

# **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMPUTADORES**

---

*En este capítulo se proporciona una visión general de las redes de computadores. Así, se presenta una descripción general de las comunicaciones de datos y la tipología de redes que se emplean. Además este capítulo incluye una descripción de las arquitecturas de red OSI y TCP/IP.*

## 1.1. Definición y conceptos

---

La comunicación sea del tipo que fuere se puede entender como un intercambio de información entre entidades. En la vida cotidiana es posible observar muchos sistemas de comunicaciones. Ejemplos de ello es el intercambio de señales de voz entre dos usuarios empleando dos terminales de telefonía móvil y/o fija. También es un sistema de comunicaciones el que se produce entre dos usuarios que chatean empleando aplicaciones de mensajería instantánea o un usuario accediendo a un servidor web para enviar o descargar ficheros de datos.

Para que se produzca este intercambio de información entre entidades sean del tipo que fuera, es necesario un proceso que involucra la interconexión de dispositivos, es decir la conexión de computadores personales, teléfonos, cableados y medios o dispositivos especiales de interconexión de redes. Por lo tanto, una red de comunicaciones no es más que un conjunto de dispositivos autónomos con capacidad de interconexión.

El proceso de intercambio de datos o información se denomina transmisión de datos. Y además, cualquier sistema de transmisión de datos está formado por cinco componentes básicos: emisor, mensaje, receptor, medio y protocolo.

El mensaje es la información o datos a comunicar. El emisor es el dispositivo que envía los datos del mensaje. El receptor es el dispositivo que recibe el mensaje. El medio es el camino físico por el cual viaja el mensaje desde el emisor al receptor. Y finalmente, el protocolo es un conjunto de reglas que gobiernan la transmisión de datos.

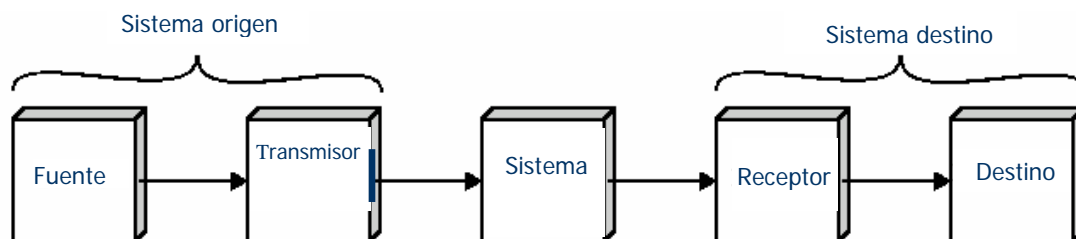
En una comunicación entre dos individuos dotados de terminal de telefonía móvil, el emisor y el receptor serían los dos teléfonos, el mensaje aquello que se quiere comunicar por ejemplo solicitar apuntes de la asignatura, el medio sería el aire, antenas receptoras y/o satélites en su caso, y el protocolo el lenguaje empleado para el entendimiento entre ambos individuos, por ejemplo el castellano.

### 1.1.1. Modelo de comunicaciones

El modelo simplificado de un sistema de comunicaciones consta de un sistema origen que funciona como emisor y de un sistema destino que hace las funciones de receptor. El sistema origen está formado por dos elementos principales llamados fuente y transmisor, y del mismo modo el sistema receptor, también, está formado por dos elementos. En este caso, los elementos se denominan receptor y destino. La fuente es un dispositivo que genera un conjunto de datos a transmitir y el transmisor es un dispositivo que transforma y codifica los datos que se quieren transmitir para adecuarlas al sistema de transmisión empleado. Esto es así porque, en general, la información y datos no se pueden enviar en el mismo formato que la fuente los genera y dependen del sistema de transmisión que puede ser desde una sencilla línea telefónica a una compleja red de distribución inalámbrica de datos. Además hace falta un sistema destino constituido por un elemento receptor capaz de volver a transformar la señal adecuándola de nuevo a un formato inteligible por el dispositivo destino (Figura 1.1a).

Como sistema de comunicaciones simplificado se puede entender el intercambio de información que se produce entre una estación de trabajo o computador personal y un servidor web. En este sencillo sistema, la estación de trabajo funciona como fuente, el MODEM instalado en la estación de trabajo funciona como dispositivo transmisor codificando una secuencia de caracteres, bits de datos, etc. en señales y el sistema de transmisión viene determinado por la compleja red de

telefonía pública. Finalmente, el dispositivo receptor es el MODEM instalado en la máquina servidora que se encarga de volver a transformar la señal transmitida en un conjunto de datos e información adecuada para ser manejada por el destino. Esto es bits o caracteres. En este caso, el destino es el servidor web (Figura 1.1b).



(a) Diagrama general de bloques



(b) Ejemplo

Figura 1-1: Modelo simplificado de comunicaciones.

Pero para entender mejor las funciones básicas involucradas en un sistema de comunicaciones entre computadores personales es importante descomponer a mayor nivel de detalle el esquema mostrado en la Figura 1.1. Supongamos ahora que queremos describir el proceso de transmisión de datos que se produce entre dos computadores personales mediante el empleo de un software de correo electrónico (Figura 1.2). En dicho proceso, inicialmente, el usuario A activa una aplicación de correo electrónico en el PC y construye el mensaje con el dispositivo de entrada teclado. La cadena de caracteres que forma el mensaje se almacena en memoria del PC como una cadena de bits. Cuando el usuario A pulsa enviar, el PC se conecta a algún medio de transmisión por ejemplo una red local o una línea de telefonía, a través de un dispositivo transmisor como una tarjeta de red o un MODEM. La cadena de bits en tal caso, se transmite como una secuencia de niveles de tensión  $g(t)$  hasta el dispositivo transmisor y a su vez éste la convierte en una señal adecuada al medio físico al que se conecta el dispositivo transmisor. Posteriormente, la señal transmitida es recibida en el dispositivo receptor, que podría ser otro MODEM u otra tarjeta de red. La señal recibida  $r(t)$  puede diferir de la señal transmitida  $s(t)$  debido a perturbaciones, pérdidas, errores, etc. El receptor estima la señal original  $s(t)$  a partir de la recibida  $r(t)$ , obteniendo una cadena de bits  $g'(t)$ . Estos bits se envían al PC del usuario B donde se almacenan en memoria y posteriormente se presentarán al usuario a través del dispositivo de salida pantalla en formato de cadena de caracteres.

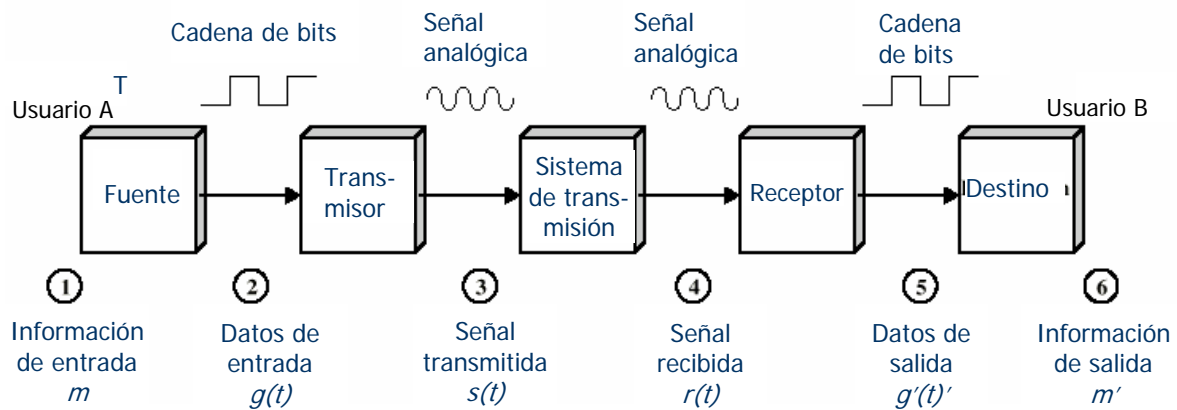


Figura 1-2: Detalle del modelo simplificado de comunicación.

### 1.1.2. Tareas de un sistema de comunicaciones

Para que sea posible llevar a cabo el proceso de transmisión mostrado en la figura 1.2, es necesario considerar una serie de aspectos fundamentales en las comunicaciones de datos en cualquier red de comunicaciones entre computadores.

El primer aspecto a considerar es la necesidad de *implementar un interfaz* para transmitir la información a través del medio, imprescindible para transformar la información en bits. Posteriormente, un segundo aspecto, es la implementación necesaria para la *generación de señales* adecuadas en intensidad y forma para que se puedan propagar por el medio físico escogido en la red de comunicaciones y puedan ser interpretadas por emisor y receptor adecuadamente. Por lo tanto, debe considerarse la implementación de *mecanismos de sincronismo* que determinen cuando emisor y receptor están preparados para enviar o recibir datos. Además de estas tareas, el sistema de comunicaciones requiere de un conjunto de funcionalidades destinadas a la *gestión del intercambio* de datos para determinar los turnos para transmitir o la cantidad de datos a transmitir. Por otro lado, como se vio en la figura 1.2, es posible que la señal recibida no sea exactamente igual a la señal transmitida por ejemplo porque se hayan producido perturbaciones que hayan provocado errores en la transmisión. En tal caso, otro aspecto a considerar es la implementación de funcionalidades que permitan la *detección y corrección de errores* si fuera necesario. Conviene destacar que es común en muchas ocasiones conectar dispositivos en una red de comunicaciones de distintas velocidades, y que en muchos casos algunos dispositivos emisores son capaces de enviar datos a mayor velocidad que los receptores procesarlos. En estos casos, se producen problemas de congestión y saturación, por lo tanto otro aspecto a tener en cuenta es la implementación de funciones que permitan *controlar el flujo de intercambio de datos*.

Además, y como no podía ser de otra manera, para que haya comunicación entre dos computadores personales es imprescindible desarrollar *mecanismos de direccionamiento y encaminamiento* para asegurar que el mensaje que se quiere enviar desde emisor es recibido en receptor y se ha hecho llegar por el mejor camino posible.

Todos y cada uno de estos aspectos constituyen las funcionalidades básicas o tareas que debe implementar cualquier sistema de comunicaciones entre ordenadores y algunas de ellas serán comentadas a lo largo de la asignatura en los próximos temas. No obstante, no son las únicas tareas

que puede realizar un sistema de comunicaciones. En muchos casos, estas tareas se amplían considerando funciones de recuperación por ejemplo cuando la comunicación se ve interrumpida inesperadamente (Ej. Fallo durante la descarga de un fichero), funciones de seguridad (Ej. Comprobación de direcciones para evitar suplantación de emisor o receptor), funciones de gestión de red (Ej. Monitorizar el estado de una red, tráfico, etc.), etc.

### 1.1.3. Objetivos de las redes

La implantación de una red de comunicaciones ya sea entre computadores personales en una empresa o negocio tiene como finalidad:

- Compatir recursos como pueden ser impresoras, discos duros o sistemas de archivos.
- Aumentar la tolerancia a fallos: Distribuyendo la información almacenada, o empleando distintos caminos para evitar la pérdida de datos en caso de que algunas máquinas fallen.
- Reducir el coste monetario: Los dispositivos compartidos reducen la inversión económica.
- Potenciar la globalización: Ser capaces de comunicar a cualquier punto de mundo empleando oficinas remotas conectadas en red.
- Acceder a información remota empleando servidores de ficheros, servidores de hipertexto, etc.
- Comunicación persona a persona o grupos de personas haciendo uso de mensajería instantánea, correo electrónico, videollamadas, etc.

## 1.2. Tipos de redes y topologías

---

Anteriormente, se ha definido una red como un conjunto de dos o más dispositivos autónomos con la capacidad de interconectarse mediante un enlace de un medio físico. Un enlace no es otra cosa que el medio de comunicación físico que transfiere los datos de un dispositivo a otro. Si se entiende el enlace desde un punto de vista gráfico como una línea que une dos puntos, donde cada punto representa un dispositivo, se pueden clasificar las redes en varios tipos *en función del tipo de conexión al enlace*:

- *Redes de difusión o multipunto*: Cuando varios dispositivos comparten el mismo enlace. En este tipo de redes, es posible enviar un mismo mensaje a todas las máquinas (Se conoce como mensaje de broadcast) o a un conjunto de máquinas (Se conoce como multicast).
- *Redes punto a punto*: Cuando dos dispositivos tienen un enlace directo entre ellos. En este caso un mensaje puede tener que visitar multitud de máquinas hasta llegar a su destino.

Esta manera de clasificar las redes también se conoce como clasificación en función de la tecnología de transmisión.

### 1.2.1. Clasificación según topología física

Las redes también se pueden clasificar de acuerdo a su **topología física**. La topología física define la representación geométrica de todos los enlaces de una red y los dispositivos físicos que se enlazan entre sí. Las topologías más conocidas son: bus, anillo, estrella y malla (Figura 1.3).

- Una topología en *bus* es una configuración donde un único enlace conecta todos los dispositivos de la red constituyendo una red en forma de tronco.
- Una topología en *anillo* es una topología de red donde cada dispositivo tiene una línea de conexión punto a punto dedicada únicamente con los dos dispositivos adyacentes.
- Una topología en *estrella* es aquella en la que cada dispositivo sólo tiene un enlace punto a punto dedicado con un controlador central habitualmente llamado concentrador.
- Una topología en *malla* es una configuración en la que cada dispositivo tiene un enlace punto a punto dedicado con cualquier otro dispositivo. El término dedicado indica que el enlace sólo conduce el flujo de datos entre los dispositivos que interconecta.

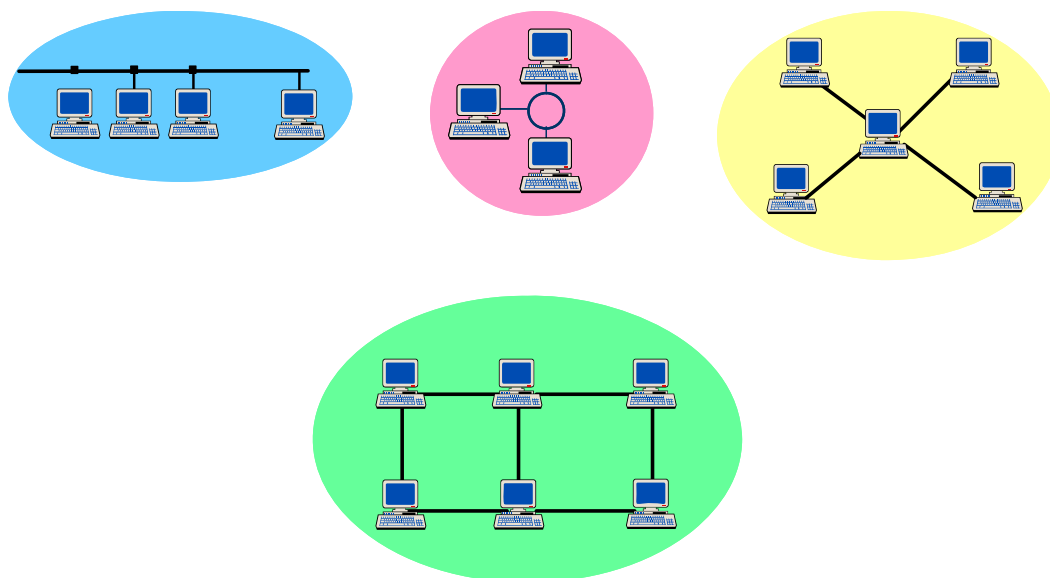


Figura 1-3: Topologías físicas de redes de computadores.

La topología en malla ofrece varias ventajas respecto al resto de topologías de red. Así, la topología en malla proporciona una mayor tolerancia a fallos y fiabilidad. El uso de enlaces dedicados garantiza que cada conexión transporte únicamente los mensajes entre los dispositivos que interconecta, eliminando el problema de que en caso de fallo se pierdan todos los datos que transporta la red, ya que sólo se perderán los que transporta ese enlace. Además, se puede evitar los enlaces que han tenido fallos o problemas de tráfico y, por otro lado, es fácil para el administrador de la red localizar y detectar las causas de la pérdida y dar soluciones a éstas. También cabe destacar que estas redes, por su topología, tienen la ventaja de la privacidad y seguridad ya que únicamente pueden acceder a un mensaje, que es transportado por un enlace determinado, los dispositivos conectados a él. Pero no obstante, la topología en malla también sufre de ciertas desventajas relacionadas principalmente con la cantidad de cable y el número de dispositivos de interconexión (puertos de entrada y salida necesarios). Esto obliga a costes monetarios elevados, a limitaciones de espacio disponible y a dificultades en la instalación y reconfiguración de la red.

Para evitar estos problemas, se hace más adecuado en algunas ocasiones la instalación de redes estrella cuyo coste es más barato que la red en malla. En una topología en estrella, cada dispositivo necesita sólo de un enlace de un puerto de entrada y salida para conectarse a un nodo concentrador, por lo tanto esto hace que se facilite la instalación y reconfiguración de la red, además de reducir el número de cables y conexiones. La red en estrella también se caracteriza por la robustez y tolerancia a fallos, ya que si falla un enlace solamente afecta a los dispositivos conectados a ese enlace, permaneciendo todos los demás enlaces activos. El principal problema radica en caso de que falle el concentrador, en cuyo caso todos los enlaces de la red fallaran.

Al igual que en la topología en malla, la topología en estrella requiere gran cantidad de cableado. Otras topologías como el bus o el anillo reducen la cantidad de éste. Por ejemplo, la topología en bus tiene la principal ventaja de la sencillez de instalación. Sin embargo, se caracteriza también por su dificultad para su reconfiguración (añadir o quitar equipos) o localizar y detectar fallos. Además, en topologías en bus, la rotura del cable del bus provoca la imposibilidad de transmisión entre cualquier dispositivo de la red.

Finalmente, comentar de la topología en anillo que es fácil de instalar y de reconfigurar. También destaca porque los fallos son localizables fácilmente. Siendo su principal desventaja, la limitación de número de dispositivos y longitud del anillo que une los distintos dispositivos, así como el tráfico que es del tipo unidireccional siempre en un sentido del anillo.

En la actualidad es frecuente encontrarse con redes de *topología híbrida*, es decir de redes que entremezclan varias topologías convencionales. Así se puede tener varias redes con topología en bus que se unen a un concentrador formando una topología en estrella.

## 1.2.2. Clasificación según escala geográfica

Por otro lado, en la actualidad y sobre todo desde el punto de vista de negocio, las redes se pueden clasificar en tres categorías dependiendo de la *escala geográfica* de su implantación. Así, en función de su extensión geográfica se disponen de redes: LAN, MAN y WAN.

- Las Redes de *Área Local* (LAN, Local Area Network)
- Las Redes de *Área Metropolitana* (MAN, Metropolitan Area Network).
- Las Redes de *Área Extendida* (WAN, Wide Area Network).

En la Figura 1-4 se muestran algunas de las características que determina el diseño de una red como red LAN, MAN o WAN.

	LAN	MAN	WAN
<b>Espacio Geográfico</b>	Edificio o campus	Ciudad o Región	País o Continente
<b>Propiedad</b>	Entidad Privada	Privada o Pública	Privada o Publica
<b>Velocidades</b>	[10Mbps, 10Gbps]		
<b>Topologías físicas más usadas</b>	Bus, Anillo, Estrella		<LAN
<b>Ejemplos</b>	Red Ethernet con impresora compartida y base de datos compartida.	Televisión por cable Redes xDSL entre LANs.	Redes ATM, Frame Relay, X.25.

Figura 1-4: Escala geográfica.





## 1.3. Arquitectura de red

Una *arquitectura de red* se puede definir como el conjunto de capas y protocolos que constituyen un sistema de comunicaciones. Cada capa o nivel es un consumidor de servicios ofrecidos por el nivel inferior y proveedor de servicios del nivel superior. Además cada capa se implementa mediante un conjunto de entidades. Se entiende como *entidades*, aquellos elementos de un nivel que dialogan con otros elementos del mismo nivel y se entiende como *servicio* un conjunto de funciones.

La comunicación entre entidades de una misma capa, en distintos dispositivos, es gobernada por un conjunto de reglas denominadas *protocolos*. Sin embargo, si la comunicación se produce entre entidades de capas distintas de un mismo dispositivo, al conjunto de reglas que gobiernan dicho intercambio de información se le denomina *interfaz* (Figura 1.6).

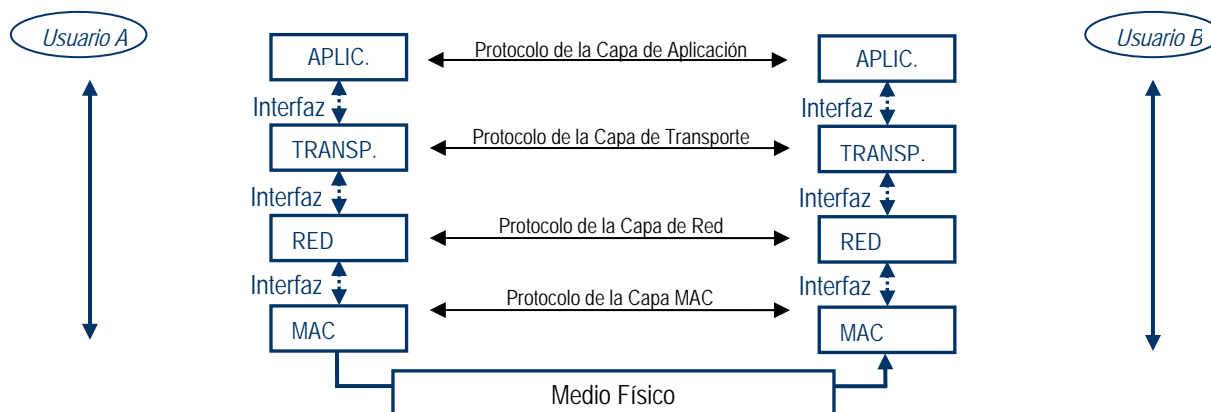


Figura 1-6: Modelo de comunicación horizontal y vertical entre dos dispositivos.

Una arquitectura estratificada en capas permite definir funciones específicas en un sistema grande y complejo. Cuando un sistema tiene una estructura estratificada es mucho más fácil realizar modificaciones en una parte de éste sin que estas modificaciones obliguen a modificar todo el sistema. Así es más fácil añadir funcionalidades, eliminarlas o actualizarlas con nuevas modificaciones. Un ejemplo de arquitectura diseñada e implementada en capas es la arquitectura que permite el manejo de un PC. Así un PC, se puede definir como una arquitectura estratificada en niveles, dónde se dispone de un hardware, un firmware para acceder a los dispositivos software vía un software de bajo nivel específico, un software de aplicación de procesos como es el sistema operativo que se encarga de gestionar la interacción entre dispositivos, memoria y procesos. Y finalmente un software de servicios, formado por las aplicaciones de usuario (Figura 1.7).

Existen dos arquitecturas de red que han sido fundamentales en el desarrollo de estándares de comunicaciones. Se trata de los modelos de referencia TCP/IP y OSI/ISO. El modelo de referencia OSI (Open System Interconexion) es una normativa internacional de la ISO (Internacional Standards Organization). El modelo de referencia TCP/IP constituye, hoy por hoy, la arquitectura de red más empleada en cualquier sistema de comunicaciones que requiera interconexión entre sistemas diversos. En ambos casos, ambas arquitecturas de red se organizan en un conjunto de capas. Así el modelo de referencia OSI/ISO se compone de siete capas y el modelo de referencia TCP/IP en cuatro una de las cuales se subdivide en 2 capas hasta constituir las 5 capas mostradas en la Figura 1.7.

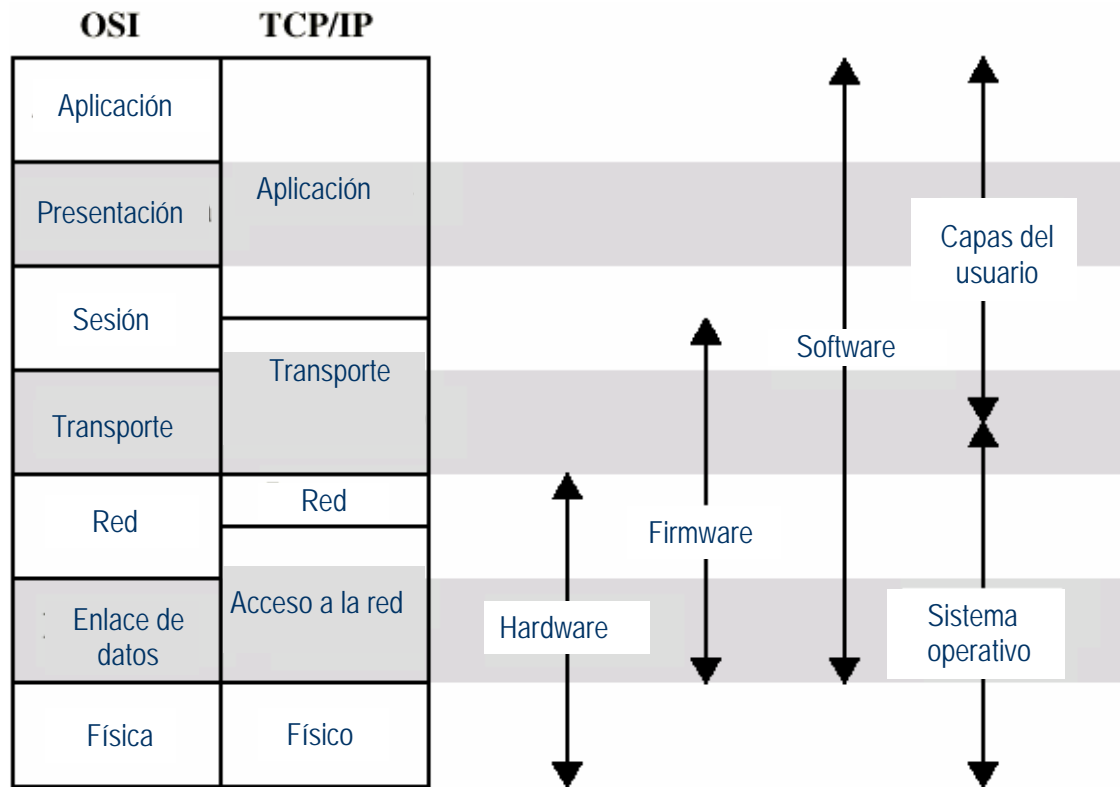


Figura 1-7: Comparación sobre distintas arquitecturas estratificadas en capas.

En una arquitectura de red estratificada en capas, existe un conjunto de protocolos por cada capa, por ejemplo el modelo de referencia TCP/IP soporta los siguientes protocolos:

- Nivel Físico y Acceso a red: Ethernet, Token Ring, Inalambrica 802.11g, etc.
- Nivel de Red: IP y protocolos de soporte ARP, RARP, ICMP, IGMP, etc.
- Nivel de Transporte: TCP, UDP, etc.
- Nivel de Aplicación: HTTP, FTP, DNS, SNMP, Telnet, etc.

Un protocolo en función del nivel que lo implementa se puede encargar de tareas tan diversas como: direccionamiento (IP, Ethernet, etc.), Control de errores (Ethernet, TCP, etc.), Multiplexación y Demultiplexación (RDSI, etc.), Codificación (Ethernet, Token Ring, etc.), Encriptación (SSL, TSL, etc.), etc.

Pero, ¿cómo se produce el flujo de información y la comunicación entre las distintas capas de una arquitectura de red de un dispositivo? y ¿cómo se produce el intercambio de información entre arquitecturas de dos dispositivos distintos (emisor y receptor)? (Figura 1.6). Para dar respuesta a la primera de las preguntas conviene introducir varios conceptos abstractos: La unidad de datos de protocolo o *PDU*, la unidad de datos de interfaz o *IDU*, la información de control de interfaz o *ICI*, la unidad de datos de servicio o *SDU* y el punto de acceso a los servicios o *SAP* que es un identificador único (Figura 1.8)

Supóngase ahora que se produce flujo de información para una comunicación vertical entre dos capas adyacentes de una arquitectura de red. Se entiende por capas adyacentes, capas contiguas de un mismo dispositivo. Por ejemplo, un usuario emisor a través de software de aplicación quiere redactar un correo electrónico para enviarlo a otro usuario de la red (receptor). Si se sabe que el número de capas de la arquitectura es un valor genérico  $n$ , se requiere que cada capa de nivel superior acceda a los servicios de la capa de nivel inferior para transmitir la información entre capas a través del SAP. Así, la capa de nivel superior  $n+1$  necesita acceder a la capa de nivel inferior  $n$  para enviar un

paquete de datos IDU (IDU porque la comunicación es entre entidades de capas distintas). La IDU que se recibe en el nivel  $n$ , se compone de dos unidades de datos, la SDU procedente del nivel  $n+1$  y la ICI que ha añadido el mismo nivel  $n+1$  antes de enviarla al nivel  $n$  (Figura 1.8).

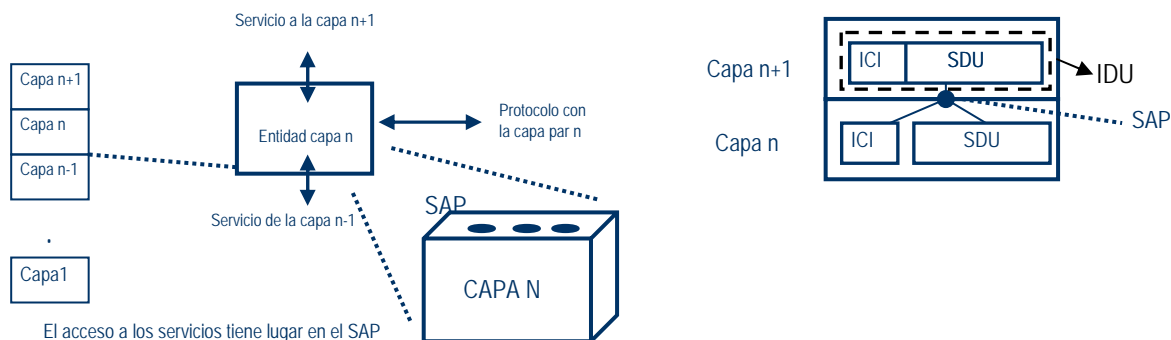


Figura 1-8: Elementos que intervienen en la transferencia de información entre dos capas.

Cuando la capa  $n$  recibe el IDU de la capa  $n+1$ , ésta elimina la cabecera ICI de la IDU quedándose únicamente con la SDU que encapsula. A esa SDU procedente de la capa  $n+1$  le añade una cabecera PCI propia de la capa  $n$ . Este nuevo bloque de datos que se ha formado en la capa  $n$  constituye la PDU de la capa  $n$ . Posteriormente, si la capa  $n$  quiere transmitir los datos a la capa  $n-1$ , añadirá a esta PDU de la capa  $n$ , la ICI de la capa  $n$ . Por lo tanto la PDU de la capa  $n$  no es más que la SDU de la capa  $n$  que se enviará a la capa  $n-1$ . Y así, el proceso se irá repitiendo hasta alcanzar la capa de más bajo nivel (Figura 1.9).

Para dar respuesta a la segunda de las preguntas formuladas conviene observar el esquema de la figura 1.10, donde se muestra el encapsulamiento de información entre capas de un mismo dispositivo y el sentido del flujo de datos entre distintas capas y entre distintos dispositivos. El proceso que se sigue para realizar el intercambio de información entre entidades de distintas capas es el mostrado en la figura 1.9 que ya ha sido comentado anteriormente.

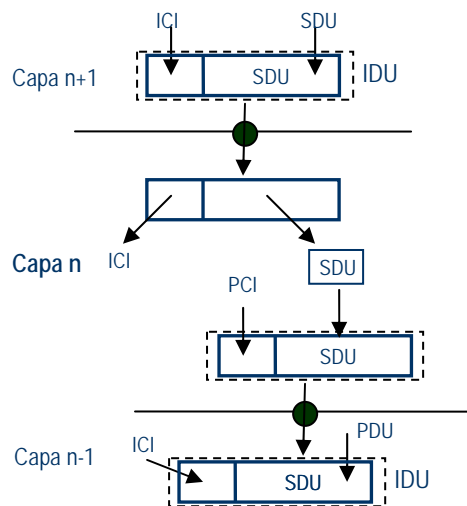


Figura 1-9: Transferencia de información entre capas.

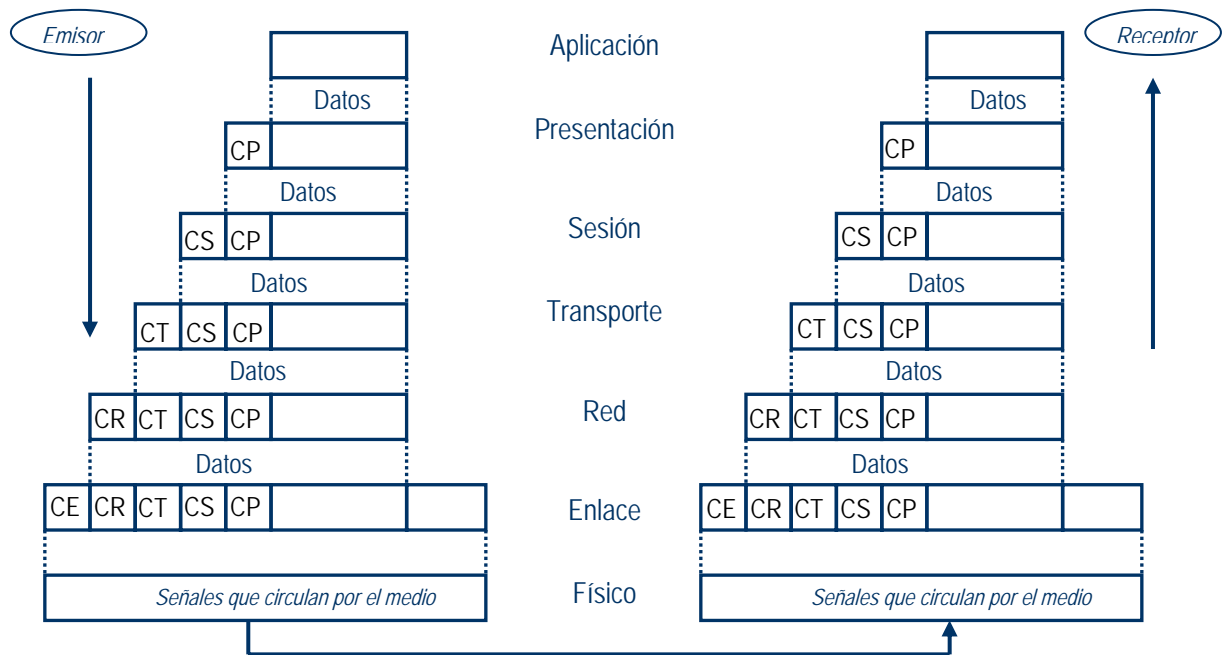


Figura 1-10: Comparación sobre distintas arquitecturas estratificadas en capas.

### 1.3.1. Modelo de referencia OSI/ISO

La ventaja de los modelos de referencia para las arquitecturas de red radica en que suponen un principio de normalización necesario para permitir la interoperabilidad entre equipos que se quieren comunicar. El inconveniente es que cualquier proceso de estandarización tiende a congelar la tecnología y reduce la implantación de nuevos desarrollos futuros.

Como se ha comentado anteriormente, el modelo de referencia OSI consta de siete capas. De la capa más alta a la más baja estas son: Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte, Red, Enlace de datos y Física.

- **Nivel Física:** Se encarga de la transmisión de cadenas de bits de datos a lo largo de un canal de comunicación soportado por un medio físico. En el se definen las especificaciones mecánicas y eléctricas según el medio de transmisión para que sea posible la comunicación. Es en este nivel donde se establece el modo y tecnología de transmisión, se define la topología física empleada, mecanismos de sincronización entre emisor y receptor, la representación de los bits mediante técnicas de codificación, etc.
- **Nivel de Enlace:** Se encarga de conseguir una transmisión entre estaciones de un mismo enlace sin que haya errores. Hace que el nivel físico aparezca ante el nivel de red como un medio libre de errores. Este nivel es el responsable del movimiento de datos entre dispositivos. Así, es función de este nivel organizar los datos en bloques de datos denominados tramas, controlar el flujo de información, el direccionamiento físico, control de acceso al medio y control de errores. Todas y cada una de estas funciones se comentarán más en profundidad en posteriores temas (ver Bloque III de la asignatura y práctica 1).
- **Nivel de Red:** Se encarga de manejar los bits de datos en bloques denominados paquetes. Además tiene como función gestionar el encaminamiento de dichos paquetes a través de la red. Mientras que el nivel de enlace supervisa la entrega de

bloques de datos (en este nivel llamados tramas) entre dos dispositivos unidos por un enlace, el nivel de red asegura la entrega de bloques de datos (en este nivel llamados paquetes) entre dos dispositivos cualesquiera unidos por enlaces distintos (ver Bloque IV de la asignatura y prácticas 1-2).

- Nivel de *Transporte*: Es el responsable de la entrega de un mensaje completo (el mensaje está compuesto por todos los bits de datos organizados en paquetes) entre dos procesos (extremo a extremo), uno en el emisor y otro en el receptor (origen y destino). Es por lo tanto, en el nivel de transporte del emisor donde un mensaje se divide en un conjunto de bloques de datos llamados segmentos y se reensambla posteriormente en el nivel de transporte del receptor hasta volver a constituir el mensaje. También, es en este nivel donde se establecen controles de conexión, controles de flujo extremo a extremo y controles de errores extremo a extremo (ver práctica 3 de la asignatura).
- Nivel de *Sesión*: Las funcionalidades y servicios implementados en los cuatro primeros niveles no son suficientes para algunos procesos, por este motivo el nivel de sesión tiene como finalidad establecer, mantener y sincronizar la interacción entre sistemas de comunicación. Gracias a este nivel, es posible establecer diversas sesiones entre máquinas o insertar puntos de verificación en el flujo de datos, conceptos ampliamente empleados en procesos de descarga de ficheros peer to peer.
- Nivel de *Presentación*: Es la capa que se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información y datos que se transmiten. En este nivel se implementan funciones de criptografía para asegurar la privacidad de los datos transmitidos, funciones de compresión para reducir el número de bits a transmitir y funciones de traducción para adecuar el formato de representación de la información de modo que sea inteligible por emisor y receptor.
- Nivel de *Aplicación*: Es el nivel más alto de la arquitectura, y es el nivel en que interactúan los usuarios (emisor-receptor). Es en este nivel donde se ubica el software, procesos, protocolos o servicios (transferencia de ficheros, correo electrónico, navegadores web, etc.) que se utilizan para enviar los mensajes.

La elección de las siete capas se basó en una serie de criterios entre los que destacan:

- Cada capa debe tener una función de comunicación diferente a la de las otras.
- El número de capas debe ser suficientemente elevado para que éstas sean lo más independientes posible y lo más pequeño posible para que las capas sean de fácil manejo.
- Cada capa debe realizar una función bien definida.
- La función que realiza cada capa debe seleccionarse de modo que minimice el flujo de información entre los interfaces.

### 1.3.2. Modelo de referencia TCP/IP

El modelo de referencia TCP/IP define una arquitectura de comunicaciones estructurada en cuatro niveles o capas.

- Nivel de *Host-Red*: Este nivel se subdivide en dos capas, nivel de *interfaz de acceso a la red* y *nivel físico*. El nivel de interfaz de acceso a la red constituye el nivel software más bajo de la arquitectura TCP/IP. Es esta capa la responsable de añadir a los datos,

información de control para transmitirlos a través de una red específica (bus, anillo, etc.). La segunda de las capas, el nivel físico, define las características físicas y de hardware, es decir tipo de conectores, número de pines de cada conector, especificaciones eléctricas para las señales que se intercambian a través de los pines de los conectores, etc.

- Nivel de *Red*: Es el nivel de interconexión y ésta es la capa encargada de encaminar los datos que forman los mensajes de una máquina a otra, a lo largo de todas las conexiones que hacen posible la comunicación entre emisor y receptor.
- Nivel de *Transporte*: Este nivel intermedio que proporciona mecanismos para regular adecuadamente el intercambio de mensajes entre procesos del dispositivo emisor y procesos del dispositivo receptor, asegurando que los datos que constituyen dichos mensajes se entregan libres de errores, en orden y sin pérdidas ni duplicaciones.
- Nivel de *Aplicación*: Es el nivel más alto de la arquitectura, y es el nivel en que interactúan los usuarios (emisor-receptor). Es en este nivel donde se ubica el software, procesos, protocolos o servicios (transferencia de ficheros, correo electrónico, navegadores web, etc.) que se utilizan para enviar los mensajes.