

LA ARQUITECTURA DE LAS COMUNICACIONES

• CONCEPTOS PREVIOS

Las palabras *protocolo* y *arquitectura* tienen una especial importancia en comunicaciones. Estos términos se-rán utilizados frecuentemente a partir de ahora; por tanto, merece la pena aclarar con precisión qué deberemos entender cuando nos refiramos a estos términos.

• La Organización de los ordenadores en red

Cuando se habla de comunicaciones existe una gran con-fusión entre los diferentes tipos de sistemas de organiza-ción de las redes, confusión que se ha extendido incluso en la literatura técnica. Vamos a aclarar algunos de estos conceptos. Para ello tomaremos ejemplos informáticos donde los equipos emisores y receptores serán ordenado-res con capacidad de mantener una comunicación. En una primera aproximación, llamaremos *host* o nodo a un orde-nador con capacidad de interactuar en red, capaz de alojar algún tipo de servicio de red. Técnicamente no es preciso afirmar que host y nodo sean lo mismo, pero se hace así en el lenguaje coloquial de la Telemática.

A) Sistemas aislados y temporalmente remotos

Un sistema aislado es un ordenador incapaz de comuni-carse con el exterior por vía telemática.

A cada sistema se le añade el software y el hardware necesario para poder operar en red, aunque actualmente muchos fabricantes los proporcionan de serie. Un ordenador con recursos telemá-ticos de comunicación es mucho más flexible y adquiere una mayor capacidad de acción que un sistema totalmente aislado.

En ocasiones, los sistemas aislados pueden efectuar conexiones temporales, normalmente a través de redes públicas, para efectuar intercambios de información con el exterior. De este modo, el sistema está conectado sólo temporalmente y se dice que este sistema está realizando conexiones remotas. Este tipo de sistema remoto de red está proliferando actualmente, por ejemplo, en las conexio-nes remotas particulares a Internet a través de empresas que ofrecen estos servicios telemáticos. Las estaciones de los usuarios sólo pertenecen a la red cuando se produce la conexión. (Ej. Ordenadores con Gíreles)

B) Redes de ordenadores

Un segundo modo de interconectar ordenadores es la so-lución de red, donde distintos equipos se conectan a través de redes de datos, pero sin perder su identidad propia. Si un usuario solicita un servicio a una red de ordenadores debe presentarse en una máquina concreta y solicitar un servicio concreto. La red distingue to-dos y cada uno de los equipos. Esta es la situación más normal en la actualidad desde el punto de vista del modo de instalación de los equipos en la red.

C) Sistemas distribuidos

Un sistema distribuido está compuesto por una red de or-denadores, pero tiene una peculiaridad especial: la exis-tencia de múltiples ordenadores en la red es totalmente transparente al usuario. Por ejemplo, se puede ejecutar una operación en la red y ésta nos devuelve los resultados sin saber a ciencia cierta – ni nos interesa – qué or-denador de todos los de la red ha atendido nuestra peti-ción. En este caso la red se comporta como un sistema que gestiona todos los recursos de los ordenadores que posee.

• El protocolo de comunicaciones

Un protocolo es un conjunto de reglas perfectamente or-organizadas y convenidas de mutuo acuerdo entre los parti-cipantes en una comunicación y su misión es regular al-gún aspecto de la misma.

Es habitual que los protocolos se ofrezcan como nor-mativas o recomendaciones de las asociaciones de están-dares. Los fabricantes que se ajustan a estas normativas tienen la seguridad de ser compatibles entre sí en aquellos aspectos regulados por el protocolo.

2.1.3 El concepto de capa o nivel

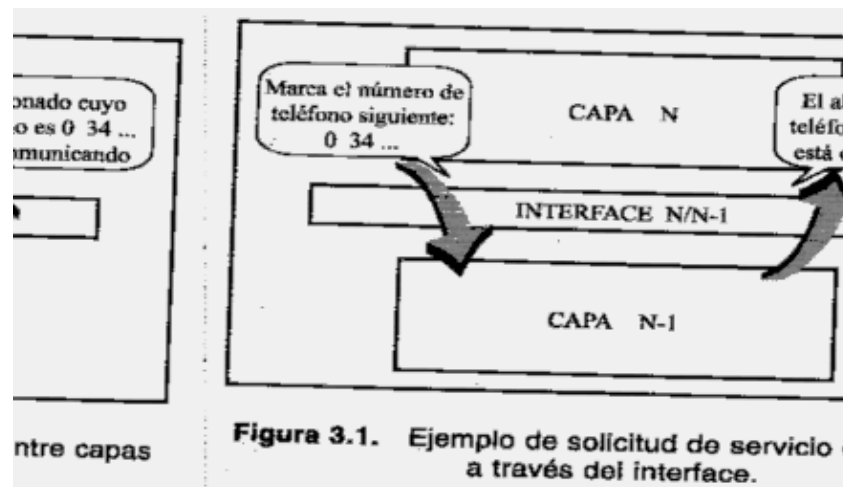
Con el fin de simplificar la complejidad de cualquier red, los diseñadores de redes han convenido estructurar las di-ferentes funciones que realizan y los servicios que pro-veen en una serie de **niveles o capas**.

Las capas están jerarquizadas y cada una se construye sobre su predecesora. El número de capas y sus servicios y funciones es variable según el tipo de red. Sin embargo, en cualquier red, la misión de cada capa es proveer servi-cios a las capas superiores haciendo transparente el modo en que esos servicios se llevan a cabo. De esta manera, cada capa debe ocuparse exclusivamente de su nivel in-mediatamente inferior, a quien solicita servicios, y del ni-vel inmediatamente superior, a quien devuelve resultados.

2.1.4. El interface entre capas

Hemos afirmado que dos capas consecutivas mantienen relaciones, es más, estas relaciones son las únicas que existen en las redes estructuradas como sucesión de capas. Esto nos lleva a definir el modo en que cada capa negocia los servicios y se comunica con las capas adyacentes. Llama-mos **interface** de capa a las normas de intercomunicación entre capas.

El interface, entendido como la definición de los servi-cios y operaciones que la capa inferior ofrece a la superior, se gestiona como una estructura de primitivas. Las primi-tivas son llamadas entrantes o salientes en cada una de las capas que sirven para solicitar servicios, devolver resultados, confirmar las peticiones, etc. Estas primitivas siguen una estricta regla sintáctica.



2.1.5. La arquitectura de una red

La arquitectura de una red es el conjunto organizado de capas y protocolos de la misma. Esta organización de la red debe estar suficientemente clara como para que los fabricantes de software o hardware puedan diseñar sus productos con garantía de que funcionarán en comunica-ción con otros equipos que sigan las mismas reglas.

Como se puede observar, no se han incluido en la arquitectura los interfaces. Ello es debido a que la estructura de capas los oculta totalmente. Un interface concreto requiere ser conocido exclusivamente por las dos capas adyacentes a las que separa.

2.1.6. Los sistemas abiertos

El concepto de sistema abierto fue propuesto inicialmente por la **ISO** (*International Standards Organization*) como el que está compuesto por uno o más ordenadores, el software asociado, los periféricos, los procesos físicos, los medios de transmisión de la información, etc., que constituyen un todo autónomo capaz de realizar un tratamiento de la información.

En un segundo estadio, más avanzado, lo volvió a redefinir como un sistema capaz de interconectarse con otros de acuerdo con unas normas establecidas. Por tanto, la interconexión de sistemas abiertos OSI (*Open Systems Interconnection*) se ocupará del intercambio de información entre los mismos. Su objetivo será la confección de una serie de normas que permitan la intercomunicación de estos sistemas.

• EL MODELO ARQUITECTÓNICO DE LAS CAPAS DE RED

A continuación procederemos a describir brevemente los componentes de cualquier arquitectura de red basada en el modelo de capas

En la Figura observamos que los interfaces proporcionan los puntos de acceso a los diferentes servicios que cada capa provee y se diferencian entre sí por las funciones que desempeña en el proceso de la comunicación. La capa N puede solicitar servicios a la capa $N - 1$. Del mismo modo, la capa $N + 1$ sólo puede solicitar servicios de la capa N . La primera es una excepción, pues no tiene ninguna otra por debajo a quien solicitar servicios: fundamentalmente se encarga de operar con los medios de transmisión.

Si se cambia algo en la capa N , ninguna otra capa se sentirá afectada siempre que se conserven las estructuras de los interfaces $N/N - 1$ y $N + 1/N$. Esta es la gran ventaja de la arquitectura de capas: es muy poco sensible a los cambios tecnológicos que se producen por evolución en las funciones y en los servicios de las redes.

Esto hace que las redes configuradas, según un modelo de capas, sean enormemente flexibles.

El proceso de comunicación se produce entre las capas equivalentes de dos hosts distintos. La información y, con ella, la petición de servicios, va descendiendo por la estructura de capas del host emisor hasta que en el nivel más bajo –transmisión física de la señal, la información pasa al host receptor. A partir de aquí se inicia el viaje ascendente hasta llegar a la capa equivalente en el host de destino de la capa que inició el servicio en el host emisor.

Al nodo emisor le parece que la comunicación se ha producido en un nivel alto, quiere pensar que ha establecido una conversación utilizando unas reglas de alto nivel para enlazar con la capa equivalente – de alto nivel – en el nodo destinatario. Sabemos que no es así, que realmente la comunicación ha descendido hasta el nivel más bajo. Pero, tanto para el emisor como para el receptor, todo este proceso ha sido transparente y esto era lo que se pretendía.

Por ejemplo, al utilizar servicios de disco remoto desde un servidor de discos en una red, las unidades remotas se abren virtualmente: al usuario le parece que los discos están situados en su propia máquina, cuando realmente están al otro lado de la red. El software de red se encarga de efectuar esta transparencia.

Se dice que la capa N de un host emisor se comunica con la capa N de un receptor a través de un protocolo de capa N . El protocolo de capa N enmascara el proceso desencadenado en las capas de nivel inferior: no nos interesa lo que ocurre en esas capas; el procedimiento es transparente para la capa N .

Se puede aclarar la idea de la división en niveles utilizando una analogía relativamente fácil de entender. Supongamos dos estaciones científicas instaladas en la Antártida, en una de ellas hay un científico español y en la otra uno francés, cada uno de los cuales no conoce más que su idioma y necesitan realizar el intercambio de informaciones sobre sus experimentos. Por otra parte, la única posibilidad de comunicación entre las estaciones es a través de un enlace de microondas, utilizando el código morse que se transmitirá de una estación a la otra por medio de sus correspondientes emisores / receptores de señal. Además, los radiotelegrafistas que hacen posible la comunicación son ingleses y ninguno de ellos conoce el idioma de su científico, por lo que será necesario utilizar en cada estación un intérprete de castellano / inglés para la primera estación y de francés / inglés para la segunda.

El científico español desea transmitir un dato al científico francés y para ello, le ofrece el mensaje en castellano (nivel 3), el traductor de castellano / inglés lo recibe trasladándolo al inglés (nivel 2), por último el radiotelegrafista recibe el mensaje y lo traduce a código Morse (nivel 1) transmitiéndolo a la otra estación (medio físico) donde, el otro radiotelegrafista lo interpretará trasladándolo al inglés (nivel 1) y ofreciéndoselo al intérprete de inglés / francés (nivel 2) quien, a su vez lo traducirá al francés ofreciéndoselo al científico francés (nivel 3) con lo cual la transmisión del mensaje queda finalizada.

Otro ejemplo claro para entender la comunicación por niveles puede ser el envío de una carta a un amigo, donde vamos a considerar siete niveles para conseguir la transmisión del texto que queremos enviar.

- El nivel 7 lo constituirá el texto escrito sobre el papel.
- El nivel 6 estaría formado por el sobre y el franqueo correspondiente.
- El nivel 5 será el conjunto de acciones para echar la carta al correo.
- El nivel 4 estará constituido por las acciones de clasificación de la oficina de correos.
- El nivel 3 está formado por la ruta asignada para que la carta llegue a su destino.
- El nivel 2 lo formarán las distintas escalas que realizará la carta hasta llegar a su destino.
- El nivel 1 lo formará el medio físico que transporta la carta (por ejemplo el tren).

En una red teleinformática, lo que realmente pretendemos es comunicar aplicaciones que se ejecutan en distintos sistemas. Por ejemplo, enviar un archivo de un sistema a otro, transmitir un mensaje de un usuario a otro, o distribuir funciones entre una computadora personal y una computadora central. El nivel superior de una arquitectura estructurada proporciona los servicios necesarios para la comunicación entre aplicaciones y se denomina, por ello, Nivel de Aplicación.

• EL MODELO DE REFERENCIA OSI

OSI es el nombre del modelo de referencia de una arquitectura de capas para redes de ordenadores y sistemas distribuidos que ha propuesto la ISO como estándar de inter-conexión de sistemas abiertos.

• Conceptos previos en el modelo OSI

- **Entidades.** Se llama así a los elementos activos que se encuentran en cada una de las capas. Hay entidades de software como procesos y entidades hardware como chips encargados de hacer la entrada y salida de datos. A las entidades de la misma capa, residentes en distintos nodos, se les llama entidades pares o iguales.
- **Punto de acceso al servicio SAP.** Los SAP son los puntos en los que una capa puede encontrar disponibles los servicios de la capa inmediatamente inferior. Cada SAP tiene una dirección que le identifica y por la que se invoca el servicio. Por ejemplo, en el sistema postal, los SAP serían equivalentes a las direcciones postales de cada uno de los domicilios.
- **Unidad de datos del interfaz IDU.** Es el bloque informativo que la entidad de capa N pasa a la

entidad correspondiente de la capa N-1 a través del interface N/N-1.

- **Unidad de datos del servicio SDU.** Cada IDU está compuesto de un campo con información para el control del interface (campo ICI) y de un segundo campo llamado SDU, que es la información que se pasa a través de la red a la entidad par, es decir, a su equivalente en el host destinatario.
- **Unidad de datos del protocolo PDU.** La información del SDU no siempre se puede transmitir en directo. A veces hay que fraccionarlo porque su tamaño no es adecuado para la transmisión directa y además siempre habrá que ponerle alguna cabecera con información de control. A este campo SDU más la cabecera de control se le llama PDU. Si estamos operando en la capa N, el PDU recibe el nombre de N-PDU. Los N-PDU son las unidades de intercambio entre las entidades pares de capa N de dos nodos utilizando su protocolo de capa N.

Las cabeceras que cada capa añade a los datos que le llegan de su capa inmediatamente superior llevan la información de control necesaria para el interface y para la propia capa. Por ejemplo, si deseamos enviar un mensaje en papel y es necesario segmentarlo en diversas porciones, cada trozo deberá ir acompañado de una etiqueta identificativa con el fin de poder reconstruir el mensaje original en el destino. La información de numeración de estas etiquetas podría ser la cabecera de cada porción.

2.3.2. La estructura de capas en OSI

El modelo de referencia OSI propone una arquitectura de siete capas o niveles, cada una de las cuales ha sido diseñada teniendo en cuenta los siguientes factores:

Una capa se identifica con un nivel de abstracción, por tanto, existen tantas capas como niveles de abstracción sean necesarios.

Cada capa debe tener una función perfectamente de-finida.

La función de cada capa debe elegirse de modo que sea posible la definición posterior de protocolos internacionalmente normalizados.

Se disminuirá al máximo posible el flujo de información entre las capas a través de los interfaces.

Las capas serán tan numerosas como sea necesario para que dos funciones muy distintas no tengan que convivir en la misma capa.

Los nombres que reciben estas siete capas (Figura 3.5) son, de menor a mayor nivel: física, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

El modelo OSI no especifica cómo son los protocolos de comunicaciones, no es una verdadera arquitectura, sencillamente recomienda la manera en que deben actuar las distintas capas. No obstante, la ISO ha recomendado normas para protocolos en cada una de las capas. Estrictamente hablando, estas normas o realizaciones concretas de los protocolos no pertenecen al modelo OSI; de hecho, se han publicado como normas internacionales independientes.

2.3.3. La comunicación entre capas

El diálogo entre las diferentes capas se realiza a través del interface existente entre ellas. Esta comunicación está perfectamente normalizada en forma de un sistema de llamadas y respuestas que OSI denomina primitivas. De este modo, cada servicio está nominado por un SAP que le identifica unívocamente dentro de cada interface y un conjunto de operaciones primitivas, al servicio de la capa superior, utilizadas para solicitar

los servicios a que se tienen acceso desde cada SAP.

OSI define cuatro primitivas fundamentales detalladas en la Tabla.

El nombre de cada primitiva fundamental consta de un literal precedido por un punto. La primitiva de un servicio se construye escribiendo el nombre del servicio o función (normalmente en mayúsculas) seguido por un punto y por la primitiva fundamental. No todos los servicios tienen necesidad de las cuatro primitivas fundamentales. Veamos el caso particular de una comunicación de datos por teléfono.

En esta tabla se puede observar el orden de ejecución de diez primitivas para la realización de una conversación telefónica bidireccional. Se han utilizado las primitivas CONNECT, DATA y DISCONNECT en conjunción con las primitivas fundamentales .request, .indication, response y .confirm. No todas las primitivas necesitan todas las fundamentales, por ejemplo, la primitiva DATA sólo requiere .request e .indication en este ejemplo.

No hay que confundir el concepto «servicio» con el de protocolo. El servicio es el conjunto de primitivas que cada capa ofrece a través de su interface a la capa superior. En cambio, el protocolo es el conjunto de reglas que normalizan cómo deben ser los formatos de las tramas, paquetes, mensajes, etc., que se intercambian las entidades pares de emisor y receptor.

Hay que ser conscientes de que no todas las primitivas se ejecutan en el mismo ordenador: algunas lo hacen en el ordenador origen y otras en el destino. Así, en el ejemplo anterior la primitiva CONNECT.request se opera en el origen y se convierte en CONNECT.indication en el destino.

De modo semejante, algunas primitivas se dirigen desde la capa superior a la inferior y otras al revés: la CONNECT.request es una petición de servicio a la capa inmediatamente inferior, mientras que la CONNECT.indication es una información que le pasa el sistema de marcado (capa inferior) a la capa superior para indicarle que están llamando.

2.3.4. Tipos de servicios definidos en OSI

En OSI se definen dos tipos de servicios claramente diferenciados y cada uno provee a la red de una funcionalidad concreta.

Servicios orientados a la conexión

Son servicios que requieren el establecimiento inicial de una conexión y la ruptura o liberación final de la misma. Entre la conexión y la liberación de la misma se produce el intercambio de datos de usuario. Los bloques de datos se reciben en el destino en el mismo orden en que se emitieron en el origen. Todos los paquetes siguen la misma ruta, la conseguida en el establecimiento de la conexión. Por tanto, los paquetes de datos no necesitan especificar la dirección de destino.

Los servicios orientados a la conexión tienen dos variantes:

- **Secuencia de mensajes.** En estos servicios se establecen fronteras que definen y determinan cada mensaje. Por ejemplo, en la transmisión de las páginas de un libro, cada página se podría transmitir secuencialmente con la siguiente intercalando en medio una marca de fin de página.
- **Secuencia de bytes.** En estos servicios no hay contornos entre los mensajes. Cada mensaje es una secuencia de caracteres dejando al receptor la responsabilidad de su interpretación.

Un ejemplo de servicio orientado a la conexión es el telefónico: se produce la llamada al abonado destinatario,

se intercambian datos una vez realizada la conexión y se libera la conexión cuando ha acabado la transmisión, dando por concluida la comunicación.

Servicios sin conexión

Estos servicios ofrecen la capacidad de comunicación sin necesidad de realizar una conexión con el destinatario. El emisor envía paquetes de datos al receptor confiando en que la red tendrá suficiente inteligencia como para conducir los datos por las rutas adecuadas. Cada paquete debe llevar la dirección de destino y, en algunos casos, el receptor debe enviar acuse de recibo al emisor para informarle sobre el éxito de la comunicación.

Un ejemplo de servicio sin conexión sería el correo postal. Cada mensaje – carta – lleva su dirección y es encaminado a través del sistema postal hasta su destino.

También hay varios tipos de servicios sin conexión:

Servicio de datagrama sin confirmación. El emisor **no** necesita confirmación por parte del receptor de que los paquetes de datos le llegan correctamente. Por ejemplo, el protocolo IP (*Internet Protocol*).

Servicio de datagrama con confirmación. El receptor envía confirmaciones al emisor. Por ejemplo, el correo electrónico con acuse de recibo.

Servicio de petición y respuesta. Es un servicio propio de gestión interactiva basado en que a cada petición le sigue una respuesta. Por ejemplo, a cada petición de una base de datos le sigue un mensaje de respuesta que contiene los datos solicitados.

• LOS NIVELES OSI ORIENTADOS A RED.

En la jerarquía de capas de OSI los niveles superiores están más próximos al usuario y tienen un nivel de abstracción mayor. Se dice que estas capas (aplicación, presentación y sesión) están orientadas a la aplicación o al usuario.

En cambio, los niveles inferiores están más próximos a la red; de hecho, la capa física se ocupa del hardware. Se dice que las capas física, de enlace y de red están orientadas a la red. Al subconjunto de estas tres capas inferiores se le llama subred.

La capa de transporte es muy especial y merece una mención aparte, como veremos más adelante.

• El nivel físico

La capa física se ocupa de definir las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para poder establecer y destruir conexiones entre dos equipos de la red. Es la capa de más bajo nivel; por tanto, se ocupa de las transmisiones de los bits.

Entre otras funciones, debe garantizar la compatibilidad de los conectores, cuántos pines tiene cada conector y la función de cada uno de ellos, el tipo de sistema de cableado que utilizará, la duración de los pulsos eléctricos, la modulación, si hubiera, el número de voltios de cada señal, el modo de explotación del circuito, etc.

2.4.2 El nivel de enlace

La misión de la capa de enlace es establecer una línea de comunicación libre de errores que pueda ser

utilizada por la capa inmediatamente superior: la capa de red.

Como el nivel físico opera con bits, sin detenerse en averiguar su significado, la capa de enlace debe fraccionar el mensaje en bloques de datos de nivel 2 (2-PDU) o tramas. Estas tramas serán enviadas secuencialmente por la línea de transmisión a través de los servicios de

transmisión que ofrece la capa física y quedar a la escucha de las tramas de confirmación que genere la capa de enlace del receptor.

Por tanto, el nivel de enlace se ocupará del tratamiento de los errores que se produzcan en la recepción de las tramas, de eliminar tramas erróneas, solicitar retransmisiones, descartar tramas duplicadas, adecuar el flujo de datos entre emisores rápidos y receptores lentos, etc.

2.4.3. El nivel de red

La capa de red se ocupa del control de la subred. La principal función de este nivel es la del encaminamiento, es decir, cómo elegir la ruta más adecuada para que el bloque de datos del nivel de red (3-PDU) o paquete llegue a su destino. Cada destino está identificado unívocamente en la subred por una dirección.

Otra función importante de esta capa es el tratamiento de la congestión. Cuando hay muchos paquetes en la red unos obstruyen a los otros, generando cuellos de botella en los puntos más sensibles. Un sistema de gestión de red avanzado evitará o paliará estos problemas.

Otro problema que debe resolver es el que se produce -cuando el destinatario de un paquete no está en la misma red, sino en otra, en el que el sistema de direccionamiento es distinto que en la red más, es posible que la segunda red no admita paquetes de las mismas dimensiones que la primera. En general, la resolución de problemas generados por redes heterogéneas debe resolverse en esta capa.

• EL NIVEL OSI DE TRANSPORTE.

La capa de transporte es una capa de transición entre los orientados a la red (subred) y los orientados a las aplicaciones. Su misión consiste en aceptar los datos de la capa de sesión (S-PDU), fraccionarlos adecuadamente de modo que sean aceptables por la subred (capa de red e inferiores) y asegurarse de que llegarán correctamente al nivel de transporte del destinatario, esté o no en la misma red que la fuente de los datos. Proporciona, por tanto, el servicio transporte, abstrayéndose del hardware y software de bajo nivel que utiliza la subred para producir el transporte solicitado.

Se puede confundir el transporte de las tramas en el nivel de enlace con el transporte de datos en el nivel de transporte: no tienen ningún parecido. Por ejemplo, el flujo de tramas se opera en el nivel de cada tarjeta de red, de cada puerto de entrada y salida de datos. El flujo de transporte puede llegar a multiplexar conexiones distintas por cada solicitud de la capa inmediatamente superior (sesión), utilizando uno o más puertos de salida para la misma comunicación: al usuario (o a la capa de sesión o superior) le es transparente la utilización de múltiples circuitos físicos, él lo experimenta como una única sesión que se ha resuelto como múltiples conexiones de transporte que atacan a la misma o a distintas subredes. Si, por ejemplo, tuviéramos un nodo con varias tarjetas de red, con salida a distintas redes, la capa de sesión las vería como una sola red gestionada por la capa de transporte de modo transparente.

Del mismo modo, la capa de transporte selecciona el tipo de servicio que se le debe dar a la capa de sesión y en último término a los usuarios de la red, situados en la capa superior.

La capa de transporte lleva a cabo las comunicaciones entre ordenadores *peer to peer*, de igual a igual, es decir, es el punto en el que emisor y receptor cobran todo su sentido: un programa emisor puede conversar con

otro receptor. En las capas inferiores esto no se cumple. Por ejemplo, en el nivel inferior hay transporte de tramas pero puede ser que entre emisor y receptor haya que pasar por varios ordenadores intermedios que redirijan las comunicaciones o que cambien de red los diferentes paquetes, etc. En el nivel transporte estos sucesos se hacen transparentes: sólo se consideran **fuelle, destino y tipo de servicio** solicitado.

2.6 LOS NIVELES OSI ORIENTADOS A LA APLICACIÓN.

Un ordenador puede soportar múltiples aplicaciones si-multáneas que solicitan servicios de comunicación a la capa de transporte. A su vez, la capa de transporte debe solicitar servicios de subred con el fin de elegir la que sea necesaria, la ruta más conveniente y el fraccionamiento de datos adecuado. Por tanto, tenemos que muchas comunicaciones de alto nivel pueden ser ejecutadas por múltiples transmisiones de bajo nivel.

Sin embargo, hay un nivel que tiene que ser común, porque tanto el ordenador fuente –el emisor– y el ordenador destino –el receptor– son únicos y unitarios, el transporte se realiza de extremo a extremo, abstrayéndose de lo accesorio: éste es el nivel de la capa de transporte.

Las capas situadas por encima de este nivel de abstracción del transporte están orientadas a las aplicaciones y, por tanto, la terminología utilizada está exenta de todo lo que tiene que ver con el transporte de datos, se centra más bien en las funciones de aplicación.

• El nivel de sesión

Permite el diálogo entre emisor y receptor estableciendo una sesión, que es el nombre que recibe las conexiones en esta capa. A través de una sesión se puede llevar a cabo un transporte de datos ordinario (capa de transporte). La capa de sesión mejora el servicio de la capa de transporte. Por ejemplo, si deseamos transferir un fichero por una línea telefónica que por su excesivo volumen tardará una hora en efectuar el transporte, y la línea telefónica tiene caídas cada quince minutos, será imposible transferir el fichero.

La capa de sesión se podría encargar de la resincronización de la transferencia, de modo que en la siguiente conexión se transmitieran datos a partir del último bloque transmitido sin error.

En el establecimiento de una sesión se pueden diferenciar dos etapas:

El establecimiento de la sesión y creación de un buzón en donde se recibirán los mensajes procedentes de la capa de transporte y de la subred.

El intercambio de datos entre los buzones del emisor y del receptor siguiendo unas reglas para el control del diálogo.

La capa de sesión determina si la comunicación será bidireccional o simultánea. Además, establece el sistema en que los interlocutores de la comunicación toman la iniciativa para la utilización de los recursos de la red, normalmente a través de la utilización de testigos electrónicos.

2.6.2. El nivel de presentación

La capa de presentación se ocupa de la sintaxis y de la semántica de la información que se pretende transmitir, es decir, investiga en el contenido informativo de los datos. Esto es indicativo de su alto nivel en la jerarquía de capas.

Por ejemplo, si el ordenador emisor utiliza el código ASCII para la representación de información alfanumérica y el ordenador receptor utiliza EBCDIC, no habrá forma de entenderse, salvo que la red provea algún servicio de conversión y de interpretación de datos. Esta es una prestación propia de la capa de

presentación.

Otro ejemplo común es el de la representación de la información gráfica. Un emisor puede querer representar un texto en negrita y lo hace a través de una determinada secuencia (secuencia de escape). Es posible que el receptor no interprete esa secuencia como «poner en negrita» y necesite de algún intérprete de datos que le traduzca la secuencia a su código nativo.

Cuando desde un ordenador personal realizamos una conexión (sesión) contra algún servicio telemático y nos aparecen en el monitor caracteres extraños, teniendo certeza de que los parámetros de transmisión son correctos (velocidad, paridad, bit de start y stop, etc.), lo que realmente está ocurriendo es que fallan o no tenemos los servicios de la capa de presentación.

Otra función de la capa de presentación puede ser la de comprimir los datos para que las comunicaciones sean menos costosas o la de encriptación de la información que garantiza la privacidad de la misma.

• El nivel de aplicación

Es la capa superior de la jerarquía OSI. En esta capa se definen los protocolos que utilizarán las aplicaciones y procesos de los usuarios. La comunicación se realiza utilizando protocolos de diálogo apropiados. Cuando dos procesos que desean comunicarse residen en el mismo ordenador, utilizan para ello las funciones que le brinda el sistema operativo. Sin embargo, si residen en ordenadores distintos, la capa de aplicación disparará los mecanismos adecuados para producir la conexión entre ellos, sirviéndose de los servicios de las capas inferiores.

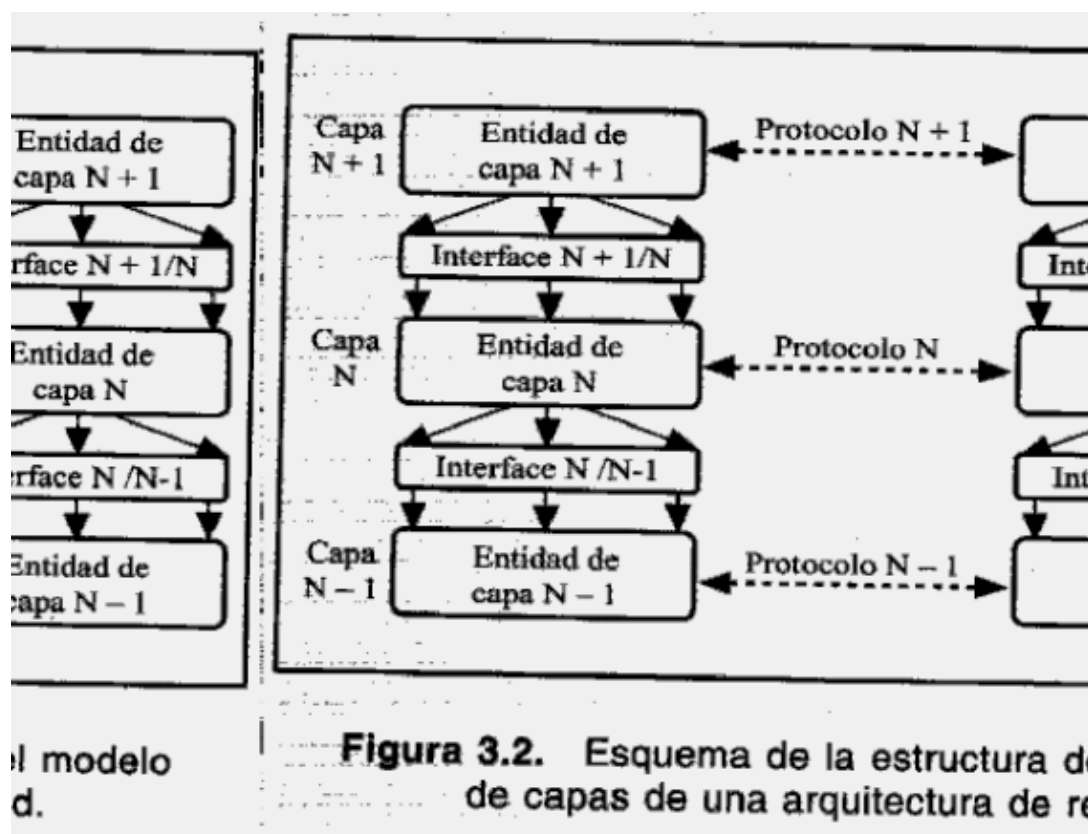
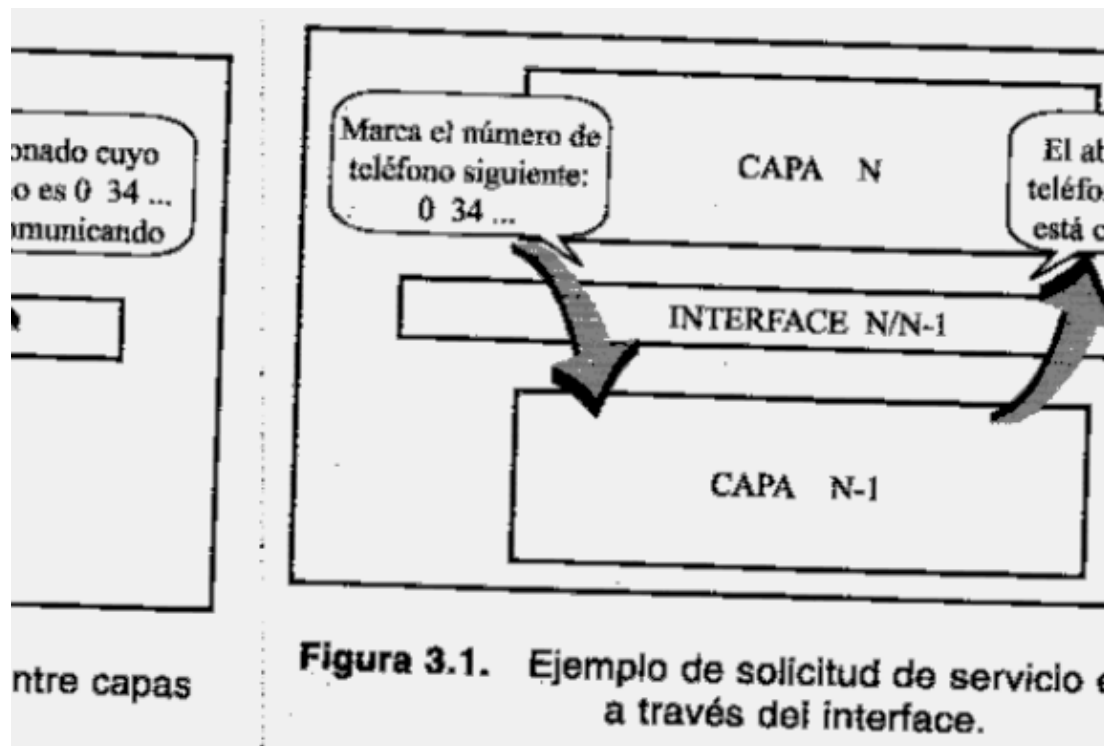
La ISO inicialmente hizo referencia a cinco grupos de protocolos en el nivel de aplicación. Aunque en la actualidad se han simplificado bastante, resulta instructivo conocer algunos detalles:

Grupo 1. Protocolos de gestión del sistema. Están orientados a la gestión del propio sistema de interconexión de los ordenadores en la red.

Grupo 2. Protocolos de gestión de la aplicación. Llevan el control de la gestión de ejecución de procesos: bloqueos, accesos indebidos, asignación y cómputo de recursos, etc.

Grupo 3. Protocolos de sistema. Gestionan las tareas del sistema operativo como el acceso a ficheros, la comunicación entre tareas o procesos, la ejecución de tareas remotas, etc.

Grupos 4 y 5. Protocolos específicos para aplicaciones. Son absolutamente dependientes de las necesidades de las aplicaciones para las que se utilizan.



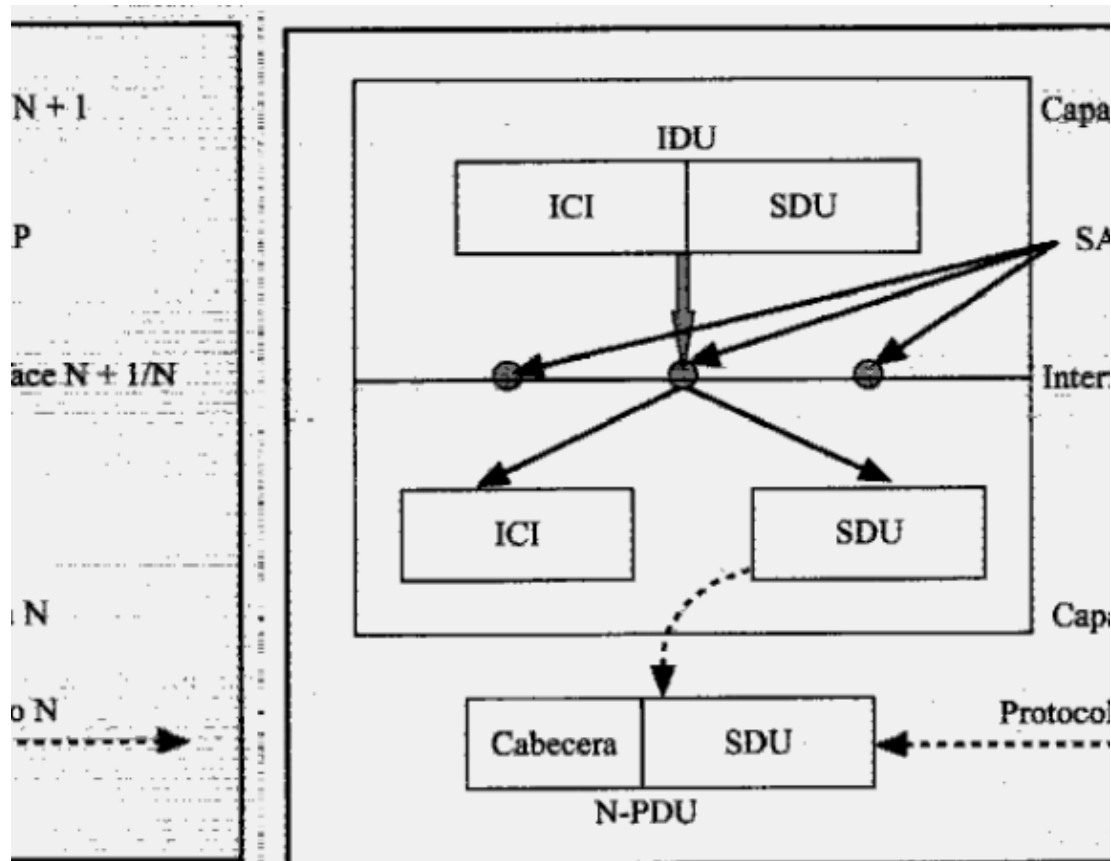
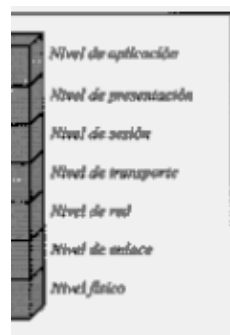


Figura 3.3. Esquema del acceso a través de interfaces entre capas a los diferentes servicios que se



capas del modelo OSI.

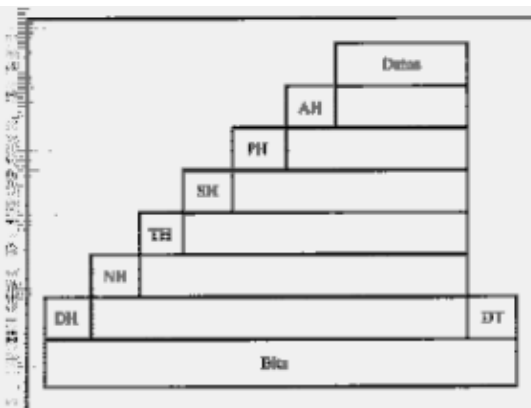


Figura 3.4. Cabeceras asociadas a cada nivel OSI.

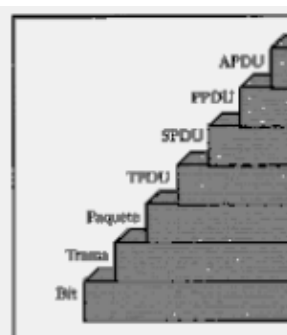


Figura 3.5. Jerarquía de datos.

is fundamen-

Tabla 3.1. Nombre y función de las primitivas
definidas por OSI.

	Primitiva	Nombre OSI	Significado
que un ser- vicio para ella.	Solicitud	.request	Una entidad solicita un servicio realice un trabajo.
informada de que esto, por ejem- plo solicita sus	Indicación	.indication	Una entidad es informada de un evento, que otra entidad proporciona servicios.
con esta pri- mitiva producido an-	Respuesta	.response	Una entidad responde a un evento primitivo anteriormente.
informada acerca de una solicitud efec- tuada ante-	Confirmación	.confirm	Una entidad es informada de una solicitud efectuada anteriormente.

das en un

Tabla 3.2. Descripción de las primitivas utilizadas en un ejemplo de comunicación telefónica.

Paso	Primitiva	Significado
1	CONNECT.request	Petición de marcado de abonado al número del destinatario.
2	CONNECT.indication	El teléfono del abonado destinatario produce la señal de llamada.
3	CONNECT.response	El destinatario cuelga el teléfono.
4	CONNECT.confirm	El abonado que originó la llamada escucha que el teléfono destinatario ha colgado para atender la llamada.
5	DATA.request (desde origen hacia el destino)	Flujo de datos desde el origen al destino.
6	DATA.indication (en el destino)	El destinatario recibe los datos que le llegan por la línea telefónica.
7	DATA.request (desde el destino hasta el origen)	Como el teléfono es dúplex, el destinatario también puede emitir su mensaje.
8	DATA.indication (en el origen)	El primer abonado escucha lo que su interlocutor dijo por el micrófono.
9	DISCONNECT.request	Quien originó la llamada cuelga el teléfono.
10	DISCONNECT.indication	El destinatario escucha que el primer abonado ha colgado y cuelga también.