

2.3 FUNCIONAMIENTO DEL MODELO

Llamamos entidades a los elementos activos (hardware o software) que se hallan en cada una de las capas. Si las entidades residen en la misma capa de dos computadores, se les llama entidades pares. Si un computador (host A) debe enviar datos a otro computador (host B), los datos deben empaquetarse y ser preparados antes de transmitirse, por lo que se realiza un proceso denominado **encapsulamiento**, los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI, recibiendo encabezados, información de inicio y fin e información de control, en este proceso cada capa tiene una unidad de datos entrante y genera una unidad de datos saliente

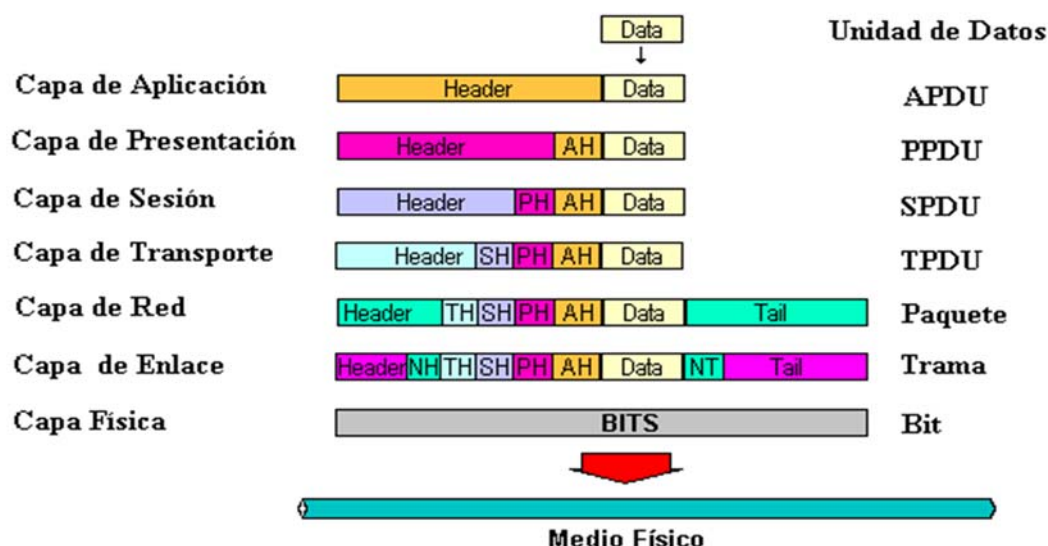


Figura 2.22 Trayectoria de los datos al atravesar las capas en el host emisor

En este proceso llamamos:

- N-PDU (*Unidad de datos de protocolo*): es la información intercambiada entre las capas N pares (entidades pares) de dos hosts comunicados. Está compuesta por:
 - N-SDU (*Unidad de datos del servicio*) son los datos intercambiados por las unidades pares a través de la red.
 - N-PCI (*Información de control del protocolo*) Información intercambiada entre entidades pares conectadas para coordinar su operación conjunta.
- N-IDU (*Unidad de datos de la interface*): es el bloque de información transferido entre dos capas adyacentes del mismo host, a través de la interface entre ellas. Está compuesta por:
 - N-ICI (*Información de control de la interface*): es la información intercambiada entre una entidad y otra para coordinar la operación, controla la interface
 - Datos de Interface-(N) Información transferida entre entidades pares a través de la red, coincide con la (N+1) PDU

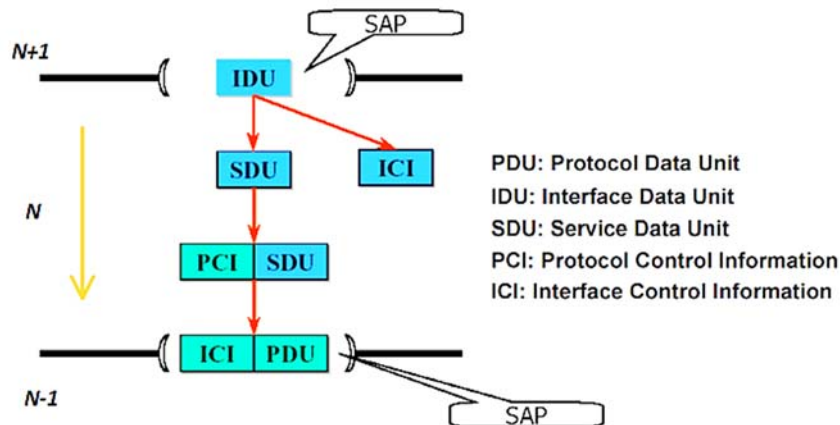


Figura 2.23 Trayectoria de los datos al atravesar las capas adyacentes en el host emisor

En el proceso de atravesar todas las capas se van formando las PDU (Protocol Data Unit) o unidad de datos de protocolos, este proceso recibe el nombre de *encapsulamiento* en el host emisor, mientras que en el host receptor al subir por la pila de capas se revierte el proceso, implementado el *desencapsulamiento*.

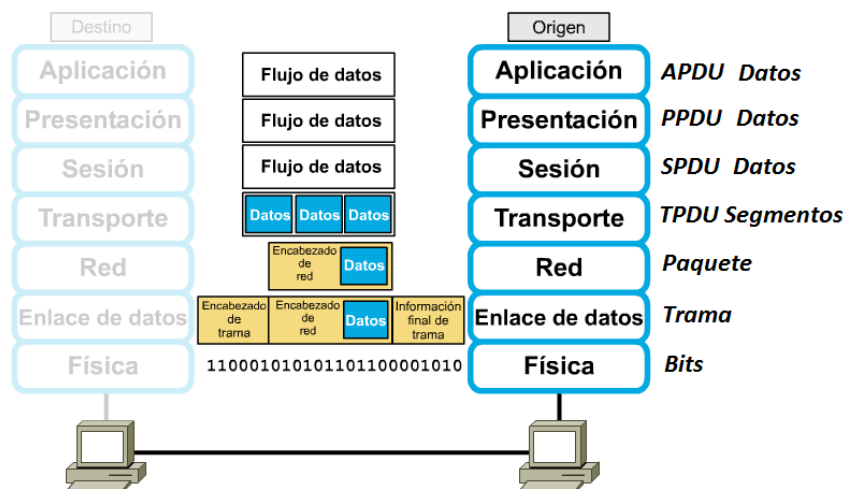
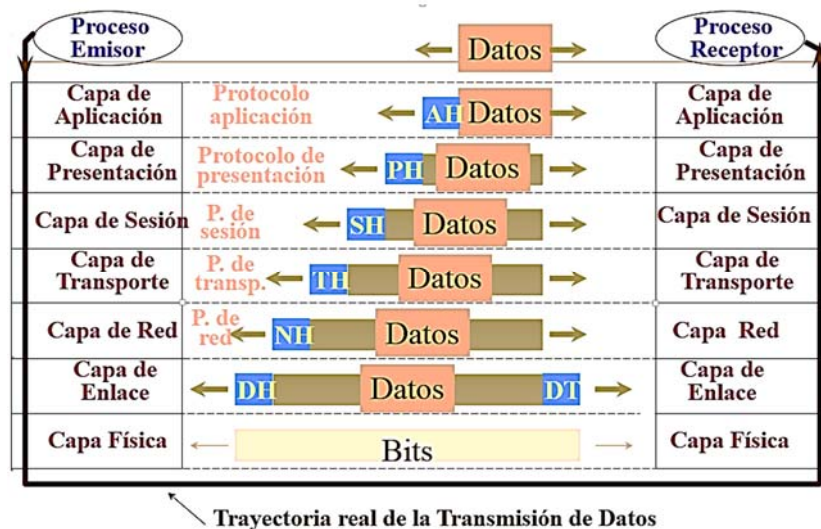


Figura 2.24 Encapsulamiento en el Modelo OSI

2.3.1 Servicios

Si hablamos de los servicios ofertados en el modelo OSI, las entidades en un nivel N ofrecen servicios que son utilizados por las entidades del nivel $N+1$. El nivel N es el proveedor del servicio y el nivel $N+1$ el usuario del servicio. Los servicios están disponibles en los SAPs (Puntos de Acceso al Servicio). Los SAPs del nivel N son los puntos donde el nivel $N+1$ puede acceder a los servicios ofrecidos por este. Un servicio es requerido por el usuario o es ofertado por el proveedor del servicio mediante el intercambio de un conjunto de primitivas de servicio a través de la interfaz entre los niveles N y $N+1$, estas primitivas son cuatro: *Request*, *Indication*, *Response*, *Confirm*.

En general, los servicios pueden ser confirmados o no, se denomina servicio confirmado a aquel que utiliza las cuatro primitivas (se produce un diálogo de control), mientras que un servicio sin confirmar solo hace uso de las primitivas *Request* e *Indication*. El establecimiento de una conexión siempre es un servicio confirmado, mientras que la transferencia de datos puede ser sin confirmar o no.

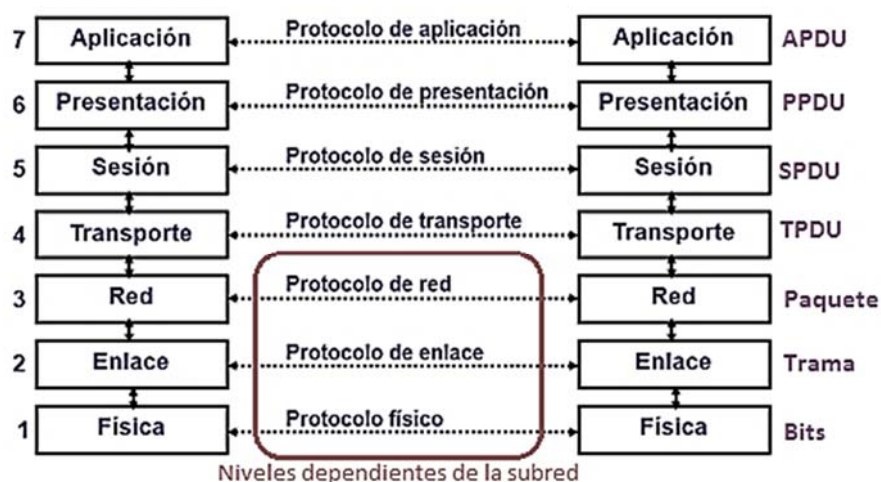


Figura 2.25 Funcionamiento del Modelo

Los tipos de servicios comerciales (en la red) que encontramos son:

- **Servicios orientados a la conexión:** requieren el establecimiento inicial de una conexión y la ruptura o liberación al final de la misma. En esta conexión se produce el intercambio de datos del usuario. Los bloques de datos se reciben en el mismo orden en que fueron emitidos y todos los paquetes siguen la ruta conseguida en la conexión, por ejemplo, el servicio telefónico.
 - Secuencia de mensajes: aquí se establecen fronteras que delimitan cada mensaje, hay un flujo de mensaje confiable (secuencia de páginas).
 - Secuencias de bytes: no hay fronteras entre los mensajes, por lo que existe un flujo de bytes confiable cuya interpretación es responsabilidad del receptor (ingreso remoto).
 - Conexión no confiable (voz digitalizada)
- **Servicios sin conexión:** comunicación sin realizar una conexión con el destinatario. Se envían paquetes de datos con la dirección de destino, es la red la encargada de conducir los datos por una ruta apropiada. En algunos casos, el receptor debe enviar acuse de recibo al emisor, por ejemplo, el sistema postal.
 - Servicio de datagrama sin confirmación, no necesita confirmación del receptor, el datagrama no es confiable, por ejemplo, el protocolo IP, correo electrónico spam.
 - Servicio de datagrama con confirmación, requiere confirmación del emisor, es un datagrama con acuse de recibo (correo electrónico con acuse de recibo, correo registrado).
 - Servicio de petición y respuesta: a cada petición le sigue un mensaje de respuesta que contiene los datos solicitados (consulta de base de datos).

2.3.2 Primitivas utilizadas por OSI

Una primitiva especifica la función que se va a llevar a cabo y los parámetros que se utilizan para pasar datos e información de control entre capas adyacentes. Las primitivas usadas por OSI son cuatro

- *Request*: emitida por la entidad usuario del servicio con el objeto de solicitar un servicio y pasar los parámetros necesarios para realizar el servicio solicitado.
- *Indication*: una entidad es informada que ha ocurrido un evento, es iniciada por el proveedor.
- *Response*: emitida por el usuario del servicio para reconocer o completar algún procedimiento previamente invocado por un *Indication* a dicho usuario.
- *Confirm*: una entidad es informada acerca de una solicitud efectuada anteriormente, también se utiliza para reconocer o completar algún procedimiento solicitado previamente por un usuario del servicio mediante un *Request*.

El **proceso** que se desencadena para realizar una transferencia de información entre dos entidades pares de nivel N es:

- 1) La entidad origen (N) invoca a su entidad ($N - 1$) con una primitiva de solicitud *Request*. Asociado a esta primitiva están los parámetros necesarios, como, por ejemplo, los datos que se van a transmitir y la dirección destino
- 2) La entidad origen ($N - 1$) prepara una PDU ($N - 1$) para enviársela a su entidad par ($N - 1$).
- 3) La entidad destino ($N - 1$) entrega los datos al destino apropiado (N) a través de la primitiva de indicación *Indication*, que incluye como parámetros los datos y la dirección origen
- 4) Si se requiere una confirmación, la entidad destino (N) emite una primitiva de respuesta *Response* a su entidad ($N - 1$).
- 5) La entidad ($N - 1$) convierte la confirmación en una PDU ($N - 1$).
- 6) La confirmación se entrega a la entidad origen (N) como una primitiva *Confirm*

2.3.3 Categorías de Servicios

- 1) Confirmados

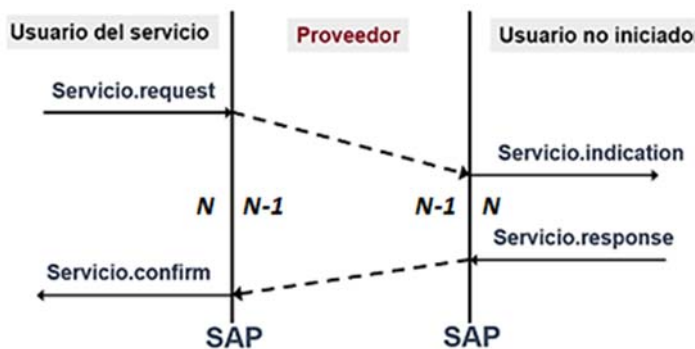


Figura 2.26 Servicio confirmado

- 2) No confirmado

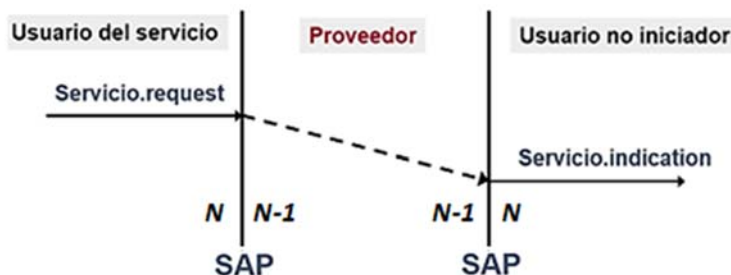


Figura 2.27 Servicio no confirmado

3) Servicio confirmado por el proveedor

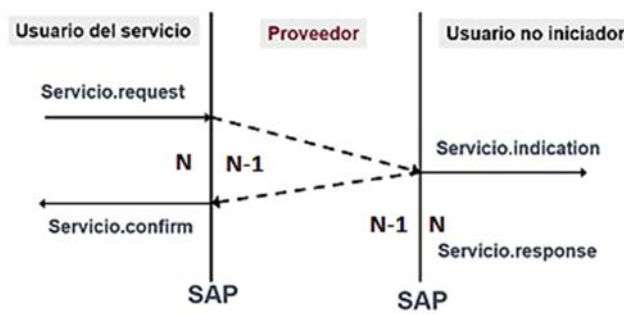


Figura 2.28 Servicio confirmado por el proveedor

2.4 OTROS MODELOS



Figura 2.29 Otras arquitecturas y modelos

2.5 ESTÁNDARES

En febrero de 1980 se formó en el IEEE un comité de redes locales (802) específicamente para normar el hardware de redes. El proyecto 802 define aspectos relacionados al cableado físico y transmisión de data. El Estándar IEEE 802 inició el proyecto basado en conseguir un modelo para permitir la intercomunicación de ordenadores para la mayoría de los fabricantes. Para ello se enunciaron una serie de normalizaciones que con el tiempo han sido adaptadas como normas internacionales por la ISO. El protocolo 802 está dividido según las funciones necesarias para el funcionamiento de las LAN. Cada división se identifica por un número: 802.x. Los productos fabricados en base a las normas 802 incluyen tarjetas de la interfaz de red, bridges, routers y otros componentes utilizados para crear LANs de par trenzado y cable coaxial y otros tipos de redes.

Cuando comenzaron a aparecer las primeras redes de área local (LAN, Local Área Networks) como herramientas potenciales de empresa a finales de los setenta, el IEEE observó que era necesario definir ciertos estándares para redes de área local. Para conseguir esta tarea, el IEEE emprendió lo que se conoce como proyecto 802, debido al año y al mes de comienzo (febrero de 1980) y definió estándares de redes para las componentes físicas de una red:

- Tarjetas de red (NIC).
- Componentes de redes de área global (WAN, Wide Área Networks).
- Componentes utilizadas para crear redes de cable coaxial y de par trenzado.

Las especificaciones 802 definen la forma en que las tarjetas de red acceden y transfieren datos sobre el medio físico. Éstas incluyen conexión, mantenimiento y desconexión de dispositivos de red. La selección del

protocolo a ejecutar en el nivel de enlace de datos es la decisión más importante que se debe tomar cuando se diseña una red de área local (LAN). Este protocolo define la velocidad de la red, el método utilizado para acceder a la red física, los tipos de cables que se pueden utilizar y las tarjetas de red y dispositivos que se instalan.

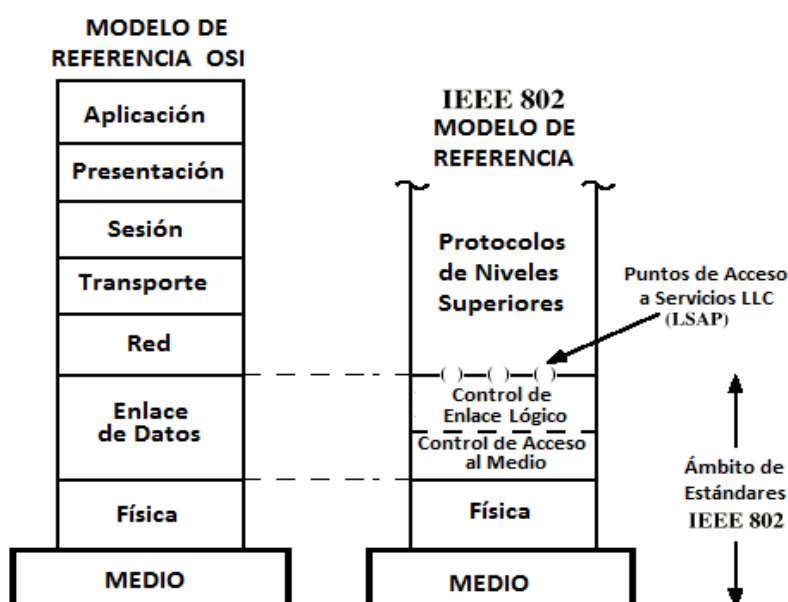


Figura 2.30 Los estándares IEEE 802 frente al modelo OSI

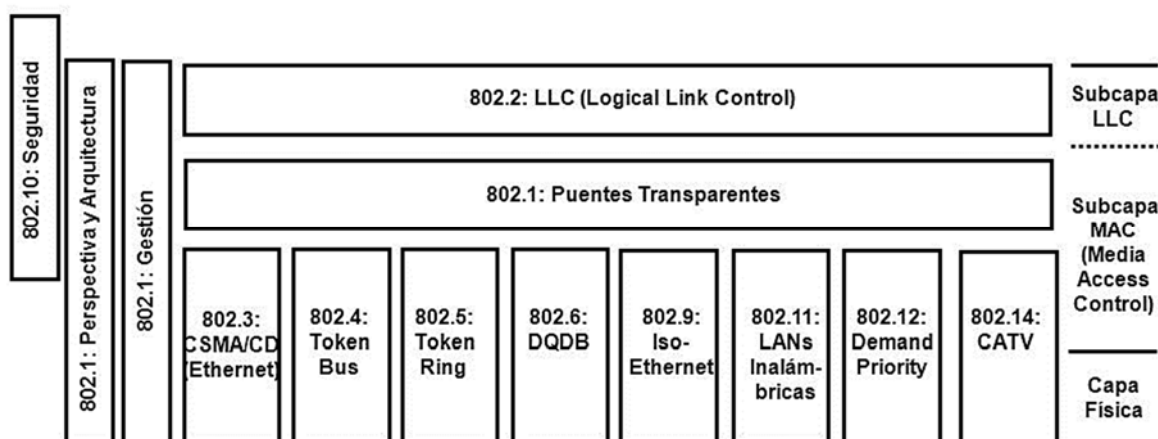


Figura 2.31 Arquitectura de los estándares IEEE 802

2.5.1 Funcionalidad de las capas IEEE 802.x

a) La capa física

De manera semejante a la capa física del modelo OSI se encarga de las siguientes funciones:

- Codificación/decodificación de las señales
- Generación/eliminación de preámbulo (usado para la sincronización)
- Transmisión/recepción de bits
- Manejo del medio de transmisión y la topología

b) Capa de control de acceso al medio

Se encarga de las siguientes funciones:

- Ensamblaje de datos en tramas con campos de dirección y de detección de errores
- Desensamblaje de tramas, lo que implica:
 - Reconocimiento de dirección
 - Detección de errores
- Control de acceso al medio de transmisión:

c) Capa de control de enlace lógico

Se encarga de las siguientes funciones:

- Interfaz con las capas superiores
- Control de errores y de flujo

ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
802.1	Establece los estándares de interconexión relacionados con la gestión de redes
802.2	Define el estándar general para el nivel de enlace de datos. IEEE divide este nivel en dos subniveles LLC y MAC. El nivel MAC está definido por otros estándares IEEE
802.3	Define el nivel MAC para redes en bus usando acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones CSMA/CD, Ethernet
802.4	Define el nivel MAC para redes en bus que utilizan paso de testigo, Token Bus
802.5	Define el nivel MAC para redes en anillo que utilizan paso de testigo, Token Ring
802.6	Establece los estándares para redes de área metropolitana (MAN), redes más grandes que las redes de área local (LAN) pero más pequeñas que las de área global (WAN). Las redes MAN son de alta velocidad, normalmente usando fibra óptica
802.7	Usada por grupo asesor técnico de banda ancha (Broadband Technical Advisor Group)
802.8	Usada por grupo asesor técnico de fibra óptica (Fiber-Optic Technical Advisor Group)
802.9	Define el estándar para las redes integradas de voz y datos
802.10	Define el estándar para la seguridad de las redes de datos
802.11	Define el estándar para las redes sin cable
802.11b	Estándar definitivo para operar a velocidades de 11 Mbps, resolviendo deficiencias iniciales de itinerancia, seguridad, escalabilidad y gestión
802.12	Define el acceso con prioridad por demanda (Demand Priority Acces) a una LAN, 100BaseVG-AnyLAN
802.13	Sin uso
802.14	Define el estándar para módem por cable
802.15	Define el estándar para redes de área personal sin cable WPAN (Wireless Personal Area Networks)
802.16	Define el estándar para redes sin cable de banda ancha

- a) **IEEE 802.1** Protocolos superiores de redes de área local, establece los estándares de interconexión relacionados con la gestión de redes. Describe la interrelación entre las partes del documento y su relación con el Modelo de Referencia OSI. También contiene información sobre normas de gestión de red e interconexión de redes. Establece los estándares de interconexión relacionados con la gestión de redes.
- b) **IEEE 802.2:** Control de enlace lógico, es el estándar que define el control de enlace lógico (LLC), que es la parte superior de la capa enlace en las redes de área local. La subcapa LLC presenta una interfaz uniforme al usuario del servicio enlace de datos, normalmente la capa de red. Bajo la subcapa LLC está la subcapa Medium Access Control (MAC), que depende de la configuración de red usada (Ethernet, token ring, FDDI, 802.11, etc.).
- c) **IEEE 802.3:** Ethernet es una especificación estándar sobre la que se monta Ethernet, un método de establecimiento de comunicaciones físicas a través de una red de área local o LAN, creada por el IEEE. 802.3. Especifica el protocolo de transporte de información del nivel físico dentro de una arquitectura de red a capas, tal como TCP/IP, basada a su vez en el modelo OSI. Se definió en 1983 y hoy en día el término Ethernet se utiliza para referirnos a las especificaciones Ethernet incluidas en IEEE 802.3. En este tiempo ha sufrido numerosas ampliaciones que han servido para enriquecerlo, notable ha sido el aumento de su velocidad de transferencia de datos dando lugar a los conocidos: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10Gigabits Ethernet. A continuación, mencionaremos todas y cada una de las alternativas, en cuanto a nivel físico se refiere, basadas en este estándar:
- 10BASE2: 10 Mbit/s sobre coaxial fino. Longitud máxima del segmento 185 metros.
 - 10BASE5: 10 Mbit/s sobre coaxial grueso. Longitud máxima del segmento 500 metros.
 - 10BASET: 10 Mbit/s sobre par trenzado UTP. Longitud máxima del segmento 100 metros.
 - 10BASEF: 10 Mbit/s sobre fibra óptica. Longitud máxima del segmento 1000 metros.
 - 100BASETX/T4/FX: 100Mbit/s, es la considerada Fast Ethernet.
 - 1000BASEX/T: Gigabit Ethernet.
- d) **IEEE 802.4:** Token Bus. es un protocolo de red que implementa una red lógica en anillo con paso de testigo sobre en una red física de cable coaxial. Las redes que siguen este protocolo se han extendido rápidamente, sobre todo por su facilidad de instalación. Sin embargo, tienen un problema que representa un escollo importante en algunas aplicaciones: su carácter probabilístico en la resolución de las colisiones puede provocar retardos importantes en las transmisiones en casos extremos. Algunas aplicaciones no soportan tales retardos, sobre todo las que son críticas en el tiempo, es decir, en aplicaciones en tiempo real, como el control de procesos industriales.
- e) **IEEE 802.5:** Token Ring, define una red con topología de anillo la cual usa token (paquete de datos) para transmitir información a otra. En una estación de trabajo la cual envía un mensaje lo sitúa dentro de un token y lo direcciona específicamente aun destino, la estación destino copia el mensaje y lo envía a un token de regreso a la estación origen la cual borra el mensaje y pasa el token a la siguiente estación.
- f) **IEEE 802.6:** Red de área metropolitana (MAN), basada en la topología propuesta por la University of Western Australia, utiliza un bus dual de fibra óptica como medio de transmisión. Ambos buses son unidireccionales, y en contra-sentido. Con esta tecnología el ancho de banda es distribuido entre los usuarios, de acuerdo a la demanda que existe, en proceso conocido como "inserción de ranuras temporales". Puesto que puede llevar transmisión de datos sincrónicos y asincrónicos, soporta aplicaciones de video, voz y datos.
- g) **IEEE 802.7:** Grupo de Asesoría Técnica sobre banda ancha. Un estándar de IEEE para una red de área local de banda ancha (LAN) que usa el cable coaxial. Este estándar fue desarrollado para las compañías del Internet del cable. Especificaciones de redes con mayores anchos de banda con la posibilidad de transmitir datos, sonido e imágenes.
- h) **IEEE 802.8:** Grupo de Asesoría Técnica sobre fibra óptica, especificación para redes de fibra óptica tipo Token Passing /FDDI. Las redes FDDI (Fiber Distributed Data Interface - Interfaz de Datos Distribuida por Fibra) surgieron a mediados de los años ochenta para dar soporte a las estaciones de trabajo de alta velocidad, que habían llevado las capacidades de las tecnologías Ethernet y Token Ring existentes hasta

el límite de sus posibilidades. Proporciona asesoría técnica a otros subcomités en redes de fibra óptica como alternativa a las redes actuales basadas en cobre.

- i) **IEEE 802.9:** Redes integradas para voz, datos y vídeo. Comité para integración de voz y datos IVD (Integrated Voice and Data) en la red ISDN. Se define la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados, en inglés ISDN) como una evolución de las Redes actuales, que presta conexiones extremo a extremo a nivel digital y capaz de ofertar diferentes servicios. Se dice Servicios integrados porque utiliza la misma infraestructura para muchos servicios que tradicionalmente requerían interfaces distintas (téllex, voz, conmutación de circuitos, conmutación de paquetes...); es digital porque se basa en la transmisión digital.
- j) **IEEE 802.10:** Seguridad de las redes. Grupo que trabaja en la definición de un modelo normalizado de seguridad que inter opera sobre distintas redes e incorpore métodos de autenticación y de cifrado.
- k) **IEEE 802.11:** Red local inalámbrica, también conocido como Wi-Fi (Mejoras y modificaciones), es un estándar de protocolo de comunicaciones de la IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capa física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet). Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes: los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutaban de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps, 54 Mbps y 300 Mbps, respectivamente. En la actualidad ya se maneja también el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además, no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas, ZigBee, WUSB) que la estén utilizando, por lo tanto, existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance). Existe un primer borrador del estándar IEEE 802.11n que trabaja a 2.4 GHz y a una velocidad de 108 Mbps. Sin embargo, el estándar 802.11g es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbps, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados Pre-N. Existen otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth que también funcionan a una frecuencia de 2.4 GHz, por lo que puede presentar interferencias con Wi-Fi. Debido a esto, en la versión 1.2 del estándar Bluetooth por ejemplo se actualizó su especificación para que no existieran interferencias con la utilización simultánea de ambas tecnologías, además se necesita tener 40.000 k de velocidad.
- l) **IEEE 802.12 y IEEE 802.13:** Prioridad de demanda, comité que define la norma Ethernet a 100 Mbps con el método de acceso de prioridad bajo demanda propuesto por la Hewlett Packard y otros fabricantes. El cable especificado es un par trenzado de 4 hilos de cobre utilizándose un concentrador central para controlar el acceso al cable. Las prioridades están disponibles para soportar la distribución en tiempo real de aplicaciones multimediales. Los concentradores 100VG-AnyLAN controlan el acceso a la red con lo cual eliminan la necesidad de que las estaciones de trabajo detecten una señal portadora, como sucede en el CSMA/CD de la norma Ethernet.
- m) **IEEE 802.14** Cable módems, es decir módems para televisión por Cable. El Grupo IEEE 802.14 es justamente una parte de la larga serie de estándares 802 de LAN/MAN. Los estándares IEEE 802 para Ethernet y Token Ring, son los más extendidos en las redes de comunicación, y productos basados en los estándares sobre 802 dan razón de la mayoría de nodos de comunicación instalados en la industria. El Grupo de trabajo IEEE 802.14 está caracterizado para crear estándares para transportar información sobre el cable tradicional de redes de TV. La arquitectura especifica un híbrido fibra óptica/coaxial que puede abarcar un radio de 80 kilómetros desde la cabecera. El objetivo primordial del protocolo de red en el diseño es el de transportar diferentes tipos de tráfico del IEEE 802.2 LLC (Control de Enlace Lógico), por ejemplo, Ethernet. Sin embargo, existe una fuerte opinión dentro del grupo que la red debería soportar redes ATM para llevar varios tipos de tráfico multimedia. El grupo del estándar de la IEEE 802.14 define el protocolo

de Capa Física y Control de Acceso al Medio (MAC) de redes usando cables Híbridos Fibra Óptica/Coaxial (HFC). Varios protocolos MAC han sido propuestos por el grupo de trabajo el cual tiene que comenzar la evaluación de procesos para concebir un sencillo protocolo MAC satisfaciendo todos los requerimientos de HFC. Actualmente existen organizaciones implicadas en procesos de normalización de las telecomunicaciones en todo el mundo. Una red HFC (Híbridas Fibra óptica-Coaxial) es una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soporte de la transmisión de las señales. Esta se compone básicamente de cuatro partes: la cabecera, la red troncal, la red de distribución y el bucle de abonados.

- n) **IEEE 802.15:** Red de área personal inalámbrica, que viene a ser Bluetooth. Define las redes de área personal sin cable (WPAN, Wireless Personal Area Networks). El Estándar IEEE 802.15 se enfoca básicamente en el desarrollo de estándares para redes tipo WPAN o redes inalámbricas de corta distancia. Al igual que Bluetooth el 802.15 permite que dispositivos inalámbricos portátiles como PCs, PDAs, teléfonos, pagers, entre otros, puedan comunicarse e interoperar uno con el otro. Debido a que Bluetooth no puede coexistir con una red inalámbrica 802.11x, de alguna manera la IEEE definió este estándar para permitir la interoperabilidad de las redes inalámbricas LAN con las redes tipo PAN. Bluetooth es la norma que define un Standard global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:
- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos. □ Eliminar cables y conectores entre éstos.
 - Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.
- o) **IEEE 802.16:** Acceso inalámbrico de Banda Ancha, también llamada WiMAX. Define los estándares sin cable de banda ancha. □ Se trata de una especificación para las redes de acceso metropolitanas inalámbricas de banda ancha fijas (no móvil) publicada inicialmente el 8 de abril de 2002. En esencia recoge el estándar de facto WiMAX. WiMAX, siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz. Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

2.6 MODELO TCP/IP

El objetivo principal de un modelo de referencia es ayudar a establecer funciones y procesos involucrados en el proceso de interconexión. Aunque el modelo de Interconexión de sistema abierto (OSI) es el modelo de referencia de internetwork más conocido y es usado para el diseño de redes de datos, especificaciones de funcionamiento y resolución de problemas, existe el modelo TCP/IP para las comunicaciones que puede trabajar en paralelo con el anterior, por lo que los diseñadores de servicios, dispositivos o protocolos de red pueden relacionar sus productos o servicios con el modelo OSI, el modelo TCP/IP o ambos.

Tiene sus orígenes en los setenta y se le conocía con el nombre de modelo de Internet, tenía cuatro categorías de funciones. Las definiciones del estándar y los protocolos TCP/IP se explican en un foro público y se definen en un conjunto de documentos disponibles al público, estos documentos se denominan Solicitudes de Comentarios (RFC). Contienen las especificaciones formales de los protocolos de comunicación de datos y los recursos que describen el uso de los protocolos, también contienen documentos técnicos y organizacionales sobre Internet, incluyendo las especificaciones técnicas y los documentos de las políticas producidos por el Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF).

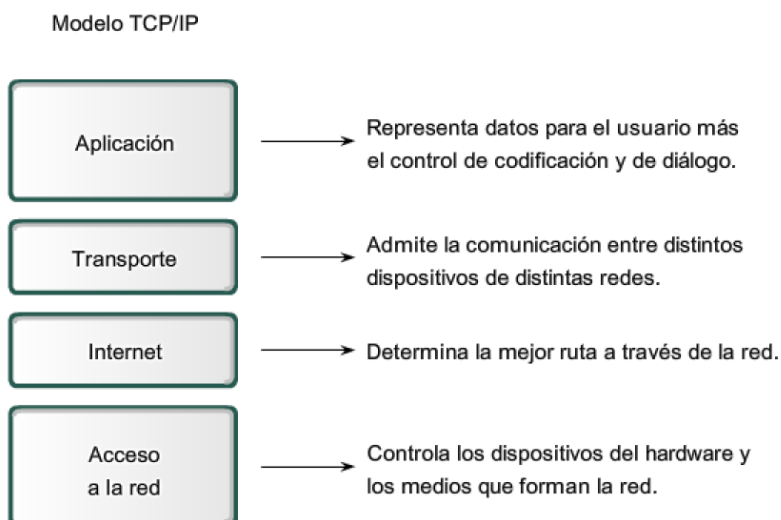


Figura 2.32 Modelo TCP/IP

La arquitectura TCP/IP consta de cuatro niveles o capas en las que se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI de la siguiente manera:

- **Aplicación:** Se corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios, tales como correo electrónico (SMTP), transferencia de ficheros (FTP), conexión remota (TELNET) y otros como HTTP (Hypertext Transfer Protocol). La capa de aplicación se encuentra en la parte superior de las capas del protocolo TCP/IP. Contiene las aplicaciones de red que permiten la comunicación mediante las capas inferiores. Por lo tanto, el software en esta capa se comunica mediante uno o dos protocolos de la capa de transporte, es decir, TCP o UDP. Existen diferentes tipos de aplicaciones para esta capa, pero la mayoría son servicios de red o aplicaciones brindadas al usuario para proporcionar la interfaz con el sistema operativo. Se pueden clasificar según los servicios que brindan: administración de archivos e impresión (transferencia), conexión a la red, conexión remota, diversas utilidades de Internet.
- **Transporte:** Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI, es la que permite que las aplicaciones que se ejecutan en equipos remotos puedan comunicarse. El problema es identificar estas aplicaciones, según el equipo y su sistema operativo, la aplicación puede ser un programa, una tarea, un proceso, etc. Como el nombre de la aplicación puede variar de sistema en sistema, se ha implementado un sistema de numeración para poder asociar un tipo de aplicación con un tipo de datos. Estos identificadores se denominan puertos.

La capa de transporte contiene dos protocolos que permiten que dos aplicaciones puedan intercambiar datos independientemente del tipo de red (capas inferiores) TCP y UDP, que se diferencian por el tipo de servicio que ofrecen. TCP, es un protocolo orientado a conexión que brinda detección de errores. En cambio, UDP es un protocolo no orientado a conexión en el que la detección de errores es obsoleta. Ambos protocolos se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.

- **Internet:** Es el nivel de red del modelo OSI. Incluye al protocolo IP, que se encarga de enviar los paquetes de información a sus destinos correspondientes. Es utilizado con esta finalidad por los protocolos del nivel de transporte. La capa de Internet es la capa que define los datagramas y administra las direcciones IP. Permite el enrutamiento de datagramas (paquetes de datos) a equipos remotos junto con la administración de su división y ensamblaje cuando se reciben. La capa de Internet contiene 5 protocolos: IP, ARP, ICMP, IGMP y RARP. Los primeros tres protocolos son los más importantes para esta capa.
- **Acceso a la red:** es la capa inferior de la pila TCP/IP, establece la capacidad de acceder a cualquier red física, debe brindar la infraestructura necesaria para transmitir datos a través de la red. Por lo tanto, la capa

de acceso a la red contiene todo lo relacionado con la transmisión de datos por una red física, cuando es una red de área local (red en anillo, Ethernet, FDDI), conectada mediante línea telefónica u otro tipo de conexión a una red (inalámbrica, etc). Soporta las funciones de: enrutamiento de datos por la conexión, coordinación de la transmisión de datos (sincronización), formateo de datos, conversión de señal (análoga/digital), detección de errores en la llegada, etc. El encargado de soportar estas especificaciones a nivel de software es el sistema operativo, mientras los controladores del hardware permiten la conexión a la red (por ejemplo, el controlador de la tarjeta de red).

Algunos autores consignan un nivel inferior

- Físico: Análogo al nivel físico del OSI

Tarea:

- Defina las funciones implementadas por los protocolos IP, ARP, ICMP, IGMP y RARP*
- Investigar la arquitectura X.25, relacionándola con el modelo OSI*

2.6.1 Proceso de comunicación

La suite de protocolos TCP/IP, se implementan en los hosts emisores y receptores e interactúan para establecer la comunicación entre las aplicaciones a través de la red. Este proceso de comunicación incluye los siguientes pasos:

1. Creación de datos en la capa de aplicación del dispositivo de origen
2. Segmentación y encapsulación de datos a medida que pasan por el stack o pila de protocolos en el dispositivo de origen
3. Generación de datos en los medios de la capa de acceso a la red
4. Transportación de los datos a través del medio físico/inalámbrico, el cual está compuesta por medios y cualquier dispositivo intermediario
5. Recepción de los datos en la capa de acceso a la red del dispositivo de destino
6. Desencapsulación y reensamblaje al pasar por el stack en el dispositivo destino
7. Transmisión de datos a la aplicación de destino en la capa de aplicación del dispositivo de destino

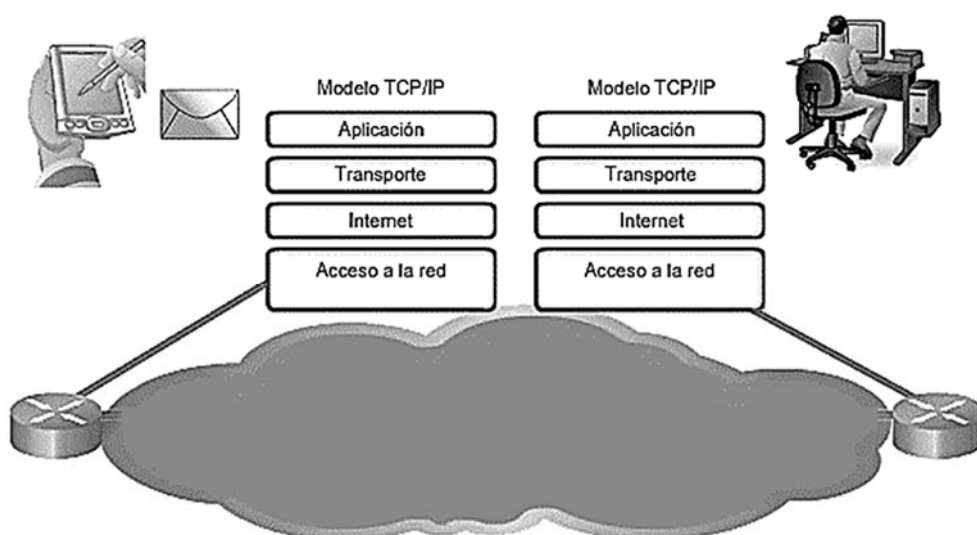


Figura 2.33 Ejemplo de envío de un mensaje

a) Encapsulación

Cuando los datos atraviesan la pila de capas, los protocolos de cada nivel le agregan información, proceso que se denomina encapsulación, las unidades de datos generadas en cada nivel con la información añadida reciben

el nombre de Unidad de datos del protocolo (PDU), por lo que cada capa encapsula las PDU que recibe de la capa inferior de acuerdo al protocolo usado, y se le da un nombre distinto para identificar su nueva estructura, así tenemos:

- Datos: en la capa de aplicación
- Segmento: PDU de la capa de transporte
- Paquete: PDU de la capa de internet
- Trama: PDU de la capa de acceso de red
- Bits: PDU que se transmite físicamente por el medio

b) Envío y recepción

El stack de protocolos TCP/IP del host origen opera desde las capas superiores hacia las capas inferiores. Por ejemplo, si un servidor Web envía una página Web HTML a un cliente, se generará el siguiente proceso:

- El protocolo de la capa aplicación, HTTP, entrega los datos de la página Web (formato HTML) a la capa de transporte.
- La capa de transporte divide los datos en segmentos de TCP y a cada segmento le coloca un encabezado (información sobre qué procesos en el host destino deben recibir el mensaje, así como la información para ensamblar los datos de nuevo en su formato original) y los envía a la capa de Internet
- En la capa de internet se implementa el protocolo IP, el segmento TCP se encapsula dentro de un paquete IP que agrega el encabezado IP (direcciones IP de host de origen y de destino y la información para entregar el paquete al proceso destino) y los envía a la capa de acceso a la red.
- En la capa de acceso a la red, el protocolo Ethernet encapsula el paquete IP en una trama y un tráiler. El encabezado de trama tiene la dirección física de origen y de destino, direcciones que identifican de forma única a los dispositivos de la red local, mientras que el tráiler contiene información para la verificación de errores. Finalmente, en la NIC (*network interface card*) del servidor los bits se codifican para ser enviados al medio Ethernet.

Este proceso se invierte en el host destino al momento de atravesar el host destino y las capas del modelo.

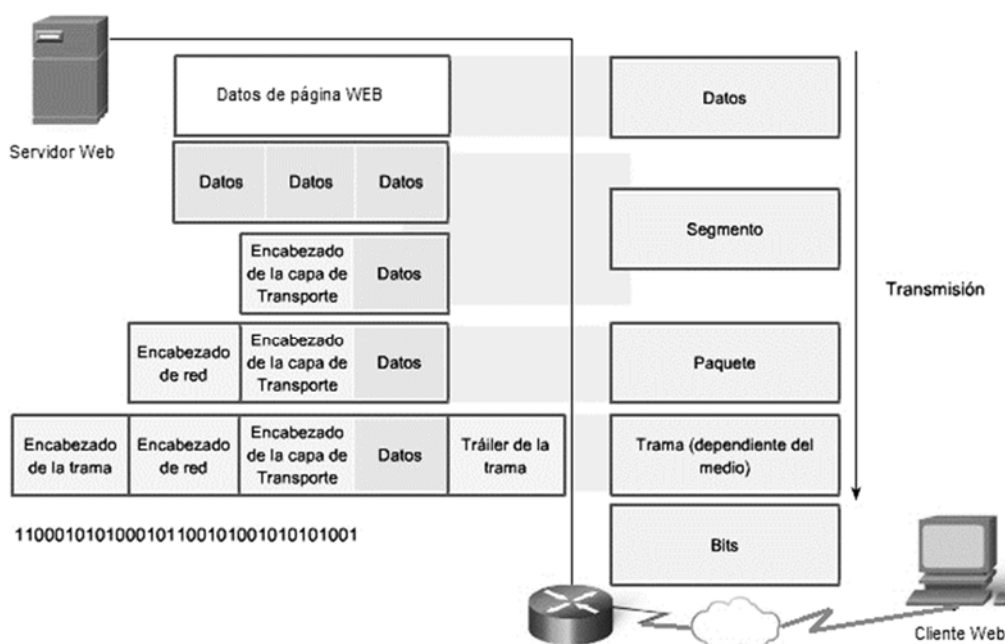


Figura 2.34 Proceso de acceso a un servidor Web

2.7 OSI y TCP/IP

Los protocolos que forman la suite de protocolos TCP/IP pueden describirse en términos del modelo de referencia OSI. Veamos la comparación

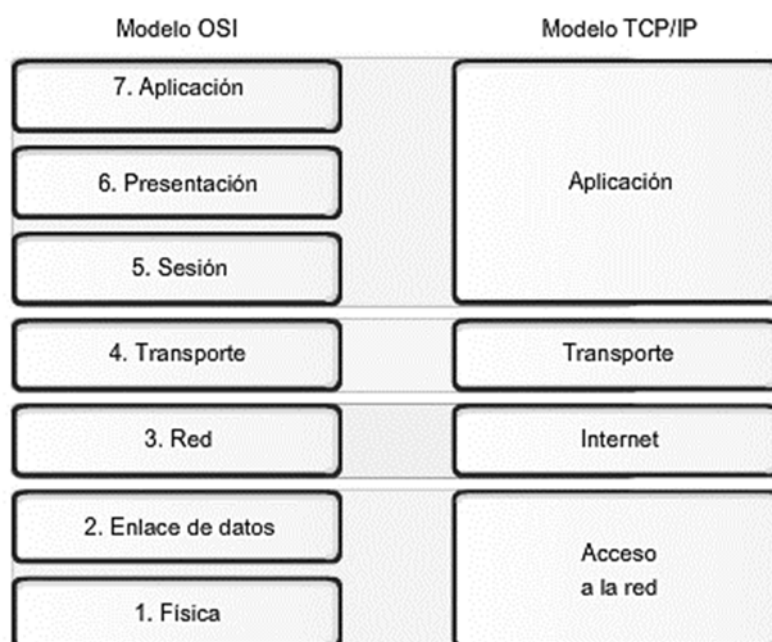


Figura 2.35 Comparación entre el Modelo OSI y TCP/IP

En el modelo OSI, las capas física y de enlace de datos, equivalen a la capa acceso a la red de TCP/IP, la división permite entender de mejor manera algunas funciones específicas que se implementan, lo mismo sucede con las capas de aplicación presentación y sesión de OSI, que equivalen a la capa de aplicación de TCP/IP.

En la capa de acceso a la red, los protocolos TCP/IP sólo garantizan la transferencia de información desde la capa de internet a la red física, en OSI en cambio el nivel de enlace (capa 2) se consideran los procedimientos para acceder a los medios y en la capa física (capa 1) la manera de enviar físicamente los datos por la red. Es donde se encuentran la mayor cantidad de estándares específicos, que norman un sustrato tecnológico concreto.

En la capa 3 de OSI se ocupa de direccionar y enrutar mensajes, lo mismo hace el Protocolo de Internet (IP) de la suite TCP/IP que incluye la funcionalidad. En la capa de transporte de OSI (capa 4), se implementan los servicios para administrar sesiones individuales entre hosts de origen y destino (acuse de recibo, recuperación de errores y secuenciamiento), lo mismo hacen en TCP/IP, el Protocolo de control de transmisión (TCP) y el Protocolo de datagramas de usuario (UDP). La capa de aplicación TCP/IP incluye todos los protocolos que proporciona funcionalidad a las distintas aplicaciones de usuario final. Por su parte en OSI, las Capas 5, 6 y 7 son las bases para implementar productos que establecen las comunicaciones.

Esta organización se muestra en la siguiente figura, donde se utiliza Ethernet, sobre cables de cobre, como medio de transmisión

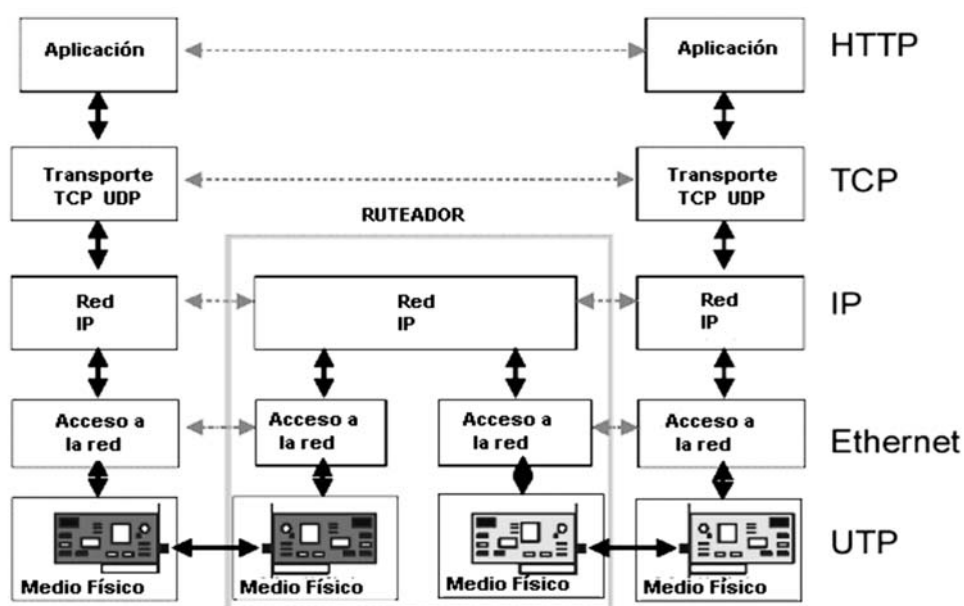


Figura 2.36 Una arquitectura típica en TCP/IP

En un host cualquiera, se necesitan un conjunto de recursos para usar apropiadamente la infraestructura de la red, como se muestra a continuación.

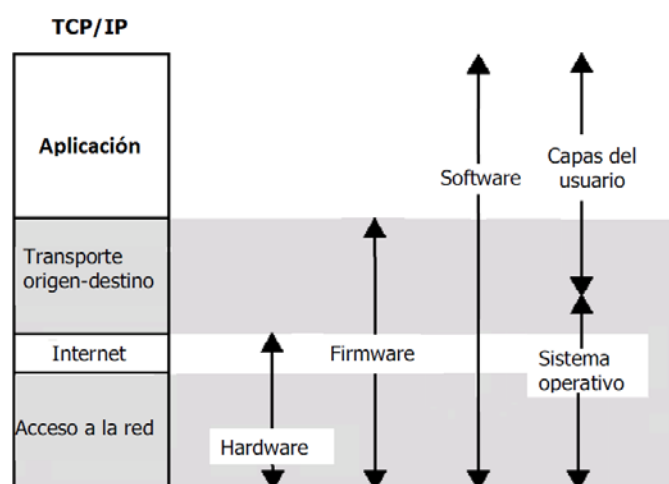


Figura 2.37 Organización de los elementos de un host en TCP/IP

Cuando se habla de TCP/IP se distinguen dos conceptos diferentes:

- Estándar: el protocolo TCP/IP representa la manera en la que se realizan las comunicaciones en una red.
- Implementación: la designación TCP/IP se extiende a software basado en el protocolo TCP/IP. Hay que especificar que TCP/IP es un modelo cuya aplicación de red utilizan los desarrolladores. Las aplicaciones son, por lo tanto, implementaciones del protocolo TCP/IP.

2.7.1 Funciones de red TCP/IP

De manera semejante al modelo OSI, TCP/IP debe soportar las funciones de:

- Encapsulamiento
- Segmentación y ensamblado
- Control de la conexión

- Entrega en orden
- Control de flujo
- Control de errores
- Direccionamiento
- Multiplexación
- Servicios de transmisión

- 1) *Encapsulamiento*: consiste en añadir a los datos información de control, dentro de lo que se incluye: direcciones, códigos para la detección de errores y la información de control propia de cada protocolo, en el caso de TCP/IP:

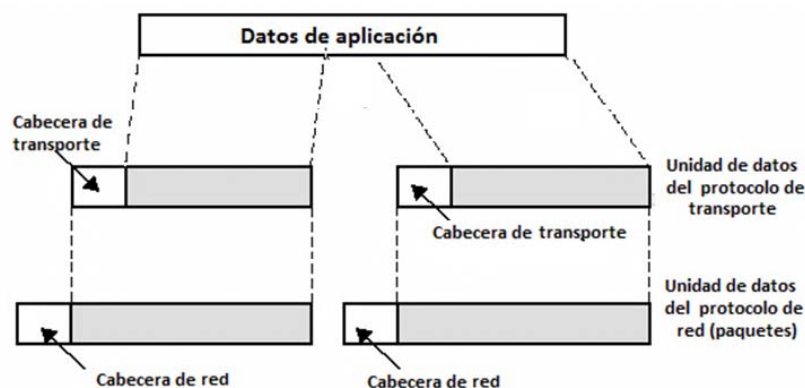


Figura 2.38 Encapsulamiento en TCP/IP

La generación de PDU en TCP/IP responde a:

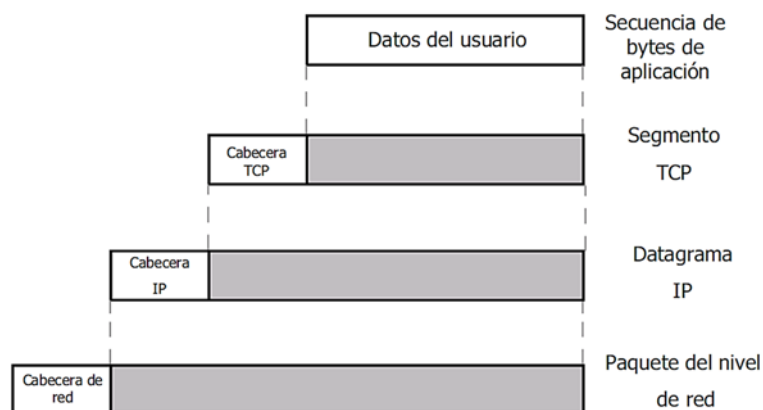


Figura 2.39 PDUs en TCP/IP

- 2) *Segmentación o fragmentación*: es establecer secuencia de bloques de datos de tamaño limitado, debido a que los datos de los mensajes pueden ser demasiado grandes, el término segmentación corresponde a OSI, mientras que TCP/IP considera la fragmentación. El tamaño de bloque depende de la infraestructura de red (por ejemplo: una red ATM maneja 53 octetos, mientras que Ethernet maneja 1526 octetos). Esta función debe ocuparse de implementar tareas de comprobación y reinicio/recuperación.

Las ventajas de la fragmentación:

- Mecanismos de control de errores más eficientes
- Acceso a las facilidades de transmisión más equitativos
- Retardos inferiores
- Tamaños menores de memoria temporal

En cuanto a las desventajas:

- Necesidad de información suplementaria
 - Mayor número de interrupciones necesarias
 - Mayor tiempo de procesamiento
- 3) *Control de la conexión*: lo que implica establecimiento, transferencia de datos, cierre de la conexión manejo de fases de interrupción de la conexión y recuperación de la misma.

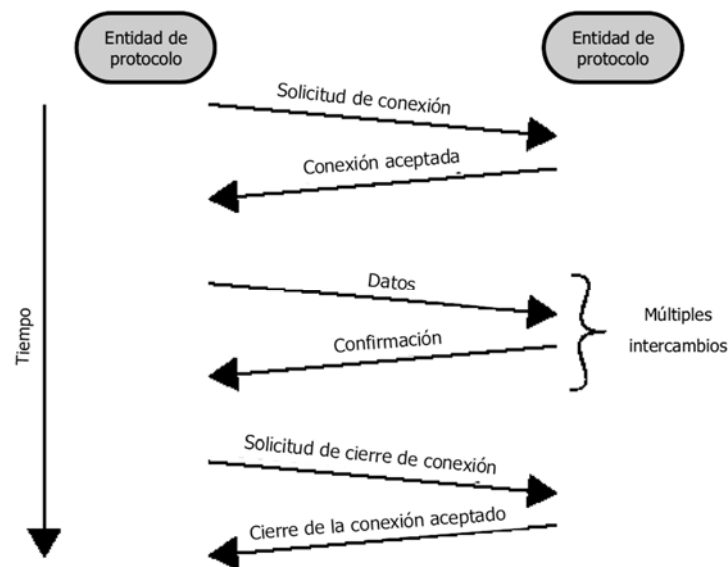


Figura 2.40 Transferencia de datos orientada a la conexión

- 4) *Entrega en orden*: debido a que las PDU pueden seguir rutas distintas, existe la posibilidad de que lleguen en un orden distinto al de partida, para solucionar esto se numeran secuencialmente
- 5) *Control de flujo*: esta es una operación realizada por la entidad receptora, es un procesamiento de parada-espera que limita la velocidad o cantidad de datos recibidos, se implementa en los niveles de aplicación y de red.
- 6) *Control de errores*: para recuperar pérdidas o deterioros, se utilizan algoritmos de detección de errores, para ello el emisor debe insertar un código específico, el cual es verificado por el receptor para aceptar o rechazar la PDU, se implementa en varios niveles.
- 7) *Direccionamiento*: como los datos se envían por partes, se van a mezclar con los mensajes enviados desde cualquier otro host origen a host destino, lo que exige que cada parte haya recibido la suficiente cantidad de información adicional (direcciones e identificadores) para llegar al destino con éxito. Se muestra la información añadida a cada parte del mensaje

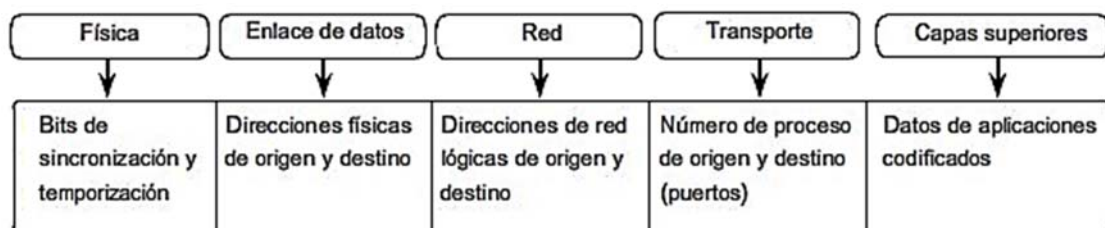


Figura 2.41 Direccionamiento TCP/IP

- **Direccionamiento capa 2:** se forma la trama, añadiendo la dirección física del host destino y origen en el encabezado de la PDU, estas direcciones sólo funcionan dentro de una red local y son las direcciones del dispositivo en el medio físico. Si la red fuera Ethernet, estas direcciones se llaman dirección de Control de acceso a los medios (MAC). Una vez que la trama llega al host de destino, la información de la dirección de la Capa 2 se elimina y los datos suben a la Capa 3.

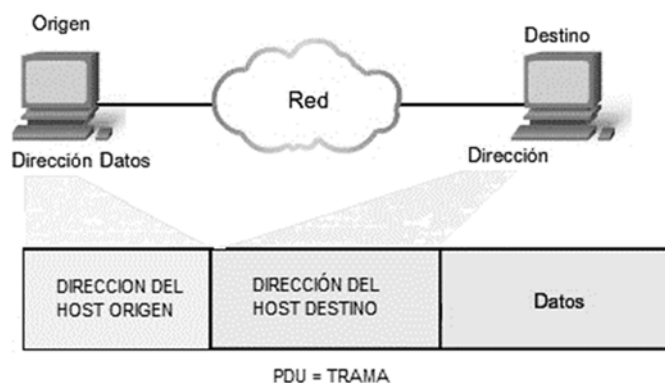


Figura 2.42 Direccionamiento capa 2

- **Direccionamiento capa 3:** Los protocolos de ésta mueven datos desde una red de área local hacia otra red dentro de una internetwork, por lo que se deben incluir identificadores que permitan a los dispositivos de red intermediarios (router) ubicar hosts en diferentes redes. Las direcciones IP host contiene información sobre la red en la que está ubicado el host. El router desencapsula la trama para leer la dirección host de destino contenida en el encabezado del paquete PDU de Capa 3 y utilizan la identificadora dirección destino para determinar la ruta a utilizar, vuelve a encapsular el paquete en una nueva trama y lo envía por el trayecto definido hacia el host destino. Cuando la trama llega aquí, los encabezados se eliminan y los datos se suben a la Capa 4.

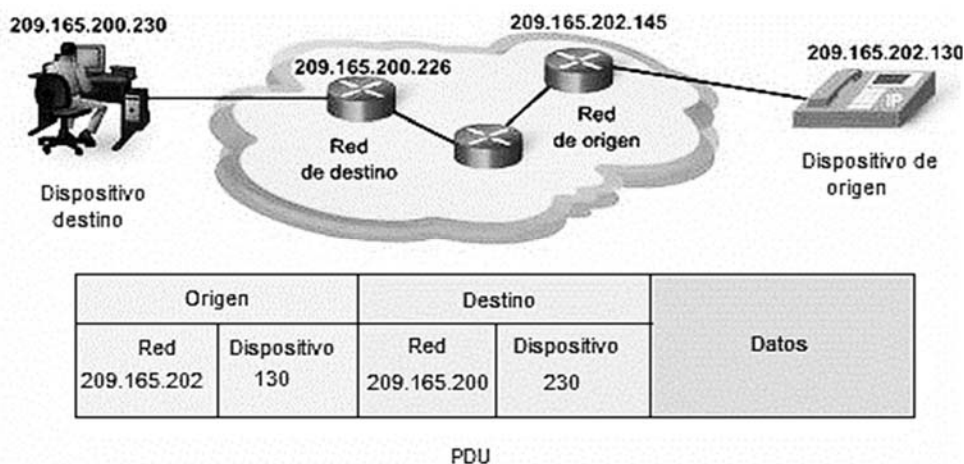


Figura 2.43 Direccionamiento capa 3

- **Direccionamiento Capa 4:** el encabezado de las PDUs de esta capa identifica el proceso o servicio específico que se ejecuta en el host destino al que están dirigidos los datos que se entregan (puerto) debido a que los hosts (clientes o servidores) en Internet, pueden ejecutar varias aplicaciones de red simultáneamente (correo, explorador Web, mensajería instantánea, streaming media, juegos on-line, etc) y cada uno de ellos tiene asignado un puerto.

Cuando se considera el direccionamiento, hay que considerar

- el nivel de la entidad y el proceso dentro del sistema
- el alcance (individual o global)
- el tipo de conexión (circuito virtual, si es única o múltiple, el estado de la conexión)
- el modo (unidestino, multidestino, difusión)

En el caso de TCP/IP, esto se implementa a partir del siguiente esquema

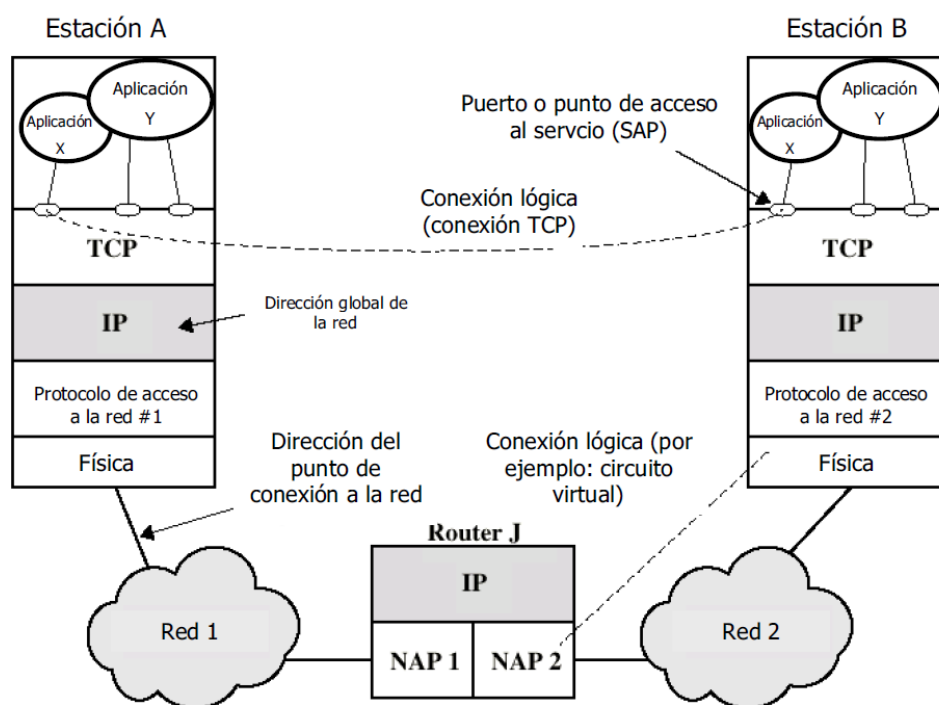


Figura 2.44 Uso del direccionamiento

8) *Multiplexación*: es la capacidad de establecer varias conexiones simultáneas en un único sistema.

2.8 LAS CAPAS SUPERIORES DEL MODELO OSI Y DE TCP/IP

En cuanto al modelo OSI, las capas superiores son la de sesión, presentación y aplicación, resumiendo la función de cada una de ellas tenemos:

- La capa de aplicación: proporciona la interfaz entre las aplicaciones que requieren comunicación y la red física por la cual se transmiten esta información, sus protocolos permiten el intercambio de datos entre los programas ejecutados en los hosts de origen y destino. Existen muchos protocolos de capa de aplicación y siempre se desarrollan protocolos nuevos.
- La capa de presentación: tiene tres funciones principales: la codificación y conversión de datos de la capa de aplicación para que los datos del dispositivo de origen puedan ser entendidos por la aplicación en el dispositivo de destino; la compresión de los datos para hacer más rápida la transmisión, pero garantizando que los pueda descomprimir el dispositivo de destino y la encriptación de los datos para la transmisión y la desencriptación de los mismos cuando lleguen a su destino.
 - ✓ Estándares para videos y gráficos: QuickTime (de Apple) y Moving Picture Experts Group (MPEG)
 - ✓ Estándares de imagen: formato de intercambio gráfico (GIF), Grupo de expertos en fotografía (JPEG) y Formato de archivo de imagen etiquetada (TIFF).
- La capa de sesión: tiene funciones que crean y mantienen diálogos entre las aplicaciones de origen y destino. La capa de sesión maneja el intercambio de información para iniciar los diálogos y mantenerlos activos, y para reiniciar sesiones que se interrumpieron o desactivaron durante un periodo de tiempo prolongado.