

UD2. Arquitectura de Redes

1. **Protocolos y Estándares**
 2. **Organismos de Normalización**
 3. **Arquitectura de Redes basada en Niveles**
 - 3.1. Entidades
 - 3.2. Servicios
 - 3.3. Unidades de Información
 4. **El Modelo de Referencia OSI**
 5. **Arquitectura TCP/IP**
 6. **Comparativa entre OSI y TCP/IP**
 7. **Arquitectura de las Redes Locales**
-

1. Protocolos y Estándares

Los **protocolos** son las reglas y procedimientos utilizados para poder realizar una comunicación adecuada.

Por ejemplo, podemos hacer la analogía con el sistema telefónico. El protocolo para establecer una comunicación (transmisión de voz) debe seguir estrictamente los siguientes pasos:

1. Descolgar el teléfono.
2. Comprobar si hay línea.
3. Si no hay, colgar y volver al paso 1.
4. Marcar número del otro usuario.
5. Esperar tono.
6. Si el tono es comunicando, colgar y volver al paso 1.
7. Si da más de 6 tonos y no contesta, ir al paso 9.
8. Hablar cuando el otro usuario conteste.
9. Colgar.

Si no se siguen las reglas del protocolo estrictamente, la comunicación no se realizará en condiciones. Resulta absurdo que el usuario comience a hablar antes de tiempo, ya que la otra persona no oiría la conversación. Así mismo, si cuelga de forma precipitada, también se perderá una parte de la conversación.

Este es un ejemplo de protocolo al que estamos habituados, pero en comunicación de datos, los protocolos empleados son más complejos porque deben ser capaces de corregir errores. En el ejemplo anterior, si el usuario no entiende, sólo tiene que decir ¿cómo dices? Sin embargo para ambos casos, la idea de base es la misma.

Existen diferentes niveles de protocolos según el contexto en el que se aplique:

- Los **protocolos de alto nivel** definen cómo se comunican las aplicaciones (programas de ordenador) entre sí y con la persona humana que hay tras ellos.
- Los **protocolos de bajo nivel** definen cómo se transmiten las señales por el cable.
- Los **protocolos intermedios** que realizan otras funciones, como establecer y mantener sesiones de comunicaciones y controlar las transmisiones para detectar errores.

Los **estándares** hacen referencia a la compatibilidad, ya que los fabricantes de dispositivos que intervengan en la comunicación deben llegar a acuerdos para la fabricación de aparatos y la utilización de medios, así definen las características físicas, mecánicas y los procedimientos de los dispositivos.

En resumen, un estándar es un conjunto de normas, acuerdos y recomendaciones técnicas que regulan la transmisión de los sistemas de comunicación.

En un mundo globalizado como el actual, lo más importante es ser partícipe de una comunicación global, por lo que en caso de no seguir los estándares no podrás comunicarte con la mayoría de equipos que si los siguen, quedándote aislado.

Ventajas del empleo de los estándares:

- Los productos de diferentes fabricantes que cumplen los estándares son totalmente compatibles por lo que pueden comunicarse entre sí sin necesidad de adaptadores.
- Se asegura la compatibilidad con productos futuros empleando la misma tecnología.
- Se evita el monopolio.

Existen dos tipos de estándares:

- **De facto:** Estándares con gran aceptación en el mercado, establecidos normalmente pero que no son oficiales.
- **De Jure:** Estándares definidos por organismos o grupos oficiales.

2. Organismos de Normalización

Los principales organismos reguladores en materia de redes son el IEEE e ISO.

- **ISO:** La Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization), es una organización para la creación de estándares internacionales sobre telecomunicaciones, compuesta por diversas organizaciones de distintas naciones. Promueve el uso de estándares propietarios, industriales y comerciales a nivel mundial y fue una de las



primeras organizaciones a las que se le concedió estatus consultivo general en el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. Su principal normalización ha sido el modelo teórico de referencia para la interconexión de sistemas abiertos OSI (en inglés Open System Interconnection).

- **IEEE:** El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (Institute of Electrical and Electronics Engineers) es una asociación mundial de ingenieros, sin ánimo de lucro, dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas sobre telecomunicaciones. Su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales.



- **ITU:** La Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunication Union) es la organización más importante de las Naciones Unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información. Representa un foco global para los gobiernos y el sector privado en el desarrollo de redes y servicios. Coordina el uso del espectro radioeléctrico y la asignación de órbitas de satélites.



- **ETSI:** El Instituto Europeo de Estándares (European Telecommunications Standards Institute) es una organización independiente sin ánimo de lucro que produce estándares aplicables globalmente para las tecnologías de la información y comunicación.

- **IETF:** El Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force) es una gran comunidad internacional abierta a diseñadores de redes, operadores, vendedores e investigadores preocupados por la evolución de la arquitectura de internet y su forma de operar. Esta formado por grupos de trabajo organizados por temas. De esta comunidad son muy conocidas las publicaciones RFC (Request For Comments) que describen aspectos del funcionamiento de Internet.



- **AENOR:** La Asociación Española de Normalización es un organismo nacional que a través de sus Comités Técnicos de Normalización se encarga de la publicación de las normas UNE y la adopción de las normas europeas.



3. Arquitectura de Redes basada en Niveles

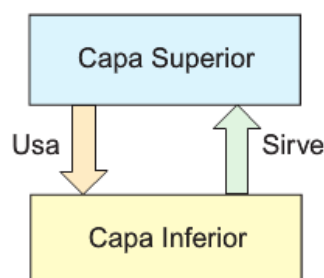
El concepto de **Niveles o Capas** se utiliza para describir la comunicación entre dos equipos.

La conversación entre dos personas es un buen **ejemplo** para aplicar un enfoque en capas para analizar el flujo de información. En una conversación, cada persona que desea comunicarse comienza creando una idea. Luego se toma una decisión respecto de cómo comunicar la idea correctamente. Por ejemplo, una persona podría decidir si hablar, cantar o gritar, y qué idioma usar. Finalmente, la idea es comunicada. Por ejemplo, la persona crea el sonido que transmite el mensaje.

Se puede desglosar este proceso en distintas capas aplicables a todas las conversaciones. La capa superior es la idea que se comunicará. La capa intermedia es la decisión respecto a cómo se comunicará la idea. La capa inferior es la creación del sonido que transmitirá la comunicación.

La división en capas añade eficiencia al método de trabajo, es decir, la problemática inicial se divide en subproblemas y para cada uno de estos subproblemas se crea un subconjunto de programas y reglas que le den solución, de tal forma, que cada subproblema puede ser tratado y desarrollado de forma independiente del resto.

La estructura seguida por el **modelo es jerárquica** (capa superior y capa inferior). La **capa inferior** atenderá las peticiones que le haga la **capa superior**, es decir, "ofrece servicios" o "sirve" a la capa superior, además la capa inferior opera de forma independiente de la capa superior, ocultando los detalles de implementación.



Al conjunto de capas o niveles con sus servicios y protocolos se le denomina **arquitectura de red** existiendo fundamentalmente dos:

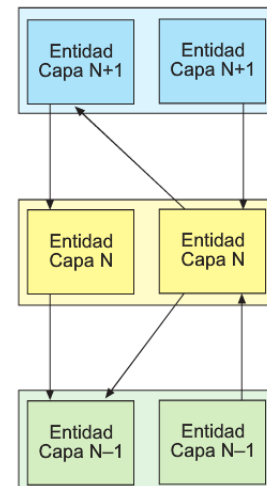
- Modelo de Referencia OSI
- Arquitectura TCP/IP

3.1. Entidades

Cualquier elemento activo del sistema perteneciente a alguna de las capas.

Cada una de las entidades usa un protocolo para comunicarse con su entidad homónima en el otro extremo de la comunicación.

Cada entidad usará los servicios de una entidad que esté en el nivel inmediatamente inferior y ofrecerá servicios a la que esté inmediatamente por encima.



3.2. Servicios

Cada Capa se encarga de realizar ciertas funciones que forman parte del proceso de comunicación, pues a cada una de esas funciones se le denomina Servicio.

Se definen dos tipos de Servicios:

- **Servicio Orientado a la Conexión (SOC):** Son aquellos servicios que requieren el establecimiento de una conexión antes de poder transmitir cualquier dato.
- **Servicio No Orientado a la Conexión (SNOC):** Son aquellos servicio que no requieren el establecimiento de una conexión.

3.3. Unidades de Información

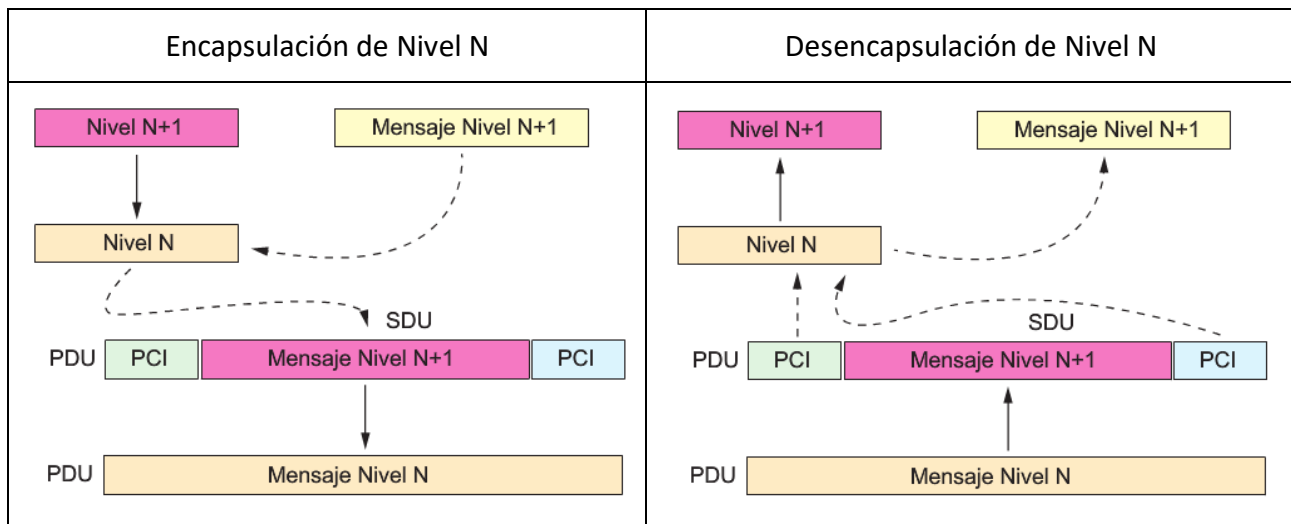
En un modelo de capas las entidades que pertenecen al mismo nivel intercambian mensajes que siguen un formato predeterminado de acuerdo con un protocolo.

A estos mensajes se les denomina PDU (Protocol Data Unit).

Los mensajes se van creando según van pasando por las capas, añadiéndole información de control, a ese proceso se le denomina Encapsulación. El proceso opuesto es la Desencapsulación.

Todas las PDU están compuestas de dos partes:

- **SDU:** Datos del nivel superior (Service Data Unit)
- **PCI:** Información de control (Protocol Control Information)



4. Modelo de Referencia OSI

El modelo OSI (Open Systems Interconnection o Interconexión de Sistemas Abiertos) está basado en una propuesta establecida en **el año 1983** por la ISO como un avance hacia la normalización a nivel mundial de protocolos.

OSI emplea una arquitectura en niveles **a fin de dividir los problemas de interconexión en problemas manejables**. Posteriores estándares de ISO definieron las implementaciones en cada nivel para asegurar que se consiguiera una compatibilidad total entre ellos.

El trabajo con niveles asegura modularidad y **facilita que el software pueda mejorarse sin necesidad de introducir grandes cambios**, además de permitir la compatibilidad entre equipos diferentes.

la ISO definió solamente la función general que debe realizar cada capa, pero no concreto en absoluto los servicios y protocolos que se deben usar en cada una de ellas

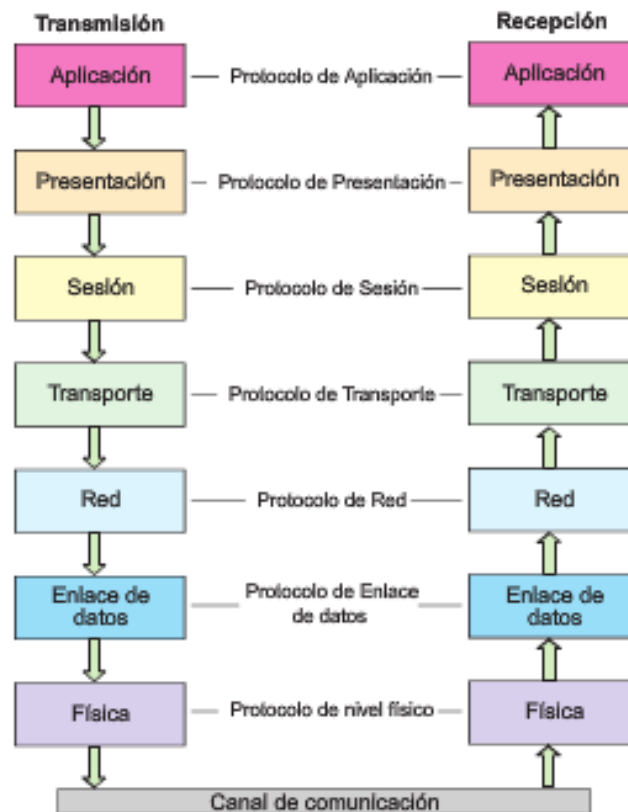
Consta de siete capas o niveles:



Las funciones de cada nivel son:

- **Capa Física:** Tiene que ver con la transmisión de dígitos binarios por un canal de comunicación, teniendo en cuenta que el diseño debe asegurar que, cuando en un lado se envíe un “1”, se reciba en el otro lado como “1”, no como “0”. Las preguntas típicas aquí son: ¿qué voltaje deberá usarse para representar un 1 y para representar un 0?, ¿cuántos microsegundos dura cada dígito?, ¿en qué frecuencia de radio se va a transmitir?, ¿cuántas puntas tiene el conector de la red y para qué sirve cada una?, etc. Las especificaciones pueden ser:
 - **Mecánicas:** Características físicas del elemento de conexión con la red (dimensiones y forma del conector, número de pines del conector,...)
 - **Eléctricas:** Características eléctricas empleadas (tensión e intensidad usada, V Tx,...)
 - **Funcionales:** Para qué sirve cada pin (pin X para Tx, Pin Y para Rx,...)
 - **De Procedimiento:** Establecen los pasos a realizar para Tx información
- **Capa de Enlace de Datos:** Su tarea principal es detectar y corregir todos los errores que se produzcan en la línea de comunicación y de controlar el flujo de datos, es decir, que un emisor rápido no sature a un receptor lento, ni se pierdan datos. Finalmente, en redes donde existe un único medio compartido por el que circula la información, este nivel se encarga de repartir su utilización entre las estaciones. La unidad mínima de datos que se transfiere entre entidades a este nivel se llama **Trama**.
 - **Detección y Corrección de Errores**
 - **Control de Acceso al Medio**
 - **Direccionamiento**
 - **Control de Flujo**
 - **Establecer y cerrar Conexiones**
- **Capa de Red:** Se ocupa de determinar cuál es la mejor ruta por la que enviar la información. Esta decisión tiene que ver con el camino más corto, el más rápido, el que tenga menor tráfico, etc. Por todo esto, la capa de red debe controlar también la congestión de la red, intentando repartir la carga lo más equilibrada posible entre las distintas rutas. También a este nivel se realiza gran parte del trabajo de convertir y adaptar los mensajes que circulan entre redes heterogéneas. La unidad mínima de información que se transfiere a este nivel se llama **Paquete o Datagrama**.
 - **Direccionamiento**
 - **Enrutamiento**
 - **Interconexión de redes**
 - **Tarificación**

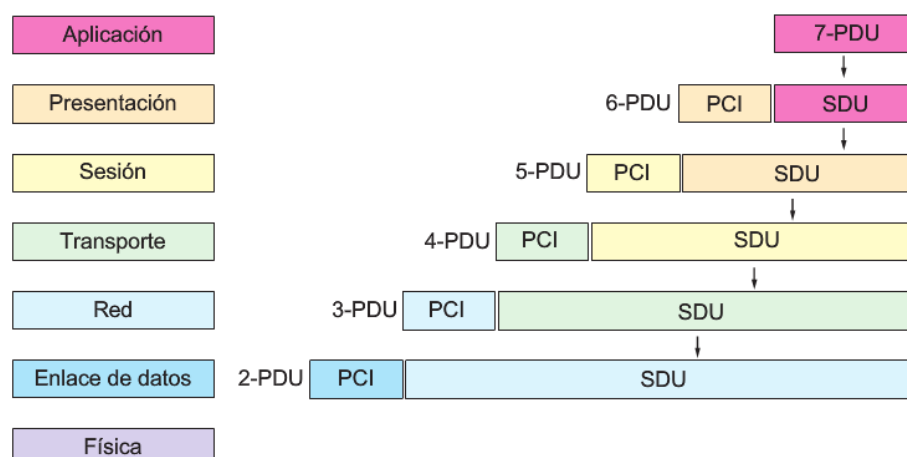
- **Tareas de gestión de tráfico:** congestión, prioridades,...
- **Capa de Transporte:** Representa las funciones que proporcionan una transferencia transparente de datos entre puntos finales, ofreciendo mecanismos de seguridad, recuperación de errores y control de flujo de extremo a extremo. La unidad mínima de información que se transfiere a este nivel se llama **Segmento**.
- **Capa de Sesión:** Representa las funciones que controlan la comunicación entre las aplicaciones, estableciendo la conversación, los turnos de palabra, los asentimientos, controlando el intercambio de datos,....
- **Capa de Presentación:** A este nivel se controla el significado de la información que se transmite, lo que permite la traducción de los datos entre las estaciones. Por ejemplo, si una estación trabaja con un código concreto y la estación del otro extremo maneja uno diferente, el nivel de presentación es el encargado de realizar esta conversión. Para conversaciones confidenciales, este nivel también codifica y encripta los datos para hacerlos incomprensibles a posibles escuchas ilegales.
- **Capa de Aplicación:** Es el nivel que está en contacto directo con los programas o aplicaciones informáticas de las estaciones y contiene los servicios de comunicación más utilizados en las redes. Como ejemplos de servicios a este nivel se puede mencionar la transferencia de archivos, el correo electrónico, etc.



Este modelo no es perfecto y, de hecho, algunas cuestiones adolecen de un mal diseño. La más importante, en lo que se refiere a las capas, es que algunas de ellas están prácticamente vacías (es decir, hay muy pocos protocolos definidos dentro de éstas y a la vez son bastante triviales), mientras que otras están llenas a rebosar. Por ejemplo, las capas de sesión y presentación no se usan en la mayoría de las aplicaciones, mientras que las capas más inferiores están tan saturadas que en revisiones posteriores se han dividido en múltiples subcapas.

Otro problema que tiene OSI es que existen algunas funciones que se repiten en muchas de las capas, lo que hace que muchos servicios y programas estén duplicados, a la vez que contribuye a un aumento del tamaño de las cabeceras de control de los bloques de información que se transmiten.

Encapsulación en el Modelo OSI



5. Arquitectura TCP/IP

Es la implementación del Modelo de Referencia OSI.

Toma su nombre de dos de los protocolos más utilizados en internet:

- **TCP**: Protocolo de Control de Transferencia (Transfer Control Protocol)
- **IP**: Protocolo de Internet (Internet Protocol).

Se suele confundir muchas veces con un protocolo de comunicaciones concreto, cuando, en realidad, es una compleja arquitectura de red que incluye varios de ellos, apilados por capas.

Es, sin lugar a dudas, la más utilizada del mundo, ya que es la base de comunicación de Internet y también se utiliza ampliamente en las distintas versiones de los sistemas operativos Linux y, debido a su gran utilización, ha sido también implantado en otros sistemas como Windows de Microsoft o iOS (iPhone Operating Sistem) de Apple.

En el año 1973, el DoD (Departamento de Defensa de Estados Unidos) inició un programa de investigación para el desarrollo de tecnologías de comunicación de redes de transmisión de datos. El objetivo fundamental era desarrollar una red de comunicación que cumpliera las siguientes características:

- Permita interconectar redes diferentes. Esto quiere decir que la red en general puede estar formada por tramos que usan tecnología de transmisión diferente.
- Sea tolerante a fallos. El DoD deseaba una red que fuera capaz de soportar ataques terroristas o incluso alguna guerra nuclear sin perderse datos y manteniendo las comunicaciones establecidas.
- Permita el uso de aplicaciones diferentes: transferencia de archivos, comunicación en tiempo real, etc.

Todos estos objetivos implicaron el diseño de una red con topología irregular donde la información se fragmentaba o dividía en trozos para seguir rutas diferentes hacia el destinatario. Si alguna de esas rutas fallaba repentinamente, la información podría seguir rutas alternativas.

Así, surgieron dos redes distintas: una dedicada a la investigación (ARPANET) y otra de uso exclusivamente militar (MILNET).

Varias universidades colaboraron en el proyecto ARPANET y se expandió gracias a la interconexión de ellas. Este modelo se renombró después como arquitectura TCP/IP, por las iniciales de sus dos protocolos más importantes.

En 1983 nació la red global Internet, utilizando también esta arquitectura de comunicación.

Algunos de los motivos de la popularidad alcanzada por esta arquitectura son:

- Es independiente de los fabricantes y las marcas comerciales.
- Soporta múltiples tecnologías de redes.
- Puede funcionar en máquinas de cualquier tamaño, desde ordenadores personales a grandes supercomputadores.
- Se ha convertido en estándar de comunicación en EEUU desde 1983.

La arquitectura de TCP/IP se construyó diseñando inicialmente los protocolos para posteriormente, integrarlos por capas en la arquitectura. Por esta razón, a TCP/IP muchas veces se la califica como pila de protocolos. Su modelo por niveles es algo diferente al modelo OSI de ISO, como demuestra la tabla siguiente:

Podemos observar que la arquitectura TCP/IP sólo tiene definidas un total de cinco capas, que se pueden considerar como cuatro si incluimos la capa de acceso al medio o Ethernet como la unión de las capas físicas y enlace.

Las funciones que realizan cada una de ellas son las siguientes:

- **Capa de acceso a la red:** El modelo no da mucha información de esta capa, y solamente se especifica que debe existir algún protocolo que conecte la estación con la red. La razón fundamental es que, como TCP/IP se diseñó para su funcionamiento sobre redes diferentes, esta capa depende de la tecnología utilizada y no se especifica de antemano. Piensa que una red puede estar interconectada por diferentes tipos de cables o de forma inalámbrica y en este nivel se definen los protocolos asociados a los dispositivos de bajo nivel de cada una de estas tecnologías. En el caso concreto de una red local se utiliza la norma IEEE 802.3 conocida con el nombre de Ethernet.
- **Capa de red:** Esta capa es la más importante de la arquitectura y su misión consiste en permitir que las estaciones envíen información (paquetes) a la red y los hagan viajar de forma independiente hacia su destino. Durante ese viaje, los paquetes pueden atravesar redes diferentes y llegar desordenados. Esta capa no se responsabiliza de la tarea de ordenar de nuevo los mensajes en el destino. El protocolo más importante de esta capa se llama IP (Internet Protocol Protocolo de Interred), aunque también existen otros protocolos.
- **Capa de transporte:** ésta cumple la función de establecer una conversación entre el origen y el destino, de igual forma que hace la capa de transporte en el modelo OSI. Puesto que las capas inferiores no se responsabilizan del control de errores ni de la ordenación de los mensajes, ésta debe realizar todo ese trabajo. Aquí también se han definido varios protocolos, entre los que destacan TCP (Transmission Control Protocol Protocolo de Control de la Transmisión) y UDP (User Datagram Protocol Protocolo de Datagrama de Usuario).
- **Capa de aplicación:** Esta capa contiene, al igual que la capa de aplicación de OSI, todos los protocolos de alto nivel que utilizan los programas para comunicarse. Aquí se encuentra el protocolo de terminal virtual (TELNET), el de transferencia de archivos (FTP), el protocolo HTTP que usan los navegadores para recuperar páginas en la World Wide Web, los protocolos de gestión del correo electrónico, etc.

Las capas de sesión y presentación no existen en la arquitectura TCP/IP, ya que los diseñadores pensaron que no se necesitaban. La experiencia obtenida con los trabajos realizados en el modelo OSI ha comprobado que esta visión fue correcta ya que se utilizan muy poco en la mayoría de las aplicaciones de comunicación.

6. Comparativa entre OSI y TCP/IP

Modelo OSI		Modelo TCP/IP o Internet
Aplicación		Aplicación
Presentación		
Sesión		
Transporte		Host a host
Red		Internet
Enlace de datos		Host a red
Física		

7. Arquitectura de las Redes Locales

MODELO OSI	MODELO IEEE802
Aplicación	
Presentación	
Sesión	
Transporte	
Red	
Enlace de Datos	LLC MAC
Física	Física