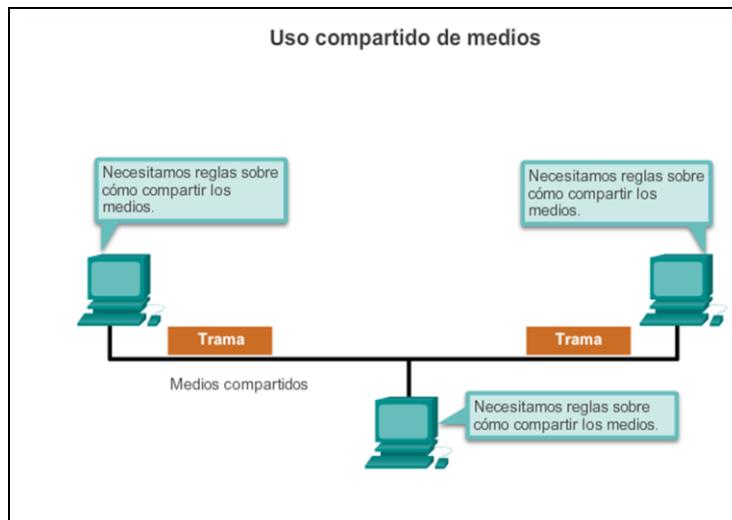
De la misma manera, existen diferentes formas de regular la colocación de tramas en los medios. Los protocolos de la capa de enlace de datos definen las reglas de acceso a los diferentes medios. Algunos métodos de control de acceso al medio utilizan procesos altamente controlados para asegurar que las tramas se coloquen con seguridad en los medios. Estos métodos se definen mediante protocolos sofisticados que requieren mecanismos que introducen sobrecargas a la red.

Entre las diferentes implementaciones de los protocolos de capa de enlace de datos, existen diferentes métodos para controlar el acceso al medio. Estas

técnicas de control de acceso al medio definen si los nodos comparten los medios y de qué manera lo hacen.

El método específico de control de acceso al medio utilizado depende de lo siguiente:

- ✓ Topología: cómo aparece la conexión entre los nodos ante la capa de enlace de datos.
- ✓ Uso compartido de los medios: la forma en que los nodos comparten los medios. El uso compartido de los medios puede ser punto a punto, como en las conexiones WAN, o compartido, como en las redes LAN.

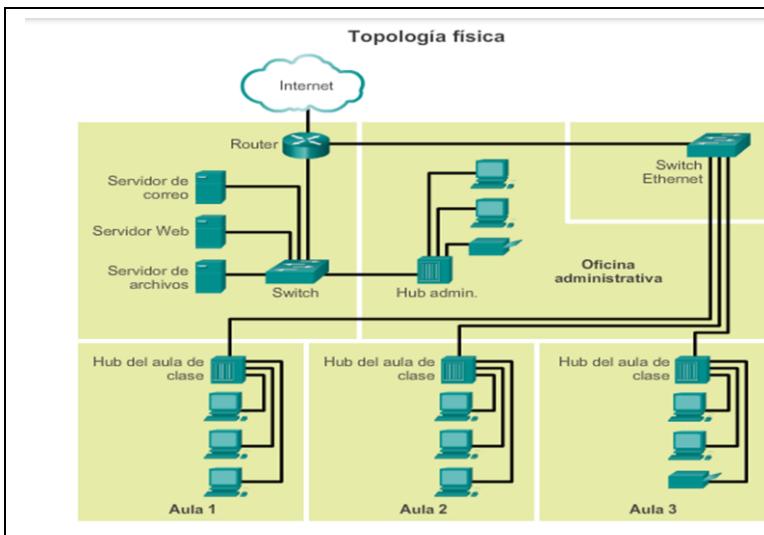


#### 4.4.1.2 Topologías físicas y lógicas

La topología de una red es la configuración o relación de los dispositivos de red y las interconexiones entre ellos. Las topologías LAN y WAN se pueden ver de dos maneras:

- ✓ **Topología física:** se refiere a las conexiones físicas e identifica cómo se interconectan los dispositivos finales y de infraestructura, como los routers, los switches y los puntos de acceso inalámbrico. Las topologías físicas generalmente son punto a punto o en estrella. Consulte la Figura 1.
- ✓ **Topología lógica:** se refiere a la forma en que una red transfiere tramas de un nodo al siguiente. Esta disposición consta de conexiones virtuales entre los nodos de una red. Los protocolos de capa de enlace de datos definen estas rutas de señales lógicas. La topología lógica de los enlaces punto a punto es relativamente simple, mientras que los medios compartidos ofrecen métodos de control de acceso al medio deterministas y no deterministas. Vea la Figura 2.

La capa de enlace de datos “ve” la topología lógica de una red al controlar el acceso de los datos al medio. La topología lógica influye en el tipo de entramado de red y el control de acceso al medio que se utilizan.

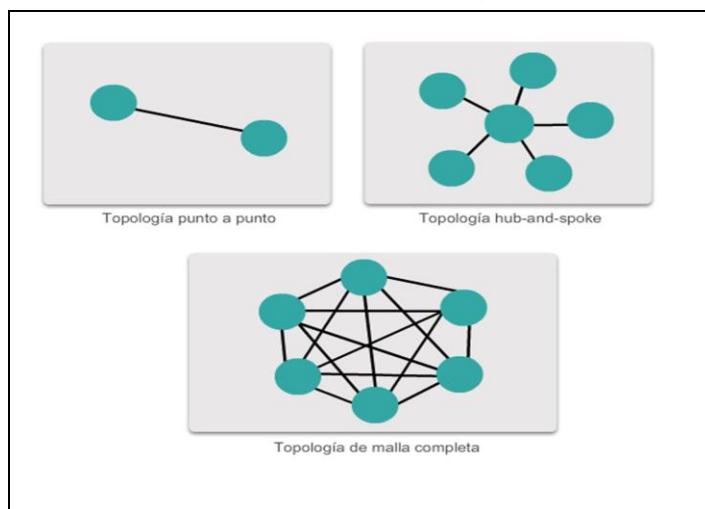


#### 4.4.2.1 Topologías físicas de LAN comunes

Por lo general, las WAN se interconectan mediante las siguientes topologías físicas:

- ✓ **Punto a punto:** esta es la topología más simple, que consta de un enlace permanente entre dos terminales. Por este motivo, es una topología de WAN muy popular.
- ✓ **Hub-and-spoke:** es una versión WAN de la topología en estrella, en la que un sitio central interconecta sitios de sucursal mediante enlaces punto a punto.
- ✓ **Malla:** esta topología proporciona alta disponibilidad, pero requiere que cada sistema final esté interconectado con todos los demás sistemas. Por lo tanto, los costos administrativos y físicos pueden ser importantes. Básicamente, cada enlace es un enlace punto a punto al otro nodo. Las variantes de esta topología incluyen la topología de malla parcial, en la que se interconectan algunos dispositivos finales, pero no todos.

En la ilustración, se muestran las tres topologías físicas de WAN comunes.

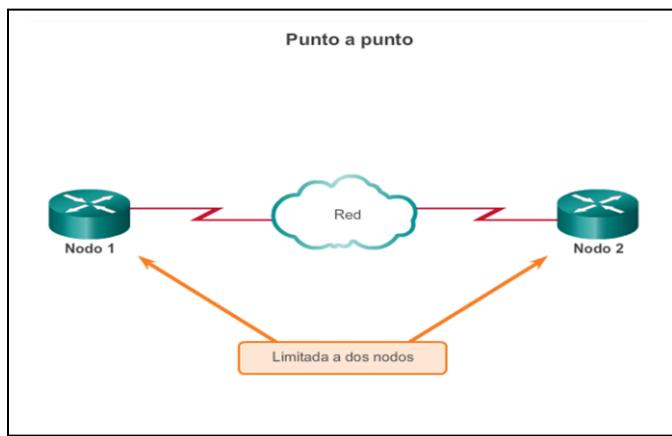


#### 4.4.2.2 Topologías físicas punto a punto

Las topologías físicas punto a punto conectan dos nodos directamente, como se muestra en la ilustración.

En esta disposición, los dos nodos no tienen que compartir los medios con otros hosts. Además, un nodo no tiene que determinar si una trama entrante está destinada a él o a otro nodo. Por lo tanto, los protocolos de enlace de datos lógicos pueden ser muy simples, dado que todas las tramas en los medios solo pueden transferirse entre los dos nodos. El nodo en un extremo coloca las tramas en los medios y el nodo en el otro extremo las saca de los medios del circuito punto a punto.

Los protocolos de capa de enlace de datos podrían proporcionar procesos más sofisticados de control de acceso al medio para las topologías lógicas punto a punto, pero esto solo agregaría una sobrecarga innecesaria al protocolo.



#### 4.4.2.3 Topologías lógicas punto a punto

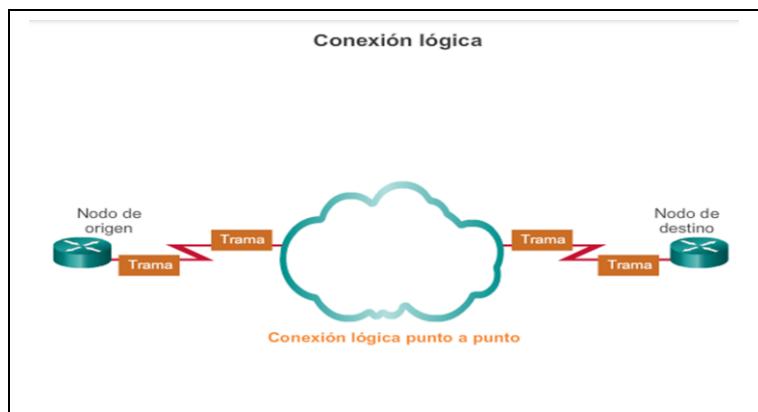
Los nodos de los extremos que se comunican en una red punto a punto pueden estar conectados físicamente a través de una cantidad de dispositivos intermedios. Sin embargo, el uso de dispositivos físicos en la red no afecta la topología lógica.

Como se muestra en la figura 1, los nodos de origen y destino pueden estar conectados indirectamente entre sí a través de una distancia geográfica. En algunos casos, la conexión lógica entre nodos forma lo que se llama un circuito virtual. Un circuito virtual es una conexión lógica creada dentro de una red entre dos dispositivos de red. Los dos nodos en cada extremo del circuito virtual intercambian las tramas entre sí. Esto ocurre incluso si las tramas están dirigidas a través de dispositivos intermedios. Los circuitos virtuales son construcciones de comunicación lógicas utilizadas por algunas tecnologías de la Capa 2.

El método de acceso al medio utilizado por el protocolo de enlace de datos depende de la topología lógica punto a punto, no de la topología física. Esto significa que la conexión lógica de punto a punto entre dos nodos puede no ser

necesariamente entre dos nodos físicos en cada extremo de un enlace físico único.

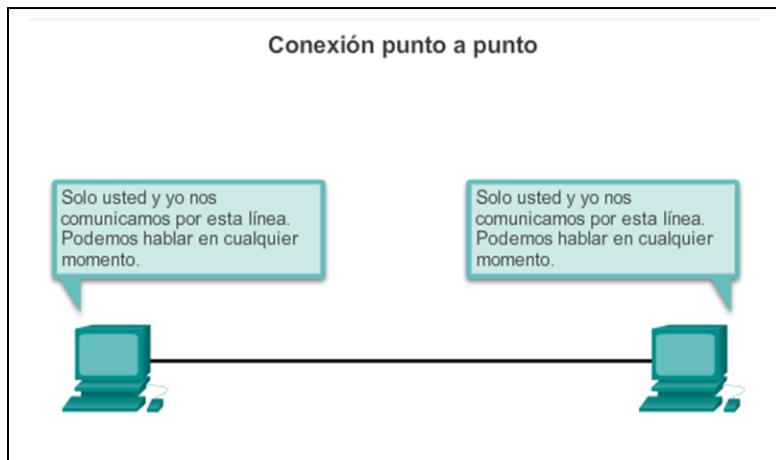
En la figura 2, se muestran los dispositivos físicos entre los dos routers.

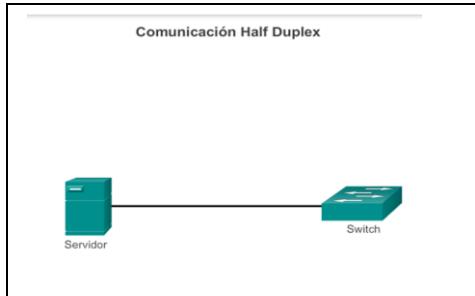


#### 4.4.2.4 Half Duplex y Full Duplex

En la figura 1, se muestra una topología punto a punto. En las redes punto a punto, los datos pueden fluir de dos maneras:

- ✓ **Comunicación half-duplex:** ambos dispositivos pueden transmitir y recibir datos en los medios, pero no pueden hacerlo en forma simultánea. Ethernet ha establecido reglas de arbitraje para resolver conflictos que surgen de instancias donde más de una estación intenta transmitir al mismo tiempo. En la figura 2, se muestra la comunicación half-duplex.
- ✓ **Comunicación full-duplex:** ambos dispositivos pueden transmitir y recibir datos en los medios al mismo tiempo. La capa de enlace de datos supone que los medios están disponibles para que ambos nodos transmitan en cualquier momento. Por lo tanto, no hay necesidad de arbitraje de medios en la capa de enlace de datos. En la figura 3, se muestra la comunicación full-duplex.



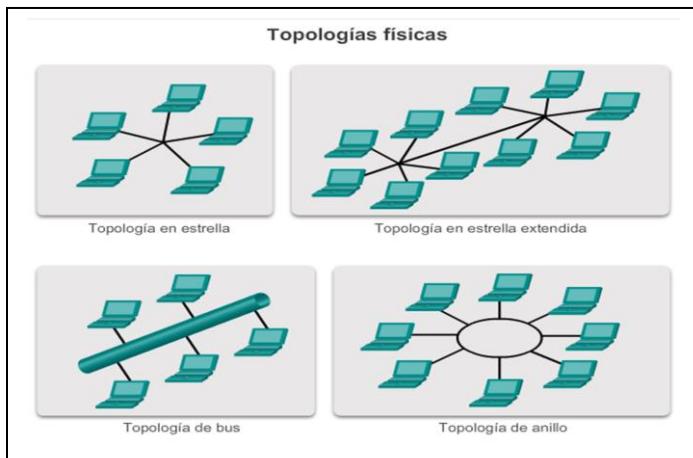


#### 4.4.3.1 Topologías físicas de LAN

La topología física define cómo se interconectan físicamente los sistemas finales. En las redes LAN de medios compartidos, los dispositivos finales se pueden interconectar mediante las siguientes topologías físicas:

- ✓ **Estrella:** los dispositivos finales se conectan a un dispositivo intermedio central. Las primeras topologías en estrella interconectaban dispositivos finales mediante hubs. Sin embargo, en la actualidad estas topologías utilizan switches. La topología en estrella es la topología física de LAN más común, principalmente porque es fácil de instalar, muy escalable (es fácil agregar y quitar dispositivos finales) y de fácil resolución de problemas.
- ✓ **Estrella extendida o híbrida:** en una topología en estrella extendida, dispositivos intermedios centrales interconectan otras topologías en estrella. En una topología híbrida, las redes en estrella se pueden interconectar mediante una topología de bus.
- ✓ **Bus:** todos los sistemas finales se encadenan entre sí y terminan de algún modo en cada extremo. No se requieren dispositivos de infraestructura, como switches, para interconectar los dispositivos finales. Las topologías de bus se utilizaban en las antiguas redes Ethernet, porque eran económicas y fáciles de configurar.
- ✓ **Anillo:** los sistemas finales se conectan a su respectivo vecino y forman un anillo. A diferencia de la topología de bus, la de anillo no necesita tener una terminación. Las topologías de anillo se utilizaban en las antiguas redes de interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI). Específicamente, las redes FDDI emplean un segundo anillo para la tolerancia a fallas o para mejorar el rendimiento.

En la ilustración, se muestra cómo se interconectan los dispositivos finales en las redes LAN.



#### 4.4.3.2 Topologías lógicas para medios compartidos

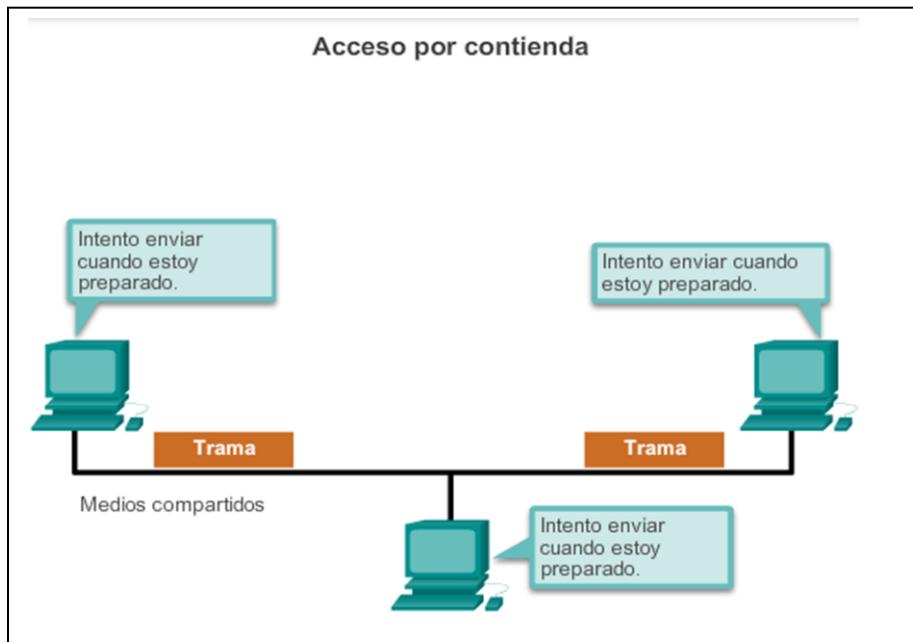
La topología lógica de una red está estrechamente relacionada con el mecanismo que se utiliza para administrar el acceso a la red. Los métodos de acceso proporcionan los procedimientos para administrar el acceso a la red para que todas las estaciones tengan acceso. Cuando varias entidades comparten los mismos medios, deben estar instalados algunos mecanismos para controlar el acceso. Los métodos de acceso se aplican en las redes para regular dicho acceso al medio.

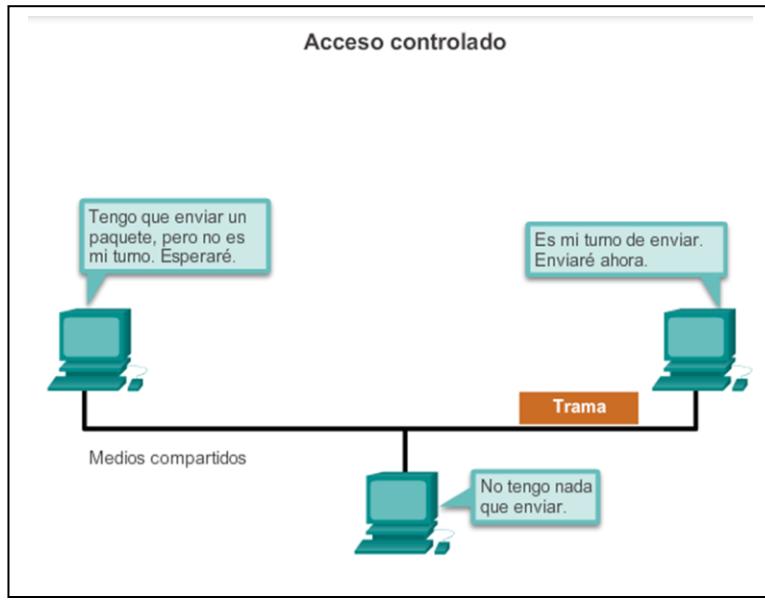
Algunas topologías de red comparten un medio común con varios nodos. En cualquier momento puede haber una cantidad de dispositivos que intentan enviar y recibir datos utilizando los medios de red. Hay reglas que rigen cómo esos dispositivos comparten los medios.

Hay dos métodos básicos de control de acceso al medio para medios compartidos:

- ✓ **Acceso por contienda:** todos los nodos compiten por el uso del medio, pero tienen un plan si se producen colisiones. En la figura 1, se muestra el acceso por contienda.
- ✓ **Acceso controlado:** cada nodo tiene su propio tiempo para utilizar el medio. En la figura 2, se muestra el acceso controlado.

El protocolo de capa de enlace de datos especifica el método de control de acceso al medio que proporciona el equilibrio adecuado entre control de trama, protección de trama y sobrecarga de red.





#### 4.4.3.3 Acceso por contienda

Al utilizar un método de contienda no determinista, los dispositivos de red pueden intentar acceder al medio cada vez que tengan datos para enviar. Para evitar caos completo en los medios, estos métodos usan un proceso de Acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) para detectar primero si los medios están transportando una señal.

Si se detecta una señal portadora en el medio desde otro nodo, quiere decir que otro dispositivo está transmitiendo. Cuando un dispositivo está intentando transmitir y nota que el medio está ocupado, esperará e intentará después de un período de tiempo corto. Si no se detecta una señal portadora, el dispositivo transmite sus datos. Las redes Ethernet e inalámbricas utilizan control de acceso al medio por contención.

Es posible que el proceso de CSMA falle y que dos dispositivos transmitan al mismo tiempo y ocasionen una colisión de datos. Si esto ocurre, los datos enviados por ambos dispositivos se dañarán y deberán enviarse nuevamente.

Los métodos de control de acceso al medio por contención no tienen la sobrecarga de los métodos de acceso controlado. No se requiere un mecanismo para analizar quién posee el turno para acceder al medio. Sin embargo, los sistemas por contención no escalan bien bajo un uso intensivo de los medios. A medida que el uso y el número de nodos aumenta, la probabilidad de acceder a los medios con éxito sin una colisión disminuye. Además, los mecanismos de recuperación que se requieren para corregir errores debidos a esas colisiones disminuyen aún más el rendimiento.

Generalmente se implementa CSMA junto con un método para resolver la contención del medio. Los dos métodos comúnmente utilizados son:

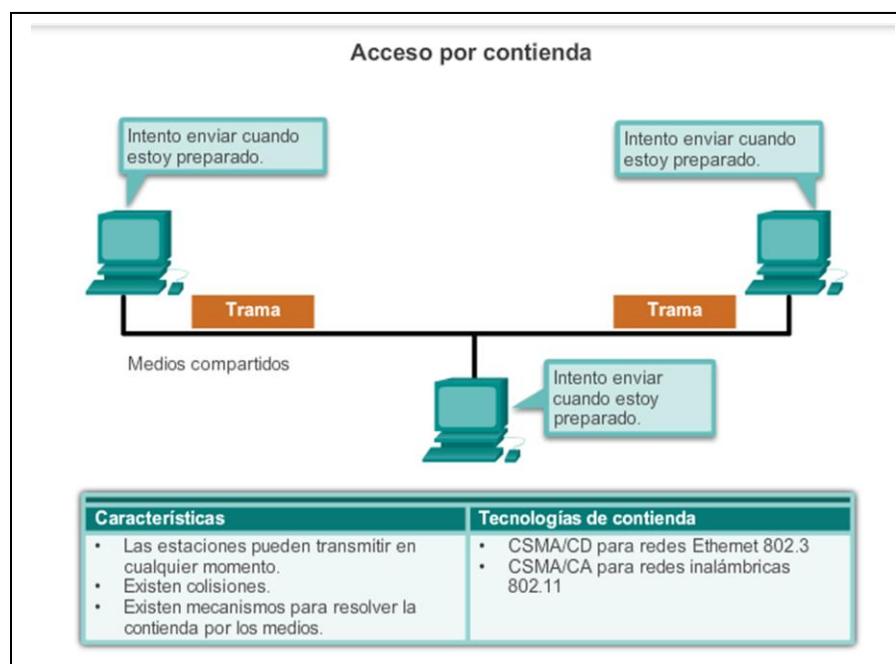
- ✓ **Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones:** con el acceso múltiple por detección de portadora y detección

de colisiones (CSMA/CD), el dispositivo final supervisa los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si no hay una señal de datos y, en consecuencia, los medios están libres, el dispositivo transmite los datos. Si luego se detectan señales que muestran que otro dispositivo estaba transmitiendo al mismo tiempo, todos los dispositivos dejan de enviar e intentan después. Las formas tradicionales de Ethernet utilizan este método.

- ✓ **Acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones:** con el acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones (CSMA/CA), el dispositivo final examina los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si el medio está libre, el dispositivo envía una notificación a través del medio, sobre su intención de utilizarlo. Una vez que recibe autorización para transmitir, el dispositivo envía los datos. Las tecnologías de red inalámbricas 802.11 utilizan este método.

En la ilustración, se muestra lo siguiente:

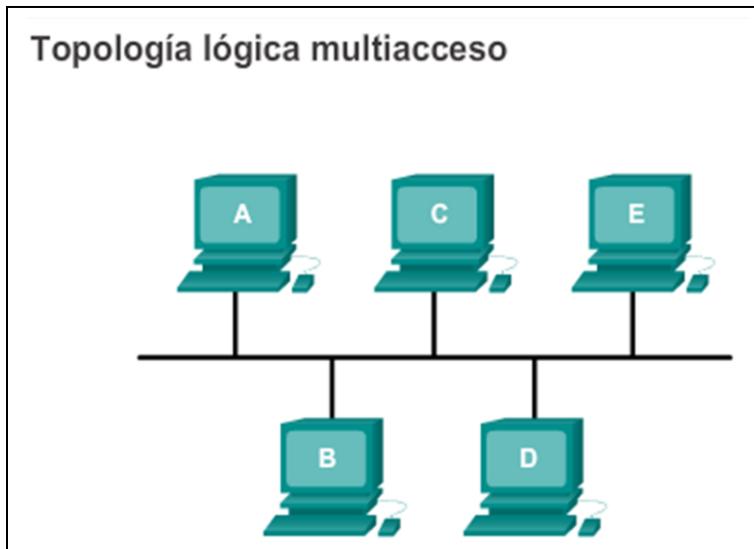
- ✓ Funcionamiento de los métodos de acceso por contienda
- ✓ Características de los métodos de acceso por contienda
- ✓ Ejemplos de los métodos de acceso por contienda



#### 4.4.3.4 Topología Multiacceso

Una topología lógica multiacceso permite a una cantidad de nodos comunicarse utilizando los mismos medios compartidos. Los datos desde un sólo nodo pueden colocarse en el medio en cualquier momento. Cada nodo ve todas las tramas que se encuentran en el medio, pero solamente el nodo al cual se dirige la trama procesa sus contenidos.

Tener muchos nodos que comparten el acceso al medio requiere un método de control de acceso al medio de enlace de datos que regule la transmisión de los datos y, por consiguiente, que reduzca las colisiones entre las distintas señales. Reproduzca la animación para ver cómo los nodos acceden a los medios en una topología multiacceso.



#### 4.4.3.5 Acceso controlado

Al utilizar el método de acceso controlado, los dispositivos de red toman turnos en secuencia para acceder al medio. Si un dispositivo final no necesita acceder al medio, el turno pasa al dispositivo final siguiente. Este proceso se facilita por medio de un token. Un dispositivo final adquiere el token y coloca una trama en los medios; ningún otro dispositivo puede hacerlo hasta que la trama se haya recibido y procesado en el destino, y se libere el token.

**Nota:** este método también se conoce como “acceso programado” o “determinista”.

Aunque el acceso controlado está bien ordenado y provee rendimiento predecible, los métodos determinísticos pueden ser inefficientes porque un dispositivo tiene que esperar su turno antes de poder utilizar el medio.

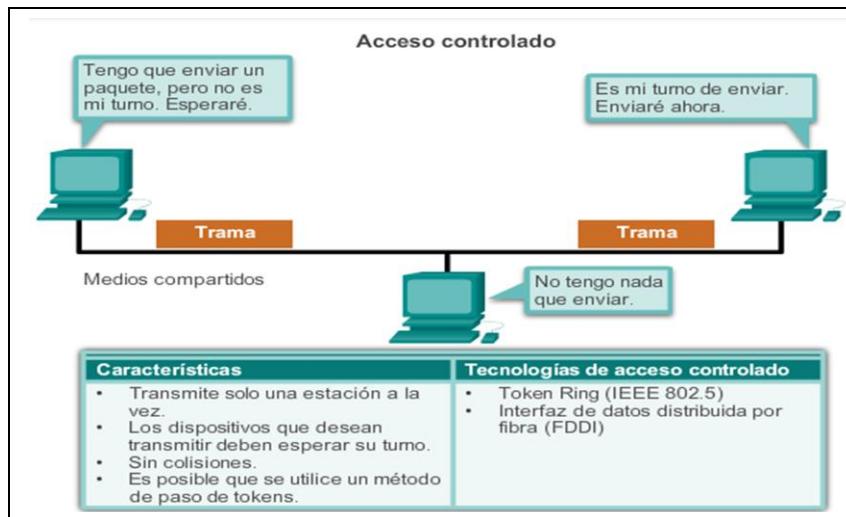
Los ejemplos de acceso controlado incluyen lo siguiente:

- ✓ Token Ring (IEEE 802.5)
- ✓ Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI), que se basa en el protocolo de token bus IEEE 802.4.

**Nota:** estos dos métodos de control de acceso al medio se consideran obsoletos.

En la ilustración, se muestra lo siguiente:

- ✓ Funcionamiento de los métodos de acceso controlado
- ✓ Características de los métodos de acceso controlado
- ✓ Ejemplos de métodos de acceso controlado



#### 4.4.3.6 Topología de anillo

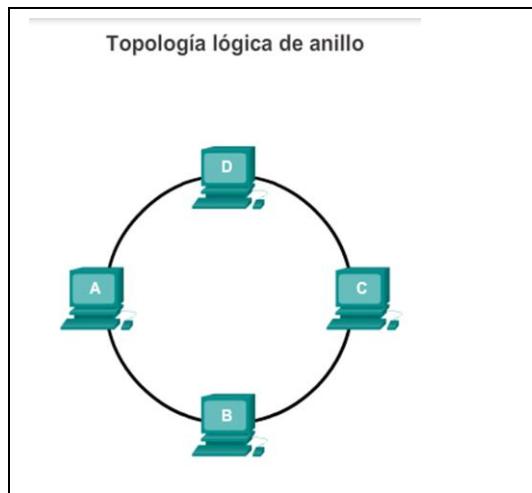
En una topología lógica de anillo, cada nodo recibe una trama por turno. Si la trama no está dirigida al nodo, el nodo pasa la trama al nodo siguiente. Esto permite que un anillo utilice una técnica de control de acceso al medio controlado que se denomina “paso de tokens”.

Los nodos en una topología lógica de anillo retiran la trama del anillo, examinan la dirección y la envían si no está dirigida para ese nodo. En un anillo, todos los nodos alrededor del anillo (entre el nodo de origen y el de destino) examinan la trama.

Existen diversas técnicas de control de acceso al medio que pueden usarse con un anillo lógico, según el nivel de control requerido. Por ejemplo: sólo una trama a la vez es generalmente transportada por el medio. Si no se están transmitiendo datos, se colocará una señal (conocida como token) en el medio y un nodo sólo puede colocar una trama de datos en el medio cuando tiene el token.

Recuerde que la capa de enlace de datos “ve” una topología lógica de anillo. La topología del cableado físico real puede ser otra topología.

Reproduzca la animación para ver cómo acceden los nodos al medio en una topología lógica de anillo.



#### 4.4.3.7 Topologías físicas y topologías lógicas

Actividad: Características de las topologías físicas y las topologías lógicas	1. CSMA/CD	Topología física		Topología lógica	
		✓	✗	✗	✓
	2. Estrella				
	3. Acceso por contienda				
	4. Bus				
	5. CSMA/CA				
	6. Acceso controlado				
	7. Punto a Punto				
	10. Malla				
10. Hub and spoke					

#### 4.4.4.1 La trama

Si bien existen muchos protocolos de capa de enlace de datos diferentes que describen las tramas de la capa de enlace de datos, cada tipo de trama tiene tres partes básicas:

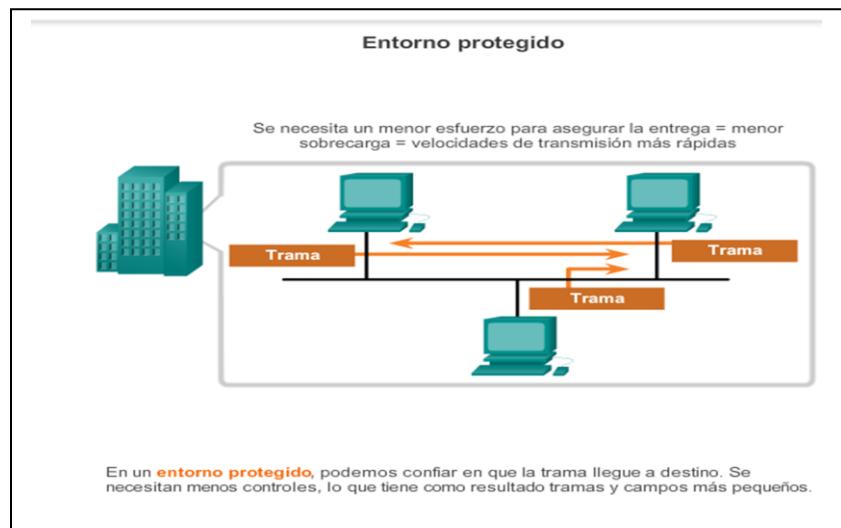
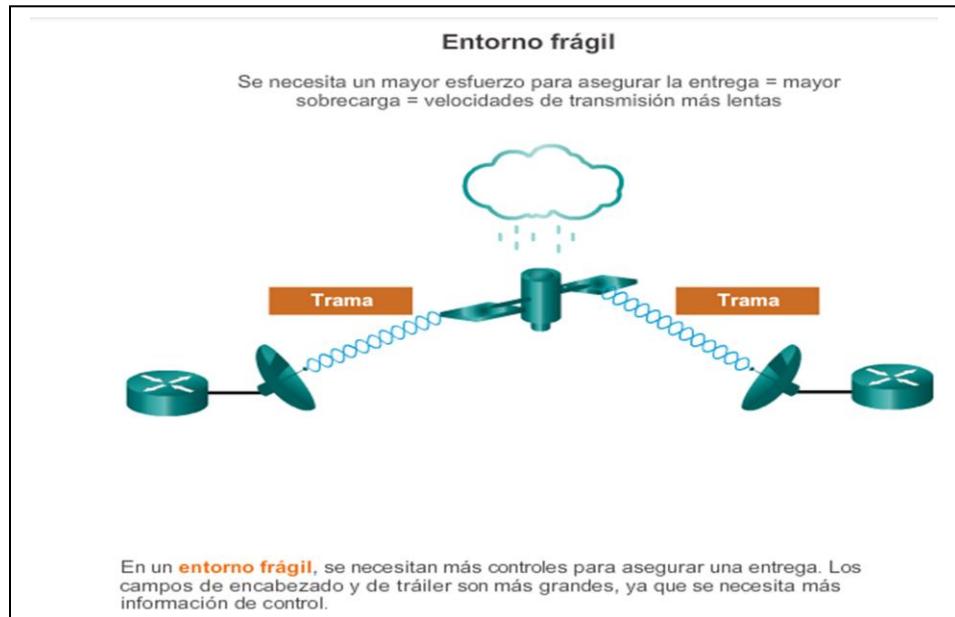
- ✓ Encabezado
- ✓ Datos
- ✓ Tráiler

Todos los protocolos de capa de enlace de datos encapsulan la PDU de la capa 3 dentro del campo de datos de la trama. Sin embargo, la estructura de la trama y los campos contenidos en el encabezado y tráiler varían de acuerdo con el protocolo.

El protocolo de capa de enlace de datos describe las características requeridas para el transporte de paquetes a través de diferentes medios. Estas características del protocolo están integradas en la encapsulación de la trama. Cuando la trama llega a su destino y el protocolo de enlace de datos quita la trama de los medios, la información sobre el entramado se lee y se descarta.

No hay una estructura de trama que cumpla con las necesidades de todos los transportes de datos a través de todos los tipos de medios. Según el entorno, la cantidad de información de control que se necesita en la trama varía para cumplir con los requisitos de control de acceso al medio de la topología lógica y de los medios.

Como se muestra en la figura 1, un entorno frágil requiere más control. Sin embargo, un entorno protegido, como el que se muestra en la figura 2, requiere menos controles.



#### 4.4.4.2 El encabezado

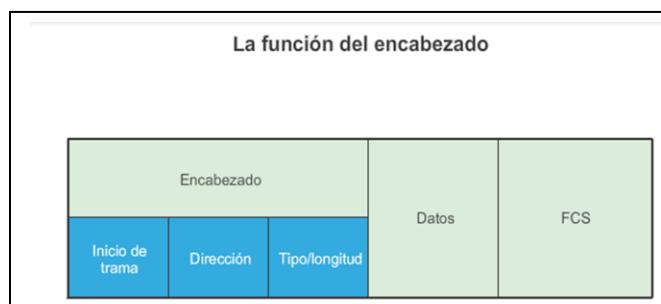
El encabezado de la trama contiene la información de control que especifica el protocolo de capa de enlace de datos para la topología lógica y los medios específicos utilizados.

La información de control de trama es única para cada tipo de protocolo. Es utilizada por el protocolo de la Capa 2 para proporcionar las características demandadas por el entorno de comunicación.

En la ilustración, se muestran los campos de encabezado de la trama de Ethernet:

- ✓ **Campo Inicio de trama:** indica el comienzo de la trama.
- ✓ **Campos Dirección de origen y Dirección de destino:** indican los nodos de origen y destino en los medios.
- ✓ **Campo Tipo:** indica el servicio de capa superior que se incluye en la trama.
- ✓ Los distintos protocolos de capa de enlace de datos pueden utilizar campos diferentes de los mencionados. Por ejemplo, otros campos de encabezado de trama de protocolo de capa 2 podrían incluir los siguientes:
- ✓ **Campo Prioridad/Calidad de servicio:** indica un tipo específico de servicio de comunicación para el procesamiento.
- ✓ **Campo Control de conexión lógica:** se utiliza para establecer una conexión lógica entre nodos.
- ✓ **Campo Control de enlace físico:** se utiliza para establecer el enlace con los medios.
- ✓ **Campo Control del flujo:** se utiliza para iniciar y detener el tráfico a través de los medios.
- ✓ **Campo Control de congestión:** indica si hay congestión en los medios.

Debido a que los propósitos y las funciones de los protocolos de capa de enlace de datos se relacionan con las topologías y los medios específicos, se debe examinar cada protocolo para comprender en detalle la estructura de la trama. Como los protocolos se analizan en este curso, se explicará más información acerca de la estructura de la trama.



#### 4.4.4.3 Dirección de capa 2

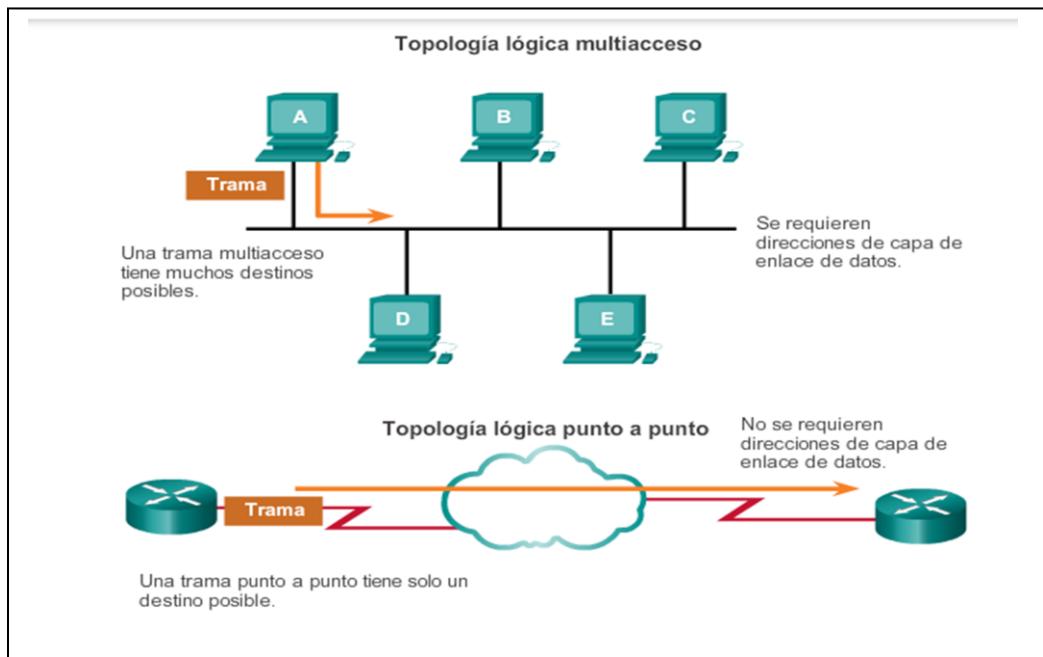
La capa de enlace de datos proporciona el direccionamiento que se utiliza para transportar una trama a través de los medios locales compartidos. Las direcciones de dispositivo en esta capa se llaman direcciones físicas. El direccionamiento de la capa de enlace de datos se incluye en el encabezado de la trama y especifica el nodo de destino de la trama en la red local. El encabezado de la trama también puede contener la dirección de origen de la trama.

A diferencia de las direcciones lógicas de capa 3, que son jerárquicas, las direcciones físicas no indican en qué red se encuentra el dispositivo. En cambio, la dirección física es la dirección específica de un dispositivo en particular. Si el dispositivo se traslada a otra red o subred, sigue funcionando con la misma dirección física de la Capa 2.

No se puede utilizar una dirección específica de un dispositivo y no jerárquica para localizar un dispositivo a través de grandes redes o de Internet. Eso sería como intentar localizar una casa específica en todo el mundo, sin más datos que el nombre de la calle y el número de la casa. Sin embargo, la dirección física se puede usar para localizar un dispositivo dentro de un área limitada. Por este motivo, la dirección de la capa de enlace de datos solo se utiliza para entregas locales. Las direcciones en esta capa no tienen significado más allá de la red local. Compare esto con la Capa 3, en donde las direcciones en el encabezado del paquete pasan del host de origen al host de destino sin tener en cuenta la cantidad de saltos de redes a lo largo de la ruta.

Si los datos deben pasar a otro segmento de red, se necesita un dispositivo intermedio, como un router. El router debe aceptar la trama según la dirección física y desencapsularla para examinar la dirección jerárquica, o dirección IP. Con la dirección IP, el router puede determinar la ubicación de red del dispositivo de destino y el mejor camino para llegar a él. Una vez que sabe adónde reenviar el paquete, el router crea una nueva trama para el paquete, y la nueva trama se envía al segmento siguiente hacia el destino final.

En la ilustración, se destacan los requisitos de dirección de capa 2 en las topologías multiacceso y punto a punto.



#### 4.4.4.4 El trailer

Los protocolos de capa de enlace de datos agregan un tráiler al final de cada trama. El tráiler se utiliza para determinar si la trama llegó sin errores. Este proceso se denomina “detección de errores” y se logra mediante la colocación en el tráiler de un resumen lógico o matemático de los bits que componen la trama. La detección de errores se agrega a la capa de enlace de datos porque las señales en los medios pueden sufrir interferencias, distorsiones o pérdidas que cambien considerablemente los valores de bits que representan esas señales.

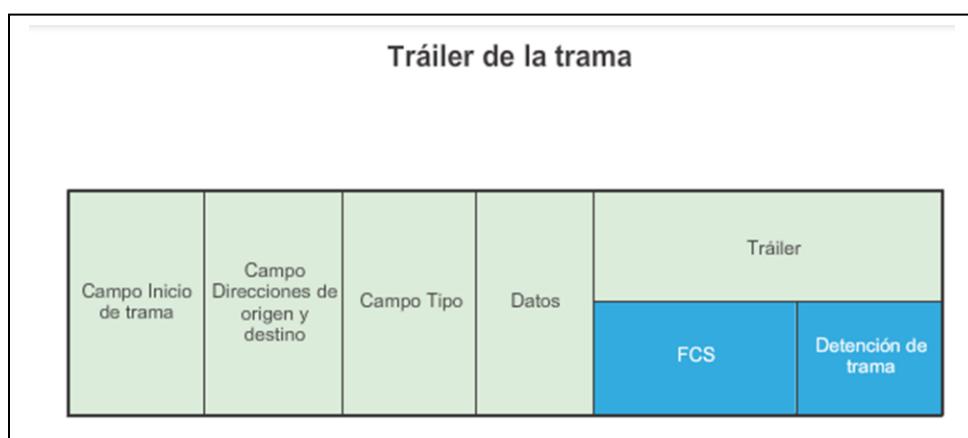
Un nodo transmisor crea un resumen lógico del contenido de la trama. Esto se conoce como valor de comprobación de redundancia cíclica (CRC). Este valor se coloca en el campo Secuencia de verificación de la trama (FCS) para representar el contenido de la trama.

Haga clic en los campos FCS y Detención de trama en la ilustración para obtener más detalles.

Cuando la trama llega al nodo de destino, el nodo receptor calcula su propio resumen lógico, o CRC, de la trama. El nodo receptor compara los dos valores CRC. Si los dos valores son iguales, se considera que la trama llegó como se transmitió. Si el valor CRC en el FCS difiere del CRC calculado en el nodo receptor, la trama se descarta.

Por lo tanto, el campo FCS se utiliza para determinar si se produjeron errores durante la transmisión y la recepción de la trama. El mecanismo de detección de errores proporcionado por el uso del campo FCS descubre la mayoría de los errores provocados en los medios.

Existe siempre la pequeña posibilidad de que una trama con un buen resultado de CRC esté realmente dañada. Los errores en los bits se pueden cancelar entre sí cuando se calcula el CRC. Los protocolos de capa superior entonces deberían detectar y corregir esta pérdida de datos.



#### 4.4.4.5 Tramas LAN y WAN

En una red TCP/IP, todos los protocolos de capa 2 del modelo OSI funcionan con la dirección IP en la capa 3. Sin embargo, el protocolo de capa 2 específico que se

utilice depende de la topología lógica de la red y la implementación de la capa física. Debido al amplio rango de medios físicos utilizados a través de un rango de topologías en interconexión de redes, hay una gran cantidad correspondiente de protocolos de la Capa 2 en uso.

Cada protocolo lleva a cabo el control de acceso al medio para las topologías lógicas de capa 2 especificadas. Esto significa que una cantidad de dispositivos de red diferentes pueden actuar como nodos que operan en la capa de enlace de datos al implementar esos protocolos. Estos dispositivos incluyen el adaptador de red o tarjetas de interfaz de red (NIC) en computadoras, así como las interfaces en routers y en switches de la Capa 2.

El protocolo de la Capa 2 que se utiliza para una topología de red particular está determinado por la tecnología utilizada para implementar esa topología. La tecnología es, a su vez, determinada por el tamaño de la red, en términos de cantidad de hosts y alcance geográfico y los servicios que se proveerán a través de la red.

En general, las redes LAN utilizan una tecnología de ancho de banda elevado que es capaz de admitir una gran cantidad de hosts. El área geográfica relativamente pequeña de una LAN (un único edificio o un campus de varios edificios) y su alta densidad de usuarios hacen que esta tecnología sea rentable.

Sin embargo, utilizar una tecnología de ancho de banda elevado generalmente no es rentable para las redes WAN que abarcan grandes áreas geográficas (varias ciudades, por ejemplo). El costo de los enlaces físicos de larga distancia y la tecnología utilizada para transportar las señales a través de esas distancias, generalmente, ocasiona una menor capacidad de ancho de banda.

La diferencia de ancho de banda normalmente produce el uso de diferentes protocolos para las LAN y las WAN.

Los protocolos de capa de enlace de datos comunes incluyen los siguientes:

- ✓ Ethernet
- ✓ Protocolo punto a punto (PPP)
- ✓ Inalámbrico 802.11

Otros protocolos que se abordan en el currículo de CCNA son el protocolo de enlace de datos de alto nivel (HDLC) y Frame Relay.

Haga clic en el botón Reproducir para ver ejemplos de protocolos de capa 2.

#### 4.4.4.6 Trama de Ethernet

##### Ethernet

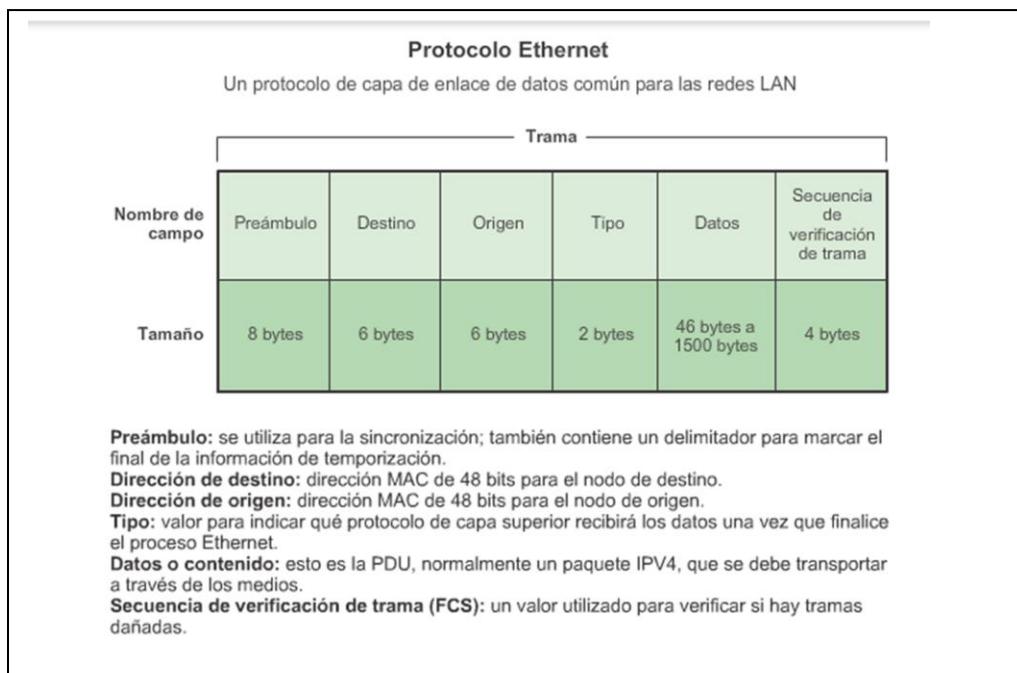
Ethernet es la tecnología LAN predominante. Se trata de una familia de tecnologías de red que se definen en los estándares IEEE 802.2 y 802.3.

Los estándares de Ethernet definen los protocolos de Capa 2 y las tecnologías de Capa 1. Ethernet es la tecnología LAN más ampliamente utilizada y admite anchos de banda de datos de 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps (1000 Mbps) o 10 Gbps (10 000 Mbps).

El formato básico de la trama y las subcapas del IEEE de las Capas OSI 1 y 2 siguen siendo los mismos para todas las formas de Ethernet. Sin embargo, los métodos para detectar y colocar en los medios varían con las diferentes implementaciones.

Ethernet proporciona servicio sin conexión y sin reconocimiento sobre un medio compartido utilizando CSMA/CD como métodos de acceso al medio. Los medios compartidos requieren que el encabezado de la trama de Ethernet utilice una dirección de la capa de enlace de datos para identificar los nodos de origen y destino. Como con la mayoría de los protocolos LAN, esta dirección se llama dirección MAC del nodo. Una dirección MAC de Ethernet es de 48 bits y generalmente se representa en formato hexadecimal.

En la ilustración, se muestran los diversos campos de la trama de Ethernet. En la capa de enlace de datos, la estructura de la trama es casi idéntica para todas las velocidades de Ethernet. Sin embargo, en la capa física, las diferentes versiones de Ethernet colocan los bits en los medios de forma diferente. Ethernet se analiza más detalladamente en el capítulo siguiente.



#### 4.4.4.7 Trama PPP

##### Protocolo punto a punto

Otro protocolo de capa de enlace de datos es el protocolo punto a punto (PPP). El protocolo PPP se utiliza para entregar tramas entre dos nodos. A diferencia de muchos protocolos de capa de enlace de datos, definidos por los organismos de ingeniería eléctrica, el estándar PPP se define mediante RFC. PPP fue desarrollado como un protocolo WAN y sigue siendo el protocolo elegido para implementar muchas WAN serie. El protocolo PPP se puede utilizar en diversos

medios físicos, incluidos par trenzado, líneas de fibra óptica y transmisiones satelitales, así como para conexiones virtuales.

PPP utiliza una arquitectura en capas. Para incluir a los diferentes tipos de medios, PPP establece conexiones lógicas, llamadas sesiones, entre dos nodos. La sesión PPP oculta el medio físico subyacente del protocolo PPP superior. Estas sesiones también proporcionan a PPP un método para encapsular varios protocolos sobre un enlace punto a punto. Cada protocolo encapsulado en el enlace establece su propia sesión PPP.

PPP también permite que dos nodos negocien opciones dentro de la sesión PPP. Esto incluye la autenticación, compresión y multienlace (el uso de varias conexiones físicas).

Consulte la ilustración para ver los campos básicos de una trama PPP.

Protocolo punto a punto						
Un protocolo de enlace de datos común para las redes WAN						
Nombre de campo	Trama					
	Señalizador	Dirección	Control	Protocolo	Datos	FCS
Tamaño	1 byte	1 byte	1 byte	2 bytes	variable	2 o 4 bytes

**Indicador:** un único byte que indica el inicio y el final de una trama. El campo Indicador está formado por la secuencia binaria 01111110.

**Dirección:** un único byte que contiene la dirección de broadcast PPP estándar. El protocolo PPP no asigna direcciones de estaciones individuales.

**Control:** un único byte formado por la secuencia binaria 00000011, que requiere la transmisión de datos de usuario en una trama no secuencial.

**Protocolo:** dos bytes que identifican el protocolo encapsulado en el campo de datos de la trama. Los valores más actualizados del campo Protocolo se especifican en la Solicitud de comentarios (RFC) de números asignados más reciente.

**Datos:** cero o más bytes que contienen el datagrama para el protocolo especificado en el campo Protocolo.

**Secuencia de verificación de trama (FCS):** normalmente, tiene 16 bits (2 bytes). Mediante un acuerdo previo, con la aceptación de las implementaciones PPP se puede utilizar una FCS de 32 bits (4 bytes) para una mayor detección de errores.

#### 4.4.4.8 Trama Inalámbrico 802.11

##### Inalámbrico 802.11

El estándar IEEE 802.11 utiliza el mismo LLC de 802.2 y el mismo esquema de direccionamiento de 48 bits que las demás LAN 802. Sin embargo, existen muchas diferencias en la subcapa MAC y en la capa física. En un entorno inalámbrico, el entorno requiere consideraciones especiales. No hay una conectividad física definible; por lo tanto, factores externos pueden interferir con la transferencia de datos y es difícil controlar el acceso. Para vencer estos desafíos, los estándares inalámbricos tienen controles adicionales.

Comúnmente, el estándar IEEE 802.11 se denomina "Wi-Fi". Es un sistema de contienda que utiliza un proceso CSMA/CA de acceso al medio. CSMA/CA

especifica un procedimiento postergación aleatoria para todos los nodos que están esperando transmitir. La oportunidad más probable para la contención de medio es el momento en que el medio está disponible. Hacer el back off de los nodos para un período aleatorio reduce en gran medida la probabilidad de colisión.

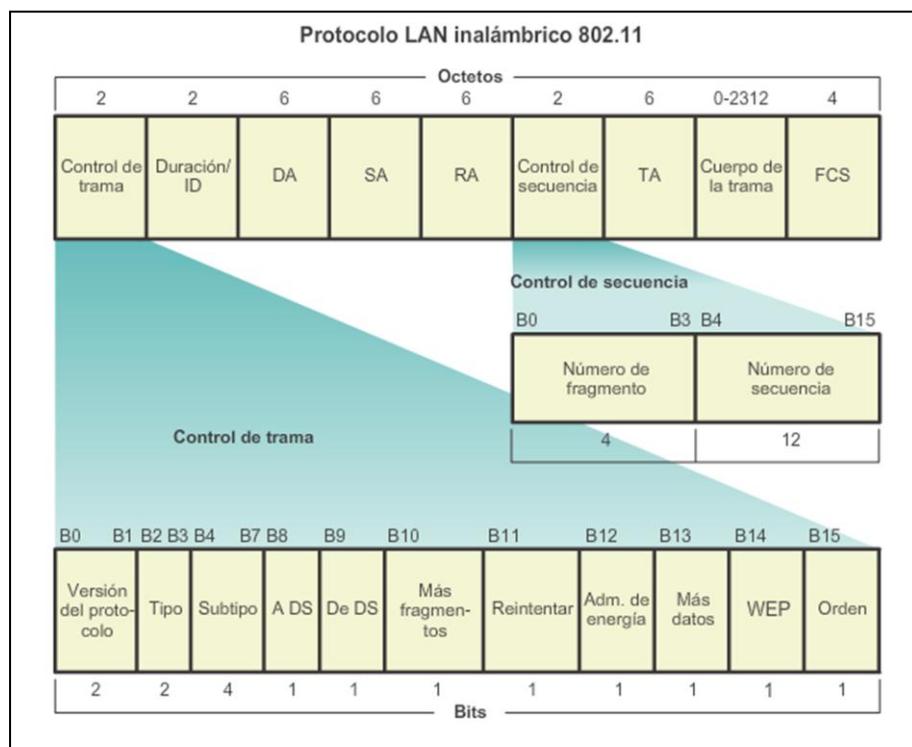
Las redes 802.11 también utilizan acuses de recibo de enlace de datos para confirmar que una trama se recibió correctamente. Si la estación transmisora no detecta la trama de reconocimiento, ya sea porque la trama de datos original o el reconocimiento no se recibieron intactos, se retransmite la trama. Este reconocimiento explícito supera la interferencia y otros problemas relacionados con la radio.

Otros servicios admitidos por la 802.11 son la autenticación, asociación (conectividad a un dispositivo inalámbrico) y privacidad (encriptación).

Como se muestra en la ilustración, las tramas 802.11 incluyen los siguientes campos:

- ✓ **Campo Versión de protocolo:** la versión de la trama 802.11 en uso.
- ✓ **Campos Tipo y Subtipo:** identifican una de las tres funciones y subfunciones de la trama (control, datos y administración).
- ✓ **Campo A DS:** se establece en 1 para las tramas de datos destinadas al sistema de distribución (dispositivos en la estructura inalámbrica).
- ✓ **Campo Desde DS:** se establece en 1 para las tramas de datos que salen del sistema de distribución.
- ✓ **Campo Más fragmentos:** se establece en 1 para las tramas que tienen otro fragmento.
- ✓ **Campo Reintentar:** se establece en 1 si la trama es una retransmisión de una trama anterior.
- ✓ **Campo Administración de energía:** se establece en 1 para indicar que un nodo estará en el modo de ahorro de energía.
- ✓ **Campo Más datos:** se establece en 1 para indicarle a un nodo en el modo de ahorro de energía que se almacenan más tramas en búfer para ese nodo.
- ✓ **Campo Privacidad equivalente por cable (WEP):** se establece en 1 si la trama contiene información encriptada mediante WEP para propósitos de seguridad
- ✓ **Campo Orden:** se establece en 1 en una trama de tipo de datos que utiliza la clase de servicio Estrictamente ordenada (no requiere reordenamiento).
- ✓ **Campo Duración/ID:** según el tipo de trama, representa el tiempo que se requiere en microsegundos para transmitir la trama o una identidad de asociación (AID) para la estación que transmitió la trama.
- ✓ **Campo Dirección de destino (DA):** contiene la dirección MAC del nodo de destino final en la red.
- ✓ **Campo Dirección de origen (SA):** contiene la dirección MAC del nodo que inició la trama.
- ✓ **Campo Dirección del receptor (RA):** contiene la dirección MAC que identifica al dispositivo inalámbrico que es el destinatario inmediato de la trama.

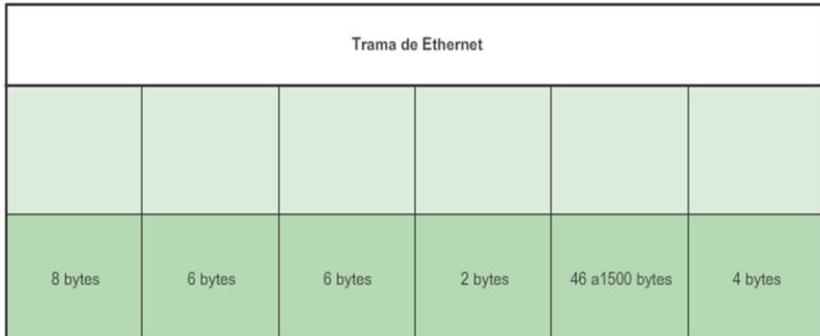
- ✓ **Campo Número de fragmento:** indica el número de cada fragmento de la trama.
- ✓ **Campo Número de secuencia:** indica el número de secuencia asignado a la trama. Las tramas retransmitidas se identifican con números de secuencia duplicados.
- ✓ **Campo Dirección del transmisor (TA):** contiene la dirección MAC que identifica al dispositivo inalámbrico que transmitió la trama.
- ✓ **Campo Cuerpo de la trama:** contiene la información que se transporta. En las tramas de datos; generalmente se trata de un paquete IP.
- ✓ **Campo FCS:** contiene una comprobación de redundancia cíclica (CRC) de 32 bits de la trama.



#### 4.4.4.9 Actividad Campos de Trama

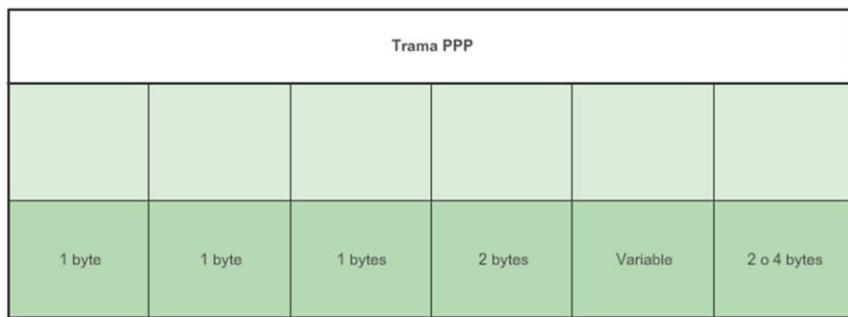
##### Actividad (parte 1): Campos de la trama de Ethernet

En el gráfico, se muestra una trama de Ethernet en blanco. Arrastra cada nombre de campo al sitio correspondiente para armar una trama de Ethernet.



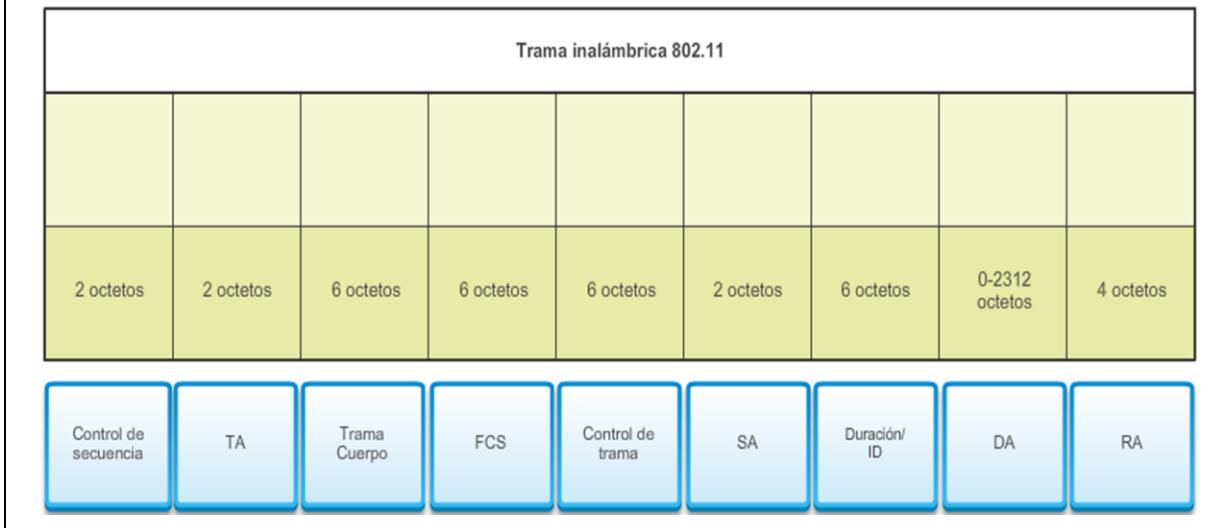
##### Actividad (parte 2): Campos de la trama PPP

En el gráfico, se muestra una trama PPP en blanco. Arrastra cada nombre de campo al sitio correspondiente para armar una trama PPP.



#### Actividad (parte 3): Campos de la trama inalámbrica 802.11

En el gráfico, se muestra una trama inalámbrica 802.11 en blanco. Arraste cada nombre de campo al sitio correspondiente para armar una trama inalámbrica 802.11.



#### 4.5.1.1 Actividad en clase Conexiones

##### Conectados

**Nota:** conviene realizar esta actividad en grupos de dos a tres estudiantes.

Su pequeña empresa se traslada a una nueva ubicación. El edificio es completamente nuevo, y usted es el encargado de presentar un modelo físico para que pueda comenzar la instalación del puerto de red.

Utilice el plano incluido para esta actividad (el instructor le proporcionará una copia de la Guía de planificación para el instructor). El área indicada con el número 1 es la recepción, y el área indicada con las letras “RR” es el área de los baños.

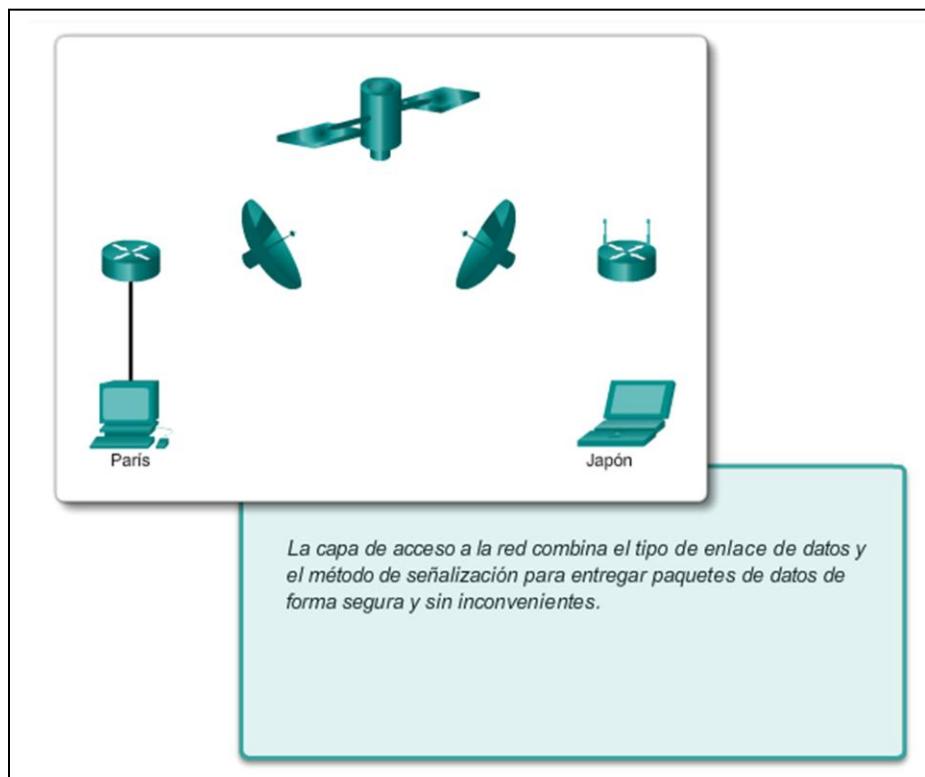
Todas las salas están dentro de la categoría 6 de las especificaciones UTP (100 m), por lo que no debe preocuparse por adaptar el cableado del edificio al código. Cada sala del diagrama debe tener, al menos, una conexión de red disponible para usuarios o dispositivos intermediarios.

Junto con sus compañeros de equipo, indique lo siguiente en el plano:

- ✓ El emplazamiento de la instalación de distribución principal de la red, teniendo en cuenta la seguridad.
- ✓ El número de dispositivos intermediarios que usaría y dónde los colocaría.
- ✓ El tipo de cableado que se utilizaría (UTP, STP, tecnología inalámbrica, fibra óptica, etcétera) y dónde se ubicarían los puertos.
- ✓ Los tipos de dispositivos finales que se utilizarían (conectados por cable, inalámbricos, computadoras portátiles o de escritorio, tablet PC, etcétera).

No se entusiasme demasiado con el diseño: simplemente utilice el contenido del capítulo para poder justificar sus decisiones ante la clase.

## Actividad en clase: conexiones Instrucciones



### 4.5.1.2 Resumen

La capa de acceso a la red de TCP/IP equivale a la capa de enlace de datos (capa 2) y a la capa física (capa 1) del modelo OSI.

La capa física de OSI proporciona los medios de transporte de los bits que conforman una trama de la capa de enlace de datos a través de los medios de red. Los componentes físicos son los dispositivos electrónicos de hardware, los medios y otros conectores que transmiten y transportan las señales para representar los bits. Todos los componentes de hardware, como los adaptadores de red (NIC), las interfaces y los conectores, así como los materiales y el diseño de los cables, se especifican en los estándares asociados con la capa física. Los estándares de la capa física abordan tres áreas funcionales: los componentes físicos, la técnica de codificación de la trama y el método de señalización.

El uso de los medios adecuados es una parte importante de las comunicaciones de red. Sin la conexión física adecuada, ya sea por cable o inalámbrica, no se produce comunicación entre dispositivos.

La comunicación por cable consta de medios de cobre y cable de fibra óptica.

- ✓ Existen tres tipos principales de medios de cobre utilizados en redes: el cable de par trenzado no blindado (UTP), el cable de par trenzado blindado (STP) y el cable coaxial. El cableado UTP es el medio de cobre que más se utiliza en redes.
- ✓ El cable de fibra óptica se volvió muy popular para interconectar dispositivos de red de infraestructura. Permite la transmisión de datos a

través de distancias más extensas y a anchos de banda (velocidades de datos) mayores que cualquier otro medio de red. A diferencia de los cables de cobre, el cable de fibra óptica puede transmitir señales con menos atenuación y es totalmente inmune a las EMI y RFI.

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas que representan los dígitos binarios de las comunicaciones de datos mediante frecuencias de radio y de microondas.

La cantidad de dispositivos con tecnología inalámbrica continúa en aumento. Por estos motivos, la tecnología inalámbrica se convirtió en el medio de preferencia para las redes domésticas y cada vez adquiere más popularidad en las redes empresariales.

La capa de enlace de datos es responsable del intercambio de tramas entre nodos a través de los medios de red físicos. Permite que las capas superiores accedan a los medios y controla el modo en que los datos se colocan y se reciben en los medios.

Entre las diferentes implementaciones de los protocolos de capa de enlace de datos, existen diferentes métodos para controlar el acceso al medio. Estas técnicas de control de acceso al medio definen si los nodos comparten los medios y de qué manera lo hacen. El método específico de control de acceso al medio utilizado depende de la topología y los medios compartidos. Las topologías de LAN y de WAN pueden ser físicas o lógicas. La topología lógica influye en el tipo de entramado de red y el control de acceso al medio que se utilizan. En general, las redes WAN se interconectan mediante topologías físicas punto a punto, hub-and-spoke o de malla. En las redes LAN de medios compartidos, los dispositivos finales se pueden interconectar mediante las topologías físicas en estrella, de bus, de anillo o de estrella extendida (híbrida).

Todos los protocolos de capa de enlace de datos encapsulan la PDU de la capa 3 dentro del campo de datos de la trama. Sin embargo, la estructura de la trama y los campos contenidos en el encabezado y tráiler varían de acuerdo con el protocolo.

