

CAPÍTULO 3: PROTOCOLOS Y COMUNICACIONES DE RED

3.1.1.2 Establecimiento de reglas

Los protocolos utilizados en las comunicaciones de red comparten los siguientes fundamentos:



3.1.1.4 Formato y encapsulamiento

Un mensaje que se envía a través de una red de computadoras sigue reglas de formato específicas para que pueda ser entregado y procesado. El formato y el contenido de una trama están determinados por el tipo de mensaje que se envía y el canal que se utiliza para enviarlo.

Destino (dirección física o de hardware)	Origen (dirección física o de hardware)	Indicador de inicio (indicador de inicio del mensaje)	Destinatario (identificador de destino)	Emisor (identificador de origen)	Datos encapsulados (bits)	Fin de la trama (indicador de final del mensaje)
Direccionamiento de la trama		Mensaje encapsulado				

3.1.1.6 Sincronización del mensaje

Método de acceso

El método de acceso determina en qué momento alguien puede enviar un mensaje. Los hosts de una red necesitan un método de acceso para saber cuándo comenzar a enviar mensajes y cómo responder cuando se produce alguna colisión.

Control de flujo

La sincronización también afecta la cantidad de información que se puede enviar y la velocidad con la que puede entregarse. En la comunicación de la red, los hosts de origen y destino utilizan métodos de control de flujo para negociar la sincronización correcta a fin de que la comunicación sea exitosa.

Tiempo de espera para la respuesta

Los hosts de las redes también tienen reglas que especifican cuánto tiempo deben esperar una respuesta y qué deben hacer si se agota el tiempo de espera para la respuesta.

3.1.1.7 Opciones de entrega del mensaje

- Unidifusión: a un solo destinatario.
- Multidifusión: a varios destinatarios.
- Difusión: a un grupo completo de hosts.

Es posible que al recibir el mensaje, los hosts deban emitir un acuse de recibo.

3.2.1.2 Protocolos de red

Para que los dispositivos se puedan comunicar en forma exitosa, un nuevo conjunto de protocolos de red debe describir los requerimientos e interacciones precisos. Los protocolos de red definen un formato y un conjunto de reglas comunes para intercambiar mensajes entre dispositivos. Algunos de los protocolos de red más comunes son Hypertext Transfer Protocol (HTTP), el protocolo de control de transmisión (TCP) y el protocolo de Internet (IP).

Nota: en este curso, IP refiere a los protocolos IPv4 e IPv6. IPv6 es la versión más reciente de IP y el reemplazo para el protocolo IPv4 más común.

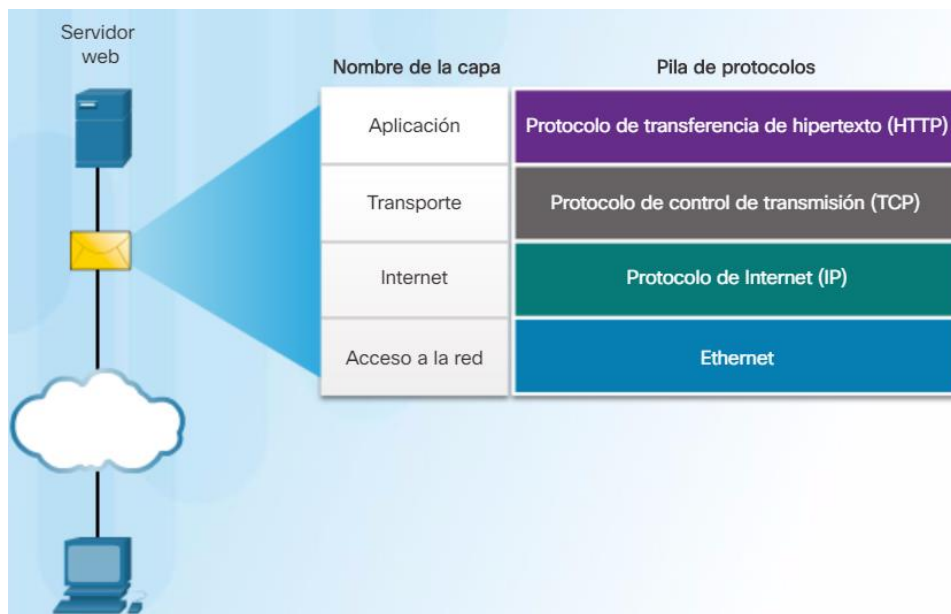
En las figuras, se muestran los protocolos de red que describen los siguientes procesos:

- La manera en que se da formato o se estructura el mensaje.
- El proceso por el cual los dispositivos de red comparten información sobre rutas con otras redes.
- La manera y el momento en que se transmiten mensajes de error y del sistema entre los dispositivos.
- La configuración y la terminación de sesiones de transferencia de datos.

3.2.1.3 Interacción de protocolos

La comunicación entre un servidor web y un cliente web es un ejemplo de interacción entre varios protocolos. Los protocolos que se muestran en la figura son:

- **HTTP:** es un protocolo de aplicación que rige la forma en que interactúan un servidor web y un cliente web. HTTP define el contenido y el formato de las solicitudes y respuestas intercambiadas entre el cliente y el servidor. Tanto el cliente como el software del servidor web implementan el HTTP como parte de la aplicación. HTTP se basa en otros protocolos para regular la forma en que se transportan los mensajes entre el cliente y el servidor.
- **TCP:** es el protocolo de transporte que administra las conversaciones individuales. TCP divide los mensajes HTTP en partes más pequeñas, llamadas “segmentos”. Estos segmentos se envían entre los procesos del servidor y el cliente web que se ejecutan en el host de destino. También es responsable de controlar el tamaño y los intervalos a los que se intercambian los mensajes entre el servidor y el cliente.
- **IP:** es responsable de tomar los segmentos formateados del TCP, encapsularlos en paquetes, asignar las direcciones apropiadas y seleccionar la mejor ruta al host de destino.
- **Ethernet:** es un protocolo de acceso a la red que describe dos funciones principales: la comunicación a través de un enlace de datos y la transmisión física de datos en los medios de red. Los protocolos de acceso a la red son responsables de tomar los paquetes de IP y los formatean para transmitirlos por los medios.



3.2.2.1 Suites de protocolos y estándares del sector

En el curso de Cisco nos centraremos en los protocolos relacionados con TCP/IP.

Nombre de la capa	TCP/IP	ISO	AppleTalk	Novell Netware
Aplicación	HTTP DNS DHCP FTP	ACSE ROSE TRSE SESE	AFP	NDS
Transporte	TCP UDP	TP0 TP1 TP2 TP3 TP4	ATP AEP NBP RTMP	SPX
Internet	IPv4 IPv6 ICMPv4 ICMPv6	CONP/CMNS CLNP/CLNS	AARP	IPX
Acceso a la red	Ethernet PPP Frame Relay ATM WLAN			

3.2.2.3 Conjunto del protocolo TCP/IP

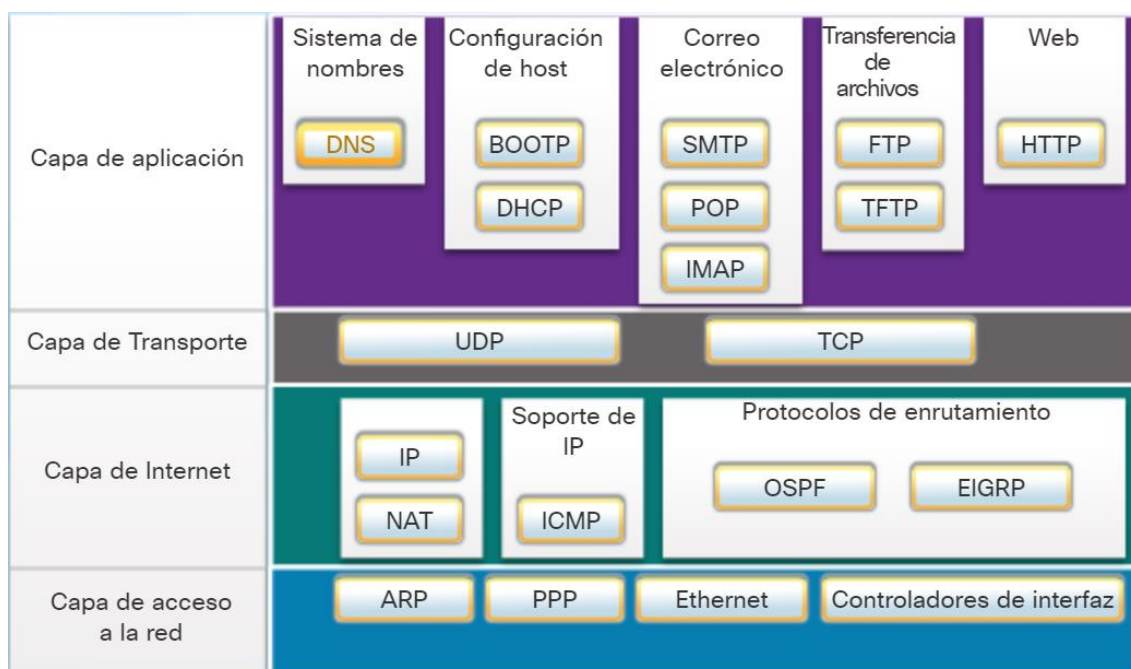
En la actualidad, la suite del protocolo TCP/IP incluye muchos protocolos, como se muestra en la figura. Haga clic en cada protocolo para ver su descripción y traducción de los acrónimos. Los protocolos individuales se organizan en capas mediante el modelo de protocolo TCP/IP: aplicación, transporte, Internet y capas de acceso a la red. Los protocolos TCP/IP son específicos de las capas Aplicación, Transporte e Internet. Los protocolos de la capa de acceso a la red son responsables de la entrega de los paquetes IP en los medios físicos. Estos protocolos de capa inferior son desarrollados por organizaciones de estandarización, como el IEEE.

La suite de protocolos TCP/IP se implementa como una pila de TCP/IP tanto en los hosts emisores como en los hosts receptores para proporcionar una entrega completa de las aplicaciones a través de la red. Los protocolos Ethernet se utilizan para transmitir el paquete IP a través de un medio físico que utiliza la LAN.

3.2.2.3 Conjunto del protocolo TCP/IP

En la actualidad, la suite del protocolo TCP/IP incluye muchos protocolos, como se muestra en la figura. Haga clic en cada protocolo para ver su descripción y traducción de los acrónimos. Los protocolos individuales se organizan en capas mediante el modelo de protocolo TCP/IP: aplicación, transporte, Internet y capas de acceso a la red. Los protocolos TCP/IP son específicos de las capas Aplicación, Transporte e Internet. Los protocolos de la capa de acceso a la red son responsables de la entrega de los paquetes IP en los medios físicos. Estos protocolos de capa inferior son desarrollados por organizaciones de estandarización, como el IEEE.

La suite de protocolos TCP/IP se implementa como una pila de TCP/IP tanto en los hosts emisores como en los hosts receptores para proporcionar una entrega completa de las aplicaciones a través de la red. Los protocolos Ethernet se utilizan para transmitir el paquete IP a través de un medio físico que utiliza la LAN.



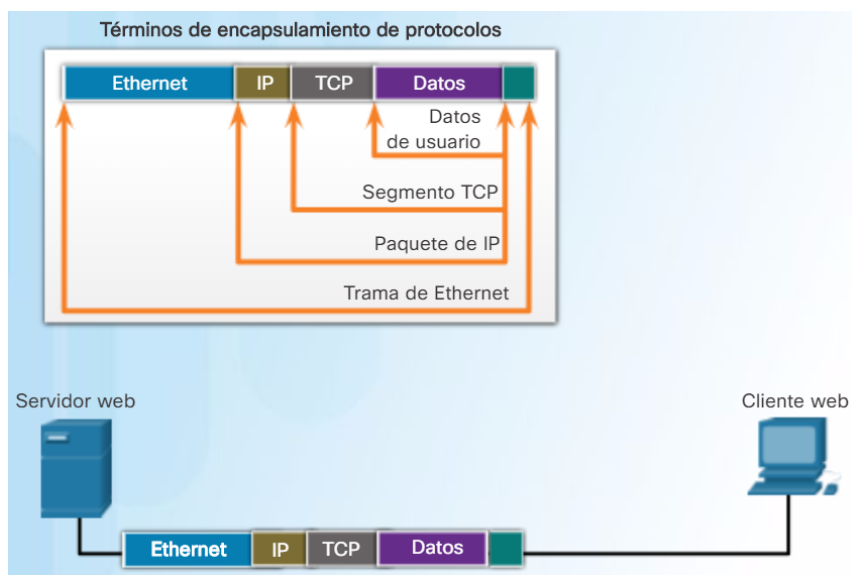
A continuación explicamos cada uno de los campos que aparecen en el diagrama.

DNS	Sistema de nombres de servicio de dominio (servicio): traduce los nombres de dominio tales como cisco.com a direcciones IP.
BOOTP	Protocolo Bootstrap: habilita una estación de trabajo sin disco para descubrir su propia dirección IP, la dirección IP de un servidor BOOTP en la red y un archivo que debe cargarse en la memoria para iniciar la máquina.
DHCP	Protocolo de configuración dinámica de host: <ul style="list-style-type: none">• Asigna direcciones IP de manera dinámica a estaciones de clientes cuando se inicia.• Permite que las direcciones vuelva a utilizarse cuando ya no se necesitan.
SMTP	Protocolo simple de transferencia de correo: <ul style="list-style-type: none">• Permite que los clientes envíen un correo electrónico a un servidor de correo.• Permite que los servidores envíen un correo electrónico a otros servidores.
POP	Protocolo de oficina de correos, versión 3 (POP3): <ul style="list-style-type: none">• Permite que los clientes recuperen un correo electrónico de un servidor de correo.• Descarga un correo electrónico desde el servidor de correo al escritorio.
IMAP	Protocolo de acceso a mensajes de Internet: <ul style="list-style-type: none">• Permite que los clientes accedan a correos electrónicos almacenados en un servidor de correo.• Mantiene el correo electrónico en el servidor.
FTP	Protocolo de transferencia de archivos: <ul style="list-style-type: none">• Establece las reglas que permiten a un usuario en un host acceder y transferir archivos hacia y desde otro host en una red.• Un protocolo confiable de entrega de archivos orientado a la conexión y que requiere acuse de recibo.
TFTP	Protocolo de transferencia de archivos trivial: <ul style="list-style-type: none">• Un protocolo trivial de transferencia de archivos sin conexión.• Un protocolo de entrega de archivos sin acuse de recibo de grandes esfuerzos.• Utiliza menos sobrecarga que FTP.
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto: Conjunto de reglas para intercambiar texto, imágenes gráficas, sonido, vídeo y otros archivos multimedia en la World Wide Web.

UDP	<p>Protocolo de datagramas del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilita un proceso que se ejecuta en un host para enviar paquetes a un proceso que se ejecuta en otro host. • No confirma la transmisión correcta de datagramas.
TCP	<p>Protocolo de control de transmisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite la comunicación confiable entre los procesos que se ejecutan en hosts independientes. • Transmisiones confiables con acuse de recibo que confirman el envío correcto.
IP	<p>Protocolo de Internet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recibe segmentos de mensaje de la capa de transporte. • Dispone mensajes en paquetes. • Direcciona paquetes para la entrega completa a través de una internetwork.
NAT	<p>Traducción de direcciones de red: Traduce las direcciones IP desde una red privada a direcciones IP públicas únicas de forma global.</p>
ICMP	<p>Protocolo de mensajes de control de Internet: Proporciona comentarios desde un host de destino a un host de origen con respecto a los errores en la entrega de paquetes.</p>
OSPF	<p>Open Shortest Path First:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protocolo de routing de link-state. • Diseño jerárquico basado en áreas. • Protocolo de routing interior de estándar abierto.
EIGRP	<p>Protocolo de enrutamiento de Gateway interior mejorado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protocolo de enrutamiento exclusivo de Cisco. • Utiliza la métrica compuesta según el ancho de banda, el retraso, la carga y la confiabilidad.
ARP	<p>Protocolo de resolución de direcciones: Proporciona la asignación de direcciones dinámicas entre una dirección IP y una dirección de hardware.</p>
PPP	<p>Protocolo punto a punto: Proporciona un medio de encapsulamiento de paquetes para transmitirlos a través de un enlace serial.</p>
Ethernet	<p>Define las reglas para conectar y señalizar estándares de la capa de acceso a la red.</p>
Controlador de interfaz	<p>Proporciona instrucciones a la máquina para el control de una interfaz específica en un dispositivo de red.</p>

3.2.2.4 Proceso de comunicación TCP/IP

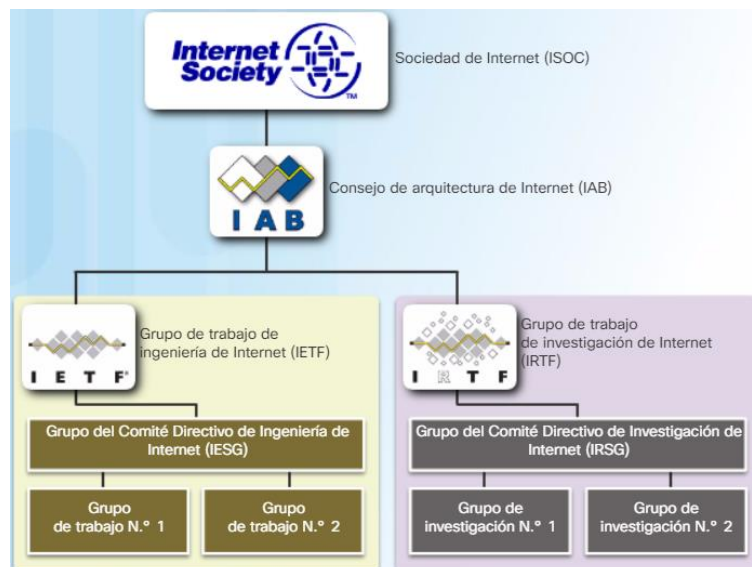
1. El servidor web prepara la página de lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) y los datos que se van a enviar.
2. El encabezado HTTP del protocolo de aplicación se agrega al frente de los datos HTML. El encabezado contiene diversos tipos de información, incluida la versión de HTTP que utiliza el servidor y un código de estado que indica que tiene información para el cliente web.
3. El protocolo de capa de aplicación HTTP entrega los datos de la página web con formato HTML a la capa de transporte. El protocolo de la capa de transporte TCP se utiliza para administrar conversaciones individuales, en este ejemplo entre el servidor web y el cliente web.
4. Luego, la información IP se agrega al frente de la información TCP. IP asigna las direcciones IP de origen y de destino que corresponden. Esta información se conoce como paquete IP.
5. El protocolo Ethernet agrega información en ambos extremos del paquete IP, conocidos como la “trama de enlace de datos”. Esta trama se envía al router más cercano a lo largo de la ruta hacia el cliente web. Este router elimina la información de Ethernet, analiza el paquete IP, determina el mejor camino para el paquete, coloca el paquete en una trama nueva y lo envía al siguiente router vecino hacia el destino. Cada router elimina y agrega información de enlace de datos nueva antes de reenviar el paquete.
6. Estos datos ahora se transportan a través de la internetwork, que consta de medios y dispositivos intermediarios.
7. El cliente recibe las tramas de enlace de datos que contienen los datos. Cada encabezado de protocolo se procesa y luego se elimina en el orden inverso al que se agregó. La información de Ethernet se procesa y se elimina, seguida por la información del protocolo IP, luego la información de TCP y, finalmente, la información de HTTP.
8. A continuación, la información de la página web se transfiere al software de navegador web del cliente.



3.2.3.2 Estándares de Internet

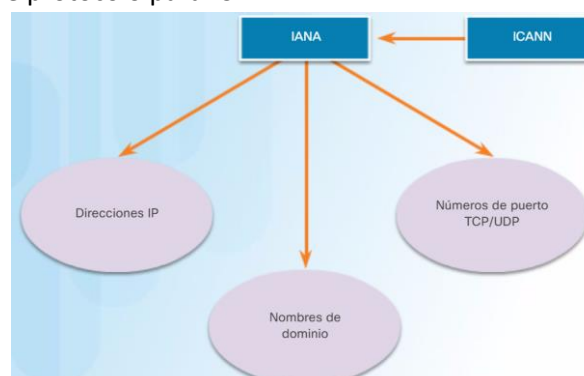
Las organizaciones de estandarización que se muestran en la figura 1 son:

- **Sociedad de Internet (ISOC):** es responsable de promover el desarrollo y el uso abiertos de Internet en todo el mundo.
- **Consejo de Arquitectura de Internet (IAB):** es responsable de la administración y el desarrollo general de los estándares de Internet.
- **Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF):** desarrolla, actualiza y mantiene las tecnologías de Internet y de TCP/IP. Esto incluye el proceso y documentación para el desarrollo de nuevos protocolos y la actualización de los protocolos existentes, conocidos como documentos de petición de comentarios (RFC).
- **Grupo de trabajo de investigación de Internet (IRTF):** está enfocado en la investigación a largo plazo en relación con los protocolos de Internet y TCO/IP, como los grupos Anti-Spam Research Group (ASRG), Crypto Forum Research Group (CFRG) y Peer-to-Peer Research Group (P2PRG).



Las organizaciones de estandarización que se muestran en la figura 2 son:

- **Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números (ICANN):** con base en los Estados Unidos, coordina la asignación de direcciones IP, la administración de nombres de dominio y la asignación de otra información utilizada por los protocolos TCP/IP.
- **Autoridad de Números Asignados de Internet (IANA):** responsable de supervisar y administrar la asignación de direcciones IP, la administración de nombres de dominio y los identificadores de protocolo para ICANN.



3.2.3.3 Organizaciones de estandarización de comunicaciones y electrónica

Otras organizaciones de estandarización tienen responsabilidades de promoción y creación de estándares de comunicación y electrónica que se utilizan en la entrega de paquetes IP como señales electrónicas en medios inalámbricos o por cable.

Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE): organización de electrónica e ingeniería eléctrica dedicada a avanzar en innovación tecnológica y a elaborar estándares en una amplia gama de sectores.

Asociación de Industrias Electrónicas (EIA): es conocida principalmente por sus estándares relacionados con el cableado eléctrico, los conectores y los racks de 19 in que se utilizan para montar equipos de red.

Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA): es responsable de desarrollar estándares de comunicación en diversas áreas, entre las que se incluyen equipos de radio, torres de telefonía móvil, dispositivos de voz sobre IP (VoIP), comunicaciones satelitales y más.

Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T): es uno de los organismos de estandarización de comunicación más grandes y más antiguos. El UIT-T define estándares para la compresión de vídeos, televisión de protocolo de Internet (IPTV) y comunicaciones de banda ancha, como la línea de suscriptor digital (DSL).

3.2.4.1 Tipos de modelos

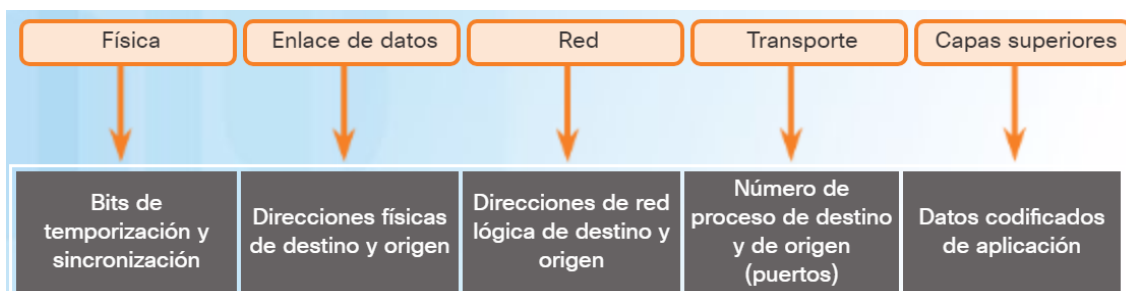
- **Modelo de protocolo:** este tipo de modelo coincide con precisión con la estructura de una suite de protocolos determinada. El modelo TCP/IP es un protocolo modelo porque describe las funciones que ocurren en cada capa de protocolos dentro de una suite de TCP/IP. TCP/IP también es un ejemplo de un modelo de referencia.
- **Modelo de referencia:** este tipo de modelo es coherente con todos los tipos de servicios y protocolos de red al describir qué es lo que se debe hacer en una capa determinada, pero sin regir la forma en que se debe lograr. El modelo OSI es un modelo de referencia de internetwork muy conocido, pero también es un modelo de protocolo para la suite de protocolo OSI.



3.3.2.1 Direcciones de red

La capa de red y la capa de enlace de datos son responsables de enviar los datos desde el dispositivo de origen o emisor hasta el dispositivo de destino o receptor. Como se muestra en la figura 1, los protocolos de las dos capas contienen las direcciones de origen y de destino, pero sus direcciones tienen objetivos distintos.

- **Direcciones de origen y de destino de la capa de red:** son responsables de enviar el paquete IP desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo final, ya sea en la misma red o a una red remota.
- **Direcciones de origen y de destino de la capa de enlace de datos:** son responsables de enviar la trama de enlace de datos desde una tarjeta de interfaz de red (NIC) a otra en la misma red.



3.3.2.2 Direcciones de enlaces de datos

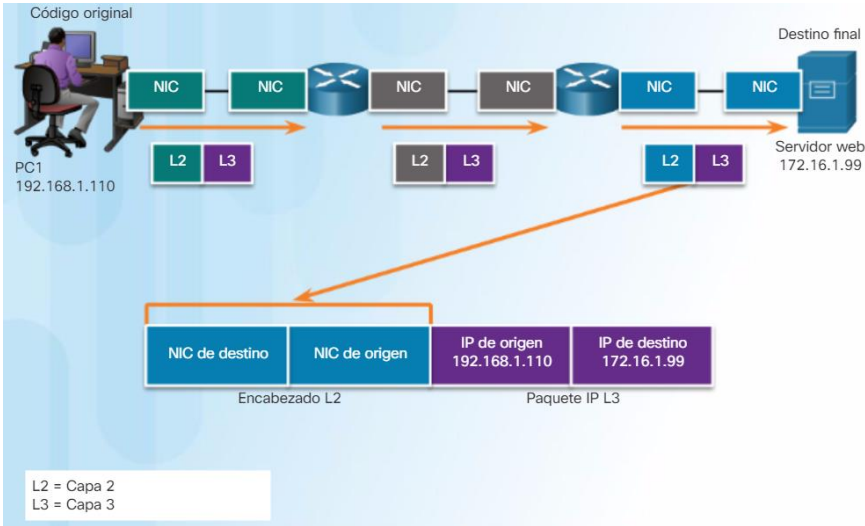
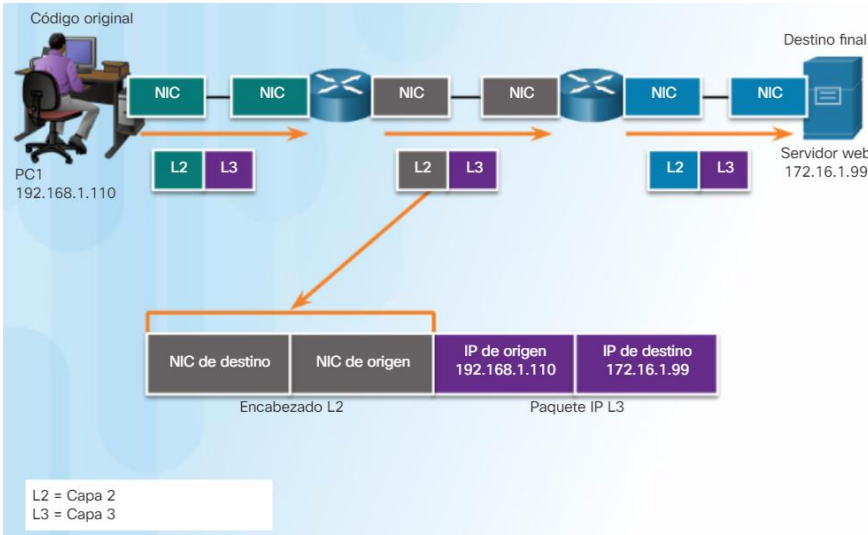
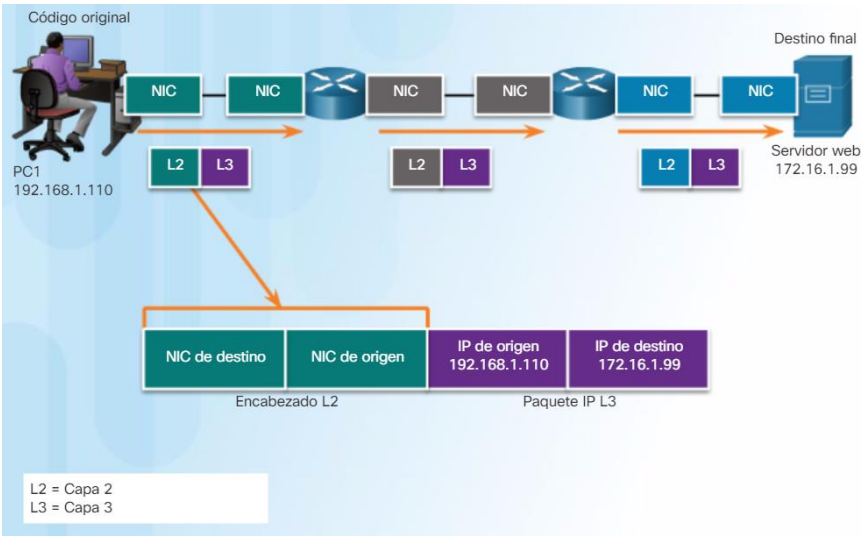
La dirección física de la capa de enlace de datos, o capa 2, tiene una función distinta. Su propósito es enviar la trama de enlace de datos desde una interfaz de red hasta otra interfaz de red en la misma red. Este proceso se ilustra en las figuras 1 a 3.

A medida que el paquete IP se mueve de host a router, de router a router y, finalmente, de router a host, es encapsulado en una nueva trama de enlace de datos, en cada punto del recorrido. Cada trama de enlace de datos contiene la dirección de origen de enlace de datos de la tarjeta NIC que envía la trama y la dirección de destino de enlace de datos de la tarjeta NIC que recibe la trama.

El protocolo de enlace de datos de capa 2 solo se utiliza para enviar el paquete de NIC a NIC en la misma red. El router elimina la información de la capa 2 a medida que una NIC la recibe y agrega nueva información de enlace de datos antes de reenviarla a la NIC de salida en su recorrido hacia el dispositivo de destino final.

El paquete IP se encapsula en una trama de enlace de datos que contiene información de enlace de datos, como la siguiente:

- **Dirección de enlace de datos de origen:** la dirección física de la NIC del dispositivo que envía la trama de enlace de datos.
- **Dirección de enlace de datos de destino:** la dirección física de la NIC que recibe la trama de enlace de datos. Esta dirección es el router del salto siguiente o el dispositivo de destino final.



3.3.2.3 Dispositivos en la misma red

Para comprender la forma en que los dispositivos se comunican en la red, es importante entender las funciones de las direcciones de la capa de red y de las direcciones del enlace de datos.

Función de las direcciones de la capa de red

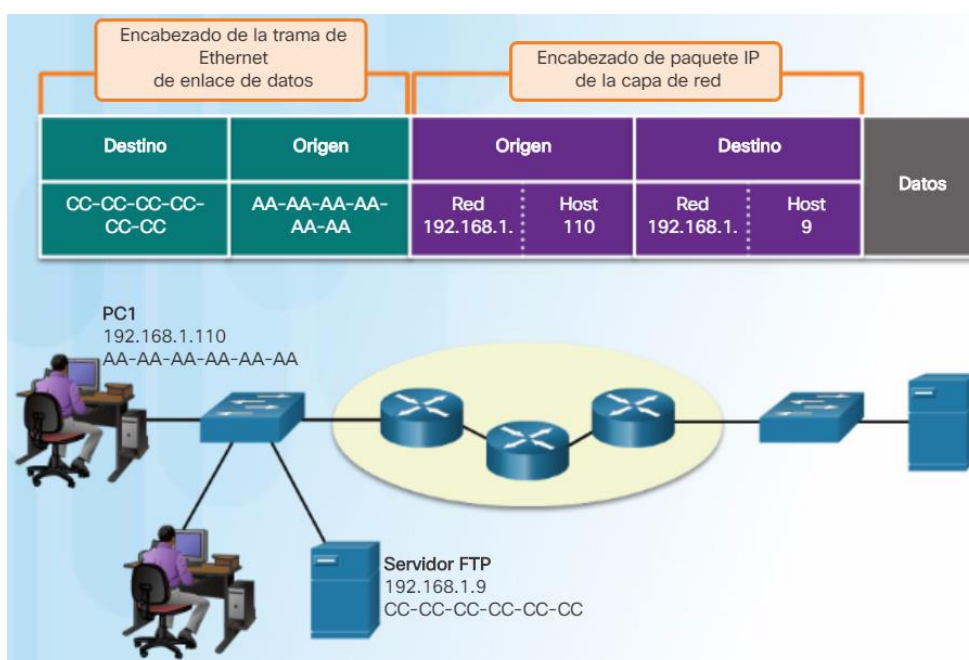
Las direcciones de la capa de red, o direcciones IP, indican el origen y el destino final. Un paquete IP contiene dos partes:

- **Porción de red:** la sección más a la izquierda de la dirección que indica la red de la que es miembro la dirección IP. Todos los dispositivos de la misma red tienen la misma porción de red de la dirección.
- **Porción de host:** la sección restante de la dirección que identifica a un dispositivo específico en la red. La sección de host es única para cada dispositivo en la red.

Función de las direcciones de la capa de enlace de datos

Cuando el emisor y el receptor del paquete IP están en la misma red, la trama de enlace de datos se envía directamente al dispositivo receptor. En una red Ethernet, las direcciones de enlace de datos se conocen como direcciones MAC de Ethernet. Las direcciones MAC están integradas físicamente a la NIC Ethernet.

- **Dirección MAC de origen:** la dirección de enlace de datos, o la dirección MAC de Ethernet, del dispositivo que envía la trama de enlace de datos con el paquete IP encapsulado. La dirección MAC de la NIC Ethernet de PC1 es AA-AA-AA-AA-AA-AA, redactada en notación hexadecimal.
- **Dirección MAC de destino:** cuando el dispositivo receptor está en la misma red que el dispositivo emisor, la dirección MAC de destino es la dirección de enlace de datos del dispositivo receptor. En este ejemplo, la dirección MAC de destino es la dirección MAC del servidor FTP: CC-CC-CC-CC-CC-CC, redactada en notación hexadecimal.



3.3.2.4 Dispositivos en una red remota

Sin embargo, ¿cuáles son las funciones de la dirección de la capa de red y de la dirección de la capa de enlace de datos cuando un dispositivo se comunica con un otro en una red remota?

Función de las direcciones de la capa de red

Cuando el emisor del paquete se encuentra en una red distinta de la del receptor, las direcciones IP de origen y de destino representan los hosts en redes diferentes. Esto lo indica la porción de red de la dirección IP del host de destino.

- **Dirección IP de origen:** el equipo cliente PC1: 192.168.1.110.
- **Dirección IP de destino:** el servidor web: 172.16.1.99.

Función de las direcciones de la capa de enlace de datos

Cuando el emisor y el receptor del paquete IP se encuentran en redes diferentes, la trama de enlace de datos de Ethernet no se puede enviar directamente al host de destino, debido a que en la red del emisor no se puede tener acceso directamente al host. La trama de Ethernet se debe enviar a otro dispositivo conocido como router o gateway predeterminado. En nuestro ejemplo, el gateway predeterminado es R1. R1 tiene una dirección de enlace de datos de Ethernet que se encuentra en la misma red que PC1. Esto permite que PC1 alcance el router directamente.

- **Dirección MAC de origen:** la dirección MAC de Ethernet del dispositivo emisor, PC1. La dirección MAC de la interfaz Ethernet de PC1 es AA-AA-AA-AA-AA-AA.
- **Dirección MAC de destino:** cuando el dispositivo receptor, la dirección IP de destino, está en una red distinta de la del dispositivo emisor, este utiliza la dirección MAC de Ethernet del gateway predeterminado o el router. En este ejemplo, la dirección MAC de destino es la dirección MAC de la interfaz Ethernet de R1, 11-11-11-11-11-11. Esta es la interfaz que se adjunta a la misma red que PC1.

La trama de Ethernet con el paquete IP encapsulado ahora se puede transmitir a R1. R1 reenvía el paquete al destino, el servidor web. Esto puede significar que R1 reenvía el paquete a otro router o directamente al servidor web si el destino se encuentra en una red conectada a R1.

Es importante que en la dirección IP del gateway predeterminado esté configurada en cada host de la red local. Todos los paquetes que tienen como destino redes remotas se envían al gateway predeterminado.

