

FP INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES
G.M. SISTEMAS MICROINFORMÁTICOS Y REDES

REDES LOCALES

María del Carmen Barba Riquel

Segunda edición

EDITORIAL
SINTESIS

Redes locales

María del Carmen Barba Riquel

(segunda edición)



© María del Carmen Barba Riquel

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid
Teléfono 91 593 20 98
www.sintesis.com

ISBN: 979-13-7055-002-8
Depósito Legal: M-13668-2026

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

ÍNDICE

Prólogo	8
---------	---

1. Caracterización de las redes locales	RA1
Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	10
Objetivos de Desarrollo Sostenible	10
Mapa conceptual	11
Glosario	12
Punto de partida	12
1.1. Definición de red de área local y servicio en red. Características	13
1.1.1. Red de área local	13
1.1.2. Ventajas e inconvenientes del uso de redes de área local	15
1.1.3. Servicios en red	16
1.2. Tipos de redes	17
1.3. Elementos de una red	19
1.4. Topologías de red	20
1.4.1. Topología en bus	21
1.4.2. Topología en estrella	23
1.4.3. Topología en anillo	25
1.4.4. Topología en árbol	26
1.4.5. Topología en malla	27
1.4.6. Topología en anillo doble	29
1.4.7. Topología mixta o híbrida	30
1.4.8. Topología de intersección de anillo	31
1.4.9. Topología irregular	31
1.5. Organismos y asociaciones de estándares	32

Ideas clave	35
Aplica lo aprendido	36
Solución del punto de partida	37
Práctica profesional	39
Ponte a prueba	40

2. El modelo OSI. Elementos y espacios de las redes locales **RA2**

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	42
Objetivos de Desarrollo Sostenible	42
Mapa conceptual	43
Glosario	44
Punto de partida	45
2.1. El modelo de referencia OSI	45
2.1.1. Las capas	46
2.1.2. Transmisión de datos	48
2.2. Protocolos	52
2.3. Espacios de las redes locales	54
2.3.1. Cuartos de comunicaciones	57
2.3.2. Armarios de comunicaciones. Paneles de parcheo	59
2.4. Canalizaciones	61
2.4.1. Tipos de canalizaciones	61
2.4.2. Instalación de canaletas	63
Ideas clave	65
Aplica lo aprendido	66
Solución del punto de partida	67
Práctica profesional	69
Ponte a prueba	70

3. Medios de transmisión **RA3**

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	72
Objetivos de Desarrollo Sostenible	72
Mapa conceptual	73
Glosario	74
Punto de partida	75
3.1. Clasificación de los medios de transmisión	75
3.2. Medios de transmisión guiados. Tipos y conectores	75

3.2.1. Cableado de pares	76
3.2.2. Cableado de fibra óptica	79
3.3. Herramientas para trabajar con cableado y conectores	84
3.3.1. Cable de pares	84
3.3.2. Fibra óptica	86
3.4. Conexión de tomas y paneles de parcheo	88
3.5. Fabricación de cables	89
3.5.1. Cable de pares	89
3.5.2. Fibra óptica	91
3.6. Recomendaciones en la instalación del cableado	93
3.7. Medios de transmisión no guiados	94
Ideas clave	96
Aplica lo aprendido	97
Solución del punto de partida	98
Práctica profesional	99
Ponte a prueba	100

4. Interconexión de equipos en redes locales

RA4

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	102
Objetivos de Desarrollo Sostenible	102
Mapa conceptual	103
Glosario	104
Punto de partida	104
4.1. Adaptadores para una red cableada	105
4.1.1. Componentes de una tarjeta de red	105
4.1.2. Instalación y configuración del adaptador de red	107
4.2. Dispositivos de interconexión de redes	107
4.2.1. Repetidor, concentrador o <i>hub</i>	108
4.2.2. Conmutador o <i>switch</i>	109
4.2.3. Encaminador o <i>router</i>	111
4.2.4. Puente o <i>bridge</i>	113
4.2.5. Dispositivos PoE	115
4.3. Adaptadores para redes inalámbricas	117
4.3.1. Tarjeta de red	117
4.3.2. Tarjeta USB	118
4.3.3. Tarjetas inalámbricas AC	119
4.4. Dispositivos para interconectar redes inalámbricas	120

4.5. Redes mixtas	122
Ideas clave	124
Aplica lo aprendido	125
Solución del punto de partida	126
Práctica profesional	127
Ponte a prueba	128

5. Instalación y configuración de equipos en redes locales

RA5

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	130
Objetivos de Desarrollo Sostenible	130
Mapa conceptual	131
Glosario	132
Punto de partida	132
5.1. Procedimientos de instalación	133
5.1.1. <i>Hardware</i>	133
5.1.2. <i>Software</i>	133
5.2. Protocolos	135
5.2.1. Principales protocolos	136
5.2.2. La pila de protocolos TCP/IP	138
5.3. TCP/IP. Estructura. Clases de IP	139
5.4. Direcciones IP. IPv4. IPv6	142
5.4.1. IPv4	143
5.4.2. IPv6	147
5.5. Configuración de los adaptadores de red en los sistemas operativos	150
5.5.1. Configuración de la tarjeta de red en los sistemas operativos libres	151
5.5.2. Configuración de la tarjeta de red en los sistemas operativos propietarios	152
5.6. Configuración básica de los dispositivos de interconexión de red cableada e inalámbrica	153
5.6.1. Configuración básica de un <i>switch</i>	153
5.6.2. Configuración básica de un <i>router</i>	158
5.6.3. Configuración básica de un punto de acceso	159
5.7. Seguridad básica en redes cableadas e inalámbricas	161
5.7.1. Medidas de seguridad para redes cableadas	161
5.7.2. Medidas de seguridad para redes inalámbricas	161
Ideas clave	163
Aplica lo aprendido	164
Solución del punto de partida	165

Práctica profesional	167
Ponte a prueba	168

6. Resolución de incidencias en redes locales RA5

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	170
Objetivos de Desarrollo Sostenible	170
Mapa conceptual	171
Glosario	172
Punto de partida	172
6.1. Estrategias y parámetros del rendimiento	173
6.1.1. Estrategias	173
6.1.2. Parámetros del rendimiento	176
6.2. Incidencias físicas e incidencias lógicas en redes locales	177
6.2.1. Incidencias físicas	178
6.2.2. Incidencias lógicas	179
6.2.3. Cómo actuar ante una incidencia	179
6.3. Monitorización de redes cableadas e inalámbricas	181
6.4. Proceso de resolución de problemas dentro de las redes de área local	183
6.5. Herramientas de diagnóstico	185
6.5.1. Herramientas para detectar fallos de <i>hardware</i>	185
6.5.2. Herramientas para detectar fallos de <i>software</i>	187
Ideas clave	188
Aplica lo aprendido	189
Solución del punto de partida	190
Práctica profesional	191
Ponte a prueba	192

7. Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental RA6

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación	194
Objetivos de Desarrollo Sostenible	194
Mapa conceptual	195
Glosario	196
Punto de partida	196
7.1. Identificación de riesgos	197
7.2. Determinación de las medidas de prevención de riesgos laborales	198
7.3. Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje	199

7.4. Equipos de protección	203
7.4.1. Protección individual	204
7.4.2. Protección colectiva	205
7.5. Cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales	207
7.6. Cumplimiento de la normativa de protección ambiental	211
Ideas clave	214
Aplica lo aprendido	215
Solución del punto de partida	216
Práctica profesional	217
Ponte a prueba	218

2

El modelo OSI. Elementos y espacios de las redes locales

RESULTADO DE APRENDIZAJE Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

RA 2. Despliega el cableado de una red local interpretando especificaciones y aplicando técnicas de montaje.

- a) Se han reconocido los principios funcionales de las redes locales.
- b) Se han identificado los distintos tipos de redes.
- c) Se han diferenciado los medios de transmisión.
- d) Se han reconocido los detalles del cableado de la instalación y su despliegue (categoría del cableado, espacios por los que discurre, soporte para las canalizaciones, entre otros).
- e) Se han seleccionado y montado las canalizaciones y tubos.
- f) Se han montado los armarios de comunicaciones y sus accesorios.
- g) Se han montado y conexionado las tomas de usuario y paneles de parcheo.
- h) Se han probado las líneas de comunicación entre las tomas de usuario y paneles de parcheo.
- i) Se han etiquetado los cables y tomas de usuario.
- j) Se ha trabajado con la calidad y seguridad requeridas.



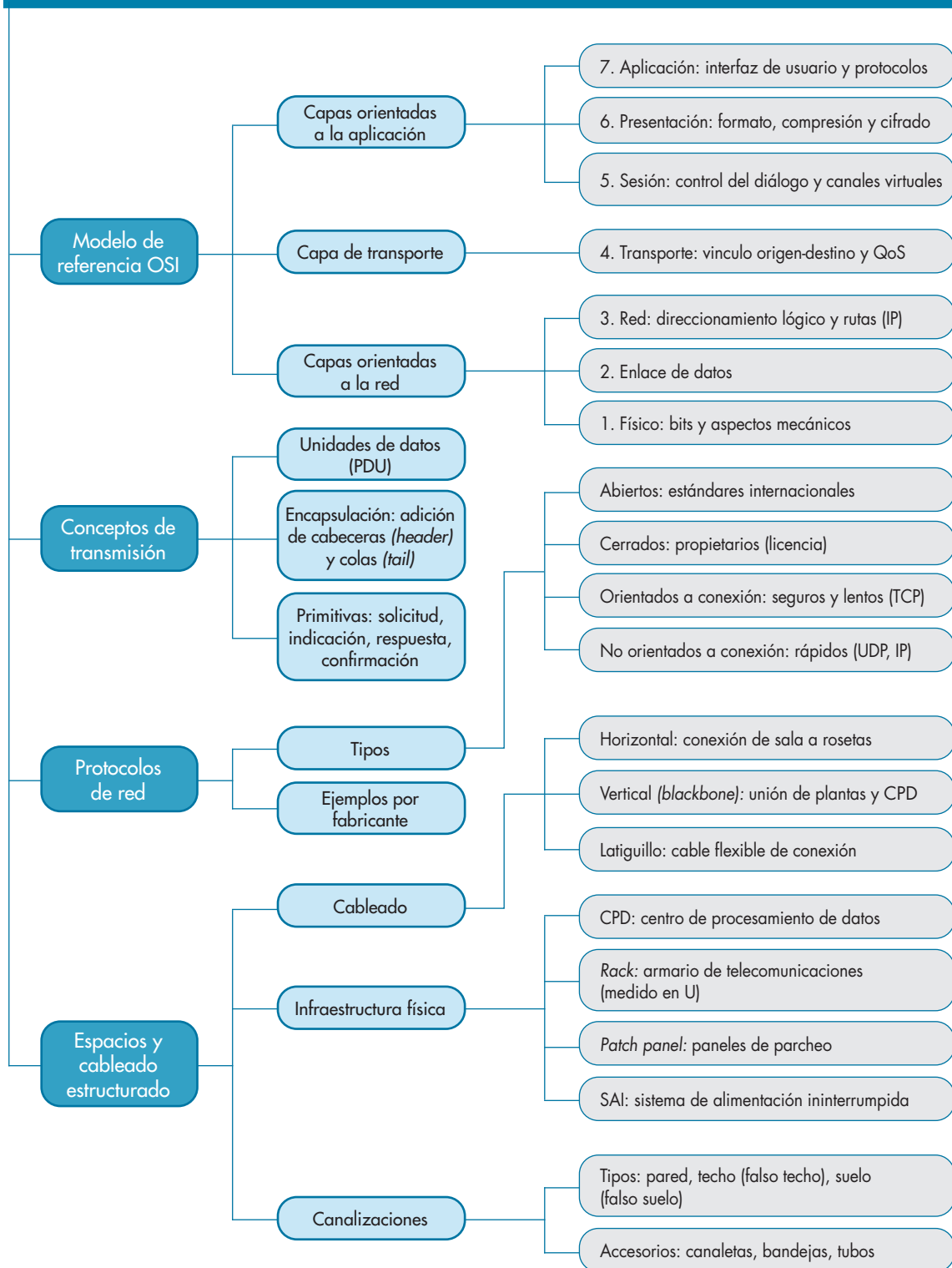
Objetivos de Desarrollo Sostenible

En este capítulo se van a trabajar los ODS 9 y 11.



MAPA CONCEPTUAL

MODELO OSI Y REDES LOCALES





GLOSARIO

- Cabecera (*header*).** Información añadida al inicio de un paquete o trama en cada capa del modelo OSI. Contiene los datos necesarios para el procesamiento del mensaje.
- Cableado horizontal.** Conjunto de cables y elementos que conectan los ordenadores de una sala con sus respectivas rosetas y puntos de red. Es la parte de la instalación que va en horizontal dentro de cada planta.
- Cableado vertical (*backbone*).** Infraestructura de cables que conecta los cuartos de comunicaciones de cada planta entre sí y con el CPD. Se utiliza para unir diferentes niveles del edificio.
- Calidad de servicio (*QoS*).** Conjunto de mecanismos que permiten priorizar ciertos tipos de tráfico para garantizar la velocidad, el retardo o la fiabilidad.
- Cola (*tail*).** Información añadida al final de una trama en la capa de enlace. Se utiliza para el control de los errores y la verificación.
- CPD (centro de procesamiento de datos).** Sala donde se ubican los servidores, sistemas de almacenamiento, *switches* principales y otros elementos críticos de la red. Requiere medidas especiales de seguridad y climatización.
- Desencapsulación.** Proceso inverso a la encapsulación: cada capa del receptor elimina su cabecera correspondiente para interpretar el mensaje.
- Encapsulación.** Proceso mediante el cual cada capa del modelo OSI añade su propia cabecera (y en algunos casos cola) al paquete de datos antes de enviarlo.
- Interfaz entre capas.** Conjunto de normas que permiten que una capa del modelo OSI se comunique con la capa inmediatamente superior o inferior.
- LLC (*Logical Link Control*).** Subcapa del nivel de enlace que gestiona el control de errores y el flujo de datos entre dispositivos.
- MAC (*Media Access Control*).** Subcapa del nivel de enlace encargada de controlar el acceso al medio físico y de gestionar las direcciones MAC.
- Paquete.** Unidad de datos utilizada en la capa de red. Contiene información de direccionamiento lógico (IP).
- PDU (*Protocol Data Unit*).** Unidad de datos utilizada en cada capa del modelo OSI. Su nombre cambia según la capa (trama, paquete, TPDU, etc.).
- Primitiva.** Acción mediante la cual una capa solicita o responde a un servicio ofrecido por otra capa (*request, indication, response, confirm*).
- Trama.** Unidad de datos utilizada en la capa de enlace. Incluye cabecera, datos y cola.

PUNTO DE PARTIDA

En el capítulo anterior, el instituto había recibido una donación de equipos informáticos para montar una nueva aula de informática. Recordemos que las especificaciones de ese aula eran: dimensiones: 6 m × 8 m; distribución: 20 puestos organizados en 5 columnas × 4 filas. Tenemos un armario de telecomunicaciones, *switch* e impresora. Ahora el centro te encarga el despliegue del cableado. Debes planificar y ejecutar la instalación de canaletas, tomas de red, panel de parcheo y armario de comunicaciones, asegurándote de cumplir con las normas de calidad y seguridad. Al finalizar, deberás probar la conectividad de cada línea y etiquetar correctamente los cables.

2.1. El modelo de referencia OSI

El modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) no existe de manera física. Se trata de un modelo que se ha propuesto para que los fabricantes y toda persona que quiera poner en funcionamiento una red sepa cómo hacerlo. Por tanto, es un modelo de referencia y se utiliza en los sistemas abiertos.



SABÍAS QUE...

Hoy en día, aunque el modelo OSI no se usa de forma estricta en las redes reales, sigue siendo imprescindible para aprobar certificaciones profesionales como Cisco CCNA, CompTIA Network+ o Huawei HCIA. Todas ellas utilizan el OSI como base conceptual para explicar cómo viajan los datos por la red.

Según la ISO, un sistema abierto es aquel 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.

La ISO definió un conjunto de capas, de manera que en cada capa hubiese una serie de servicios. Así, tenemos todas las funciones del modelo organizadas de modo que las funciones que son parecidas están todas en una misma capa.

En el modelo OSI se definen siete capas o niveles, que se encuentran ordenadas. Las capas más bajas son las que están más relacionadas con los elementos físicos. Las capas más altas son las que están más relacionadas con las aplicaciones o los procesos que realizan los usuarios.

2.1.1. Las capas

Podemos agrupar las capas en función al trabajo que se realiza en cada una de ellas, como podemos ver en el cuadro 2.1:

Cuadro 2.1 Nombre de las capas del modelo OSI

Capas orientadas a la aplicación	Nivel de aplicación
	Nivel de presentación
	Nivel de sesión
Capa de transporte	Nivel de transporte
Capas orientadas a la red	Nivel de red
	Nivel de enlace de datos
	Nivel físico

En cada capa del modelo OSI existe un servicio. Ese servicio lo ofrece cada capa a su capa superior. La forma de ofrecerlo a la capa superior es mediante una acción, que recibe el nombre de *primitiva*.

Las primitivas del modelo OSI son:

- *Solicitud (request)*: la primitiva de solicitud sirve para que una capa superior le pida algo a una capa inferior.
- *Indicación (indication)*: sirve para indicar que ha ocurrido un suceso, es decir, que ha pasado algo, por ejemplo, que otra máquina quiere comunicarse también con nosotros.
- *Respuesta (response)*: sirve para dar una respuesta a una indicación solicitada, por ejemplo, la aceptación de la solicitud de comunicación con nosotros.
- *Confirmación (confirm)*: sirve para confirmar la respuesta.

Los pasos para realizar una petición de un servicio de una capa a otra capa serían los siguientes:

- a) Se realiza la solicitud, por ejemplo, la capa de red le pide a la capa de enlace establecer una comunicación con otra máquina.
- b) La capa de enlace le comunica a la capa de red cualquier suceso o evento que esté ocurriendo, por ejemplo, que ya ha recibido otra petición de comunicación de otra máquina.
- c) La capa de red le contesta a la capa de enlace sobre la indicación que le ha pasado.
- d) La capa de enlace informa del rechazo de la solicitud de comunicación a la capa de red (en este caso, porque ya se encuentra con una comunicación con otra máquina).

Las capas del modelo OSI son:

- a) *Capa 1 o nivel físico*: esta capa se ocupa de los aspectos físicos y mecánicos de los dispositivos. Define para qué sirven cada uno de los pines que tienen los conectores, cómo se representan los bits que hay que mandar para que se puedan comunicar los equipos, la velocidad de transmisión de los bits, las funciones de los circuitos de la interfaz física, los eventos que se llevan a cabo cuando se intercambian los bits, etc. En esta capa se realiza la transformación de los bits de un paquete de datos en una señal física que podemos enviar a través de un medio de transmisión, como puede ser un hilo de cobre, fibra óptica o el aire.
- b) *Capa 2 o nivel de enlace de datos*: la función de esta capa es la de asegurarse que en el medio de transmisión no se produzcan errores; en el caso de que haya tramas erróneas, eliminarlas del medio; regular la comunicación, en el caso de que tengamos un emisor muy rápido y un receptor lento, o viceversa. En esta capa se realiza el direccionamiento físico.
Esta capa se divide a su vez en dos capas:
 - *MAC (control de acceso al medio)*: se mira si el canal de transmisión está libre para poder transmitir la información.
 - *LLC (control lógico del enlace)*: se ocupa del control de errores, del control de la velocidad en el envío y recepción de paquetes, etc.
- c) *Capa 3 o nivel de red*: se encarga de buscar el mejor camino para enviar un paquete de datos. Para ello utilizará algún tipo de red de comunicaciones. En esta capa se realiza el direccionamiento lógico (direcciones IP).
- d) *Capa 4 o nivel de transporte*: la función de esta capa es la del transporte del mensaje desde el origen hasta el destino. Esta capa hace de vínculo entre la capa de red y la capa de sesión. También puede ayudar a la optimización del uso de los servicios de red, a proporcionar la calidad de servicio solicitada, por ejemplo, estableciendo un retardo máximo, la prioridad o solicitando una tasa de error determinada.
- e) *Capa 5 o nivel de sesión*: es la encargada de establecer una sesión entre los dos participantes de la comunicación. Es como si estableciésemos un canal virtual para mandar la información. Por ejemplo, si cuando estamos transmitiendo se cortase la transmisión, esta capa se encargaría de continuar la transmisión por el punto donde se hubiese quedado. También se encarga de cómo se va a realizar el diálogo: si va a ser en los dos sentidos a la vez, o primero en un sentido y luego en el otro. Podemos decir que esta capa se encarga tanto del establecimiento de la sesión, como del mantenimiento y de la interrupción de la sesión.
- f) *Capa 6 o nivel de presentación*: esta capa se encarga de la sintaxis o forma de los datos, o sea, de poner los datos en un formato estándar. Dos equipos no podrán comunicarse si están hablando en diferentes formatos, por ejemplo, en un equipo se utilizan seis bits para transmitir paquetes de información y en otro se utilizan ocho bits. Estos dos ordenadores no podrían entenderse. Esta capa se encarga de adecuar los datos para que se puedan comunicar. También se encarga de comprimir la información si es demasiado extensa y de codificar la información para que, en el caso de ser interceptada por otro equipo, que este equipo no sea capaz de leer la información.
- g) *Capa 7 o nivel de aplicación*: es la que está más en contacto con el usuario. Se encarga de utilizar los protocolos necesarios para que las aplicaciones puedan comunicarse. En esta capa es donde realmente se produce la entrada y salida de datos.

2.1.2. Transmisión de datos

Cuando un equipo quiere comunicarse con otro envía un paquete de datos con la información que le quiere pasar. Este paquete de datos pasa por todas las capas en el emisor y cuando llega a su destino pasa por todas las capas del receptor (figura 2.1).

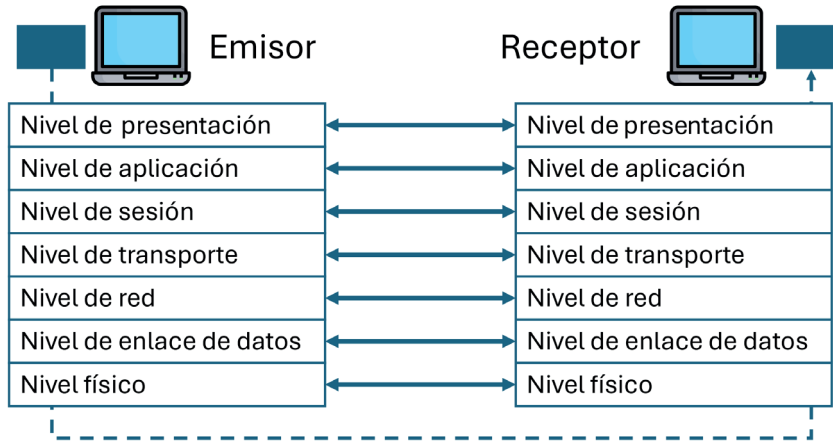


Figura 2.1
Esquema del envío de un mensaje en el modelo OSI.

Veamos una analogía del modelo OSI: supongamos que tenemos una imprenta de revistas y que tiene dos sedes, una de ellas se encuentra en Madrid y la otra en Sevilla. Las dos se comunican entre sí para sacar las revistas al mercado. Por ejemplo, un mes saca el ejemplar que se va a vender la sede de Madrid y le envía las revistas a la sede de Sevilla para que las distribuya, y otro mes se edita la revista en Sevilla, y es la sede de Sevilla la que le envía los ejemplares a la sede de Madrid.

Las capas del modelo OSI serían las distintas fases por las que tiene que pasar la revista, por ejemplo:

- *Capa física:* en la primera capa tendríamos a los periodistas o escritores de artículos. Una vez que los escritores de artículos para la revista han escrito un artículo, el artículo pasa a la capa superior.
- *Capa de enlace de datos:* en la capa superior hay una persona encargada de realizar las correcciones oportunas, por si ve algo que no esté bien redactado o deba modificarse.
- *Capa de red:* en esta capa quedamos de acuerdo en el día y la hora en que mandaremos los artículos terminados. Estos días pueden cambiar dependiendo de si hay algún día de fiesta esa semana o se ha retrasado la escritura del artículo por algún motivo, o hay alguna noticia importante de última hora que queremos sacar.
- *Capa de transporte:* en esta capa enviaríamos los artículos a nuestra propia sede para que los revisen.
- *Capa de sesión:* aquí es donde se establecería el contacto con la otra sede y le diríamos qué día le llegarían las revistas. En el caso de que haya algún problema por el camino, le diríamos también cómo solucionarlo.

- *Capa de presentación:* en esta capa es donde se encontrarían los maquettadores y diseñadores gráficos que se encargarían de embellecer la información con fotos o dándole un formato adecuado a la revista.
- *Capa de aplicación:* esta sería la capa que estaría en contacto con los usuarios, podría ser el quiosco donde venderíamos las revistas a los clientes.

Este sería un caso de uso del modelo OSI en la vida real. Evidentemente, no se trabaja con el modelo OSI para editar revistas, pero nos puede ayudar un poco a entender para qué sirven cada una de las capas del modelo. En lugar de revistas, podemos pensar en mensajes que deben adaptarse al formato adecuado y tenemos que especificar cómo se mandarán a través de las redes.



TOMA NOTA

La encapsulación no solo añade cabeceras: también puede incluir metadatos de seguridad, como etiquetas VLAN, marcas de prioridad (QoS) o incluso información para redes definidas por *software* (SDN), que permiten a los administradores controlar el tráfico de forma centralizada.

Cuando enviamos un paquete, este recorre cada una de las capas del modelo OSI y, además, el sistema del emisor y el sistema del receptor. Cualquier dispositivo por el que deba pasar el paquete (*hub, switch, router, etc.*) se encuentra en alguna de las capas 1, 2 y 3, por lo tanto, cuando el paquete llegue al dispositivo solo pasará por esas tres capas, y no tendrá en cuenta las otras.

Supongamos que queremos mandar un correo electrónico: cuando el correo llegue al *router*, este desencapsulará la información y recorrerá las capas del modelo OSI en sentido inverso, primero se decodifican las señales de la capa 1, después se leen las direcciones MAC de la capa 2 y luego las direcciones IP de la capa 3. Una vez leída toda la información por el *router*, ya sabrá por dónde debe enviar el paquete de datos. El paquete se encapsula nuevamente y se reenvía a su próximo destino (que posiblemente será otro *router*), y se repetirá el desencapsulado y encapsulado de la información hasta llegar al destinatario del paquete, que en nuestro ejemplo hipotético sería el servidor de correo electrónico. Una vez llegado a este punto, el paquete sí pasa por todas las capas del modelo OSI.



ACTIVIDAD PROPUESTA 2.1

Describe paso a paso qué ocurre cuando un *router* recibe un paquete que proviene de un ordenador de tu red local y debe reenviarlo hacia internet. Explica qué capas del modelo OSI intervienen, qué información analiza el *router* y por qué no procesa las capas superiores. Incluye un pequeño ejemplo práctico con direcciones IP y MAC inventadas.

En cada una de las capas, el paquete de datos tiene un nombre determinado. Cada una de las capas le añade una cabecera al paquete. Esta cabecera contiene información útil para que la capa del ordenador destinatario sepa qué hacer con el paquete (figura 2.2).

A continuación, en el cuadro 2.2, se muestran los nombres de los paquetes de datos, según la capa en la que se encuentran:

Cuadro 2.2 Nombres de los paquetes de datos en el modelo OSI

Nivel	Nombre del paquete	Cabecera
Aplicación	APDU	AH
Presentación	PPDU	PH
Sesión	SPDU	SH
Transporte	TPDU	TH
Red	Paquete	NH
Enlace	Trama	DH Y DT
Físico	Bits	No hay

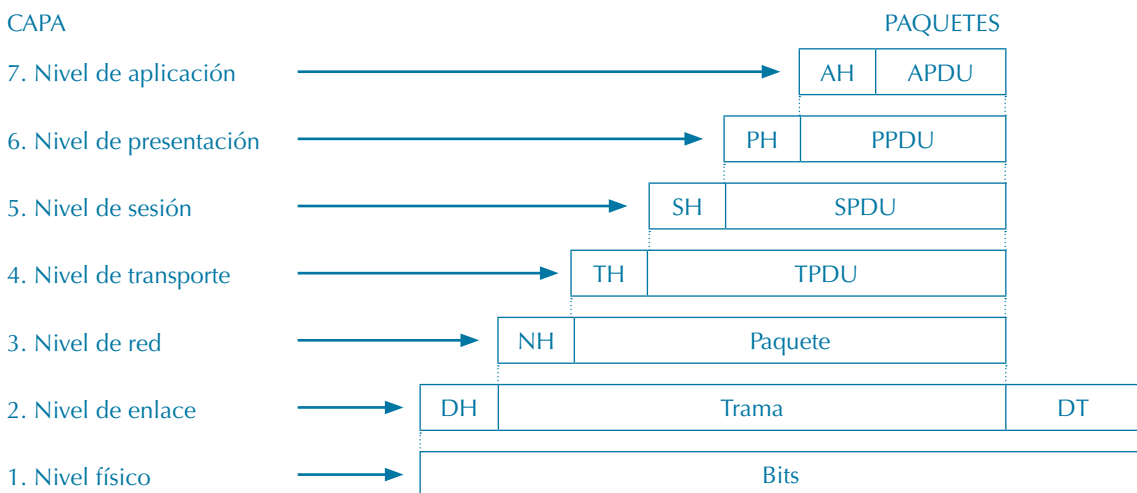


Figura 2.2
Niveles y paquetes del modelo OSI.



RECUERDA

Aunque OSI y TCP/IP son modelos distintos, en la práctica se utilizan juntos: OSI para entender y TCP/IP para implementar. Por eso, cuando configuras un *router*, realmente estás trabajando con TCP/IP, pero, cuando analizas un problema, piensas en OSI.

PDU (unidad de datos de protocolo) es la parte más pequeña que se utiliza en los protocolos. En los primeros niveles de OSI tienen nombres diferentes: bits, trama y paquete. Se hace de esta manera ya que estos nombres hacen mejor referencia a lo que contienen. En los demás niveles el nombre del paquete está formado por:

Primera letra del nombre del nivel + PDU

Por ejemplo:

Para la capa de transporte: $T + PDU = TPDU$

Para la capa de presentación: $P + PDU = PPDU$

Para la capa de sesión: $S + PDU = SPDU$

Para la capa de aplicación: $A + PDU = APDU$

Lo mismo ocurre con las cabeceras que se les añaden a los paquetes. La H de la cabecera viene de la palabra inglesa *header* (cabecera). El nombre de la cabecera está formado por:

Primera letra del nombre del nivel + H

Por ejemplo:

Para la capa de transporte: $T + H = TH$

Para la capa de presentación: $P + H = PH$

Y así con los demás niveles. Tenemos que diferenciar los niveles 1 y 2. En el nivel 1, o nivel físico, no hay cabecera y en el nivel 2, o nivel de enlace, tenemos tanto cabecera (H: *header*) como cola (T: *tail*).

Las capas se comunican entre sí a través de la interfaz. Podríamos decir que la interfaz es el conjunto de normas que siguen las capas para comunicarse entre sí.



ACTIVIDAD PROPUESTA 2.2

Elabora un esquema comparativo donde representes el recorrido completo de un mensaje desde que una aplicación lo genera hasta que llega al equipo receptor, indicando qué ocurre en cada una de las siete capas del modelo OSI. Además, explica con tus palabras por qué es necesario que cada capa añada su propia cabecera y qué ventajas aporta este proceso al funcionamiento de las redes modernas.

2.2. Protocolos

Para que dos máquinas puedan comunicarse necesitan un protocolo. Un protocolo es un conjunto de normas que define cómo se envían y reciben los datos, de forma similar a cómo un idioma define cómo nos comunicamos las personas. Si dos dispositivos utilizan el mismo protocolo, podrán entenderse entre sí, independientemente del fabricante.

En la actualidad, prácticamente todas las redes utilizan la familia de protocolos TCP/IP, que se ha convertido en el estándar universal para la comunicación en internet y en redes locales. Gracias a TCP/IP, equipos de diferentes marcas y sistemas operativos pueden comunicarse sin problema.

Los protocolos permiten que los dispositivos sean *interoperables*, es decir, que puedan comunicarse entre sí sin importar el fabricante. Por este motivo, la mayoría de los protocolos modernos son abiertos y están definidos por organismos internacionales, lo que facilita su adopción en todo tipo de redes.

En los últimos años han surgido nuevas versiones de protocolos diseñadas para mejorar la velocidad, la seguridad y la privacidad. Por ejemplo:

- *HTTP/3*, basado en QUIC, permite cargar páginas web más rápido, incluso en conexiones inestables.
- *TLS 1.3* acelera el establecimiento de conexiones seguras y mejora la protección de los datos.
- *DNS-over-HTTPS (DoH)* y *DNS-over-TLS (DoT)* ayudan a proteger la privacidad del usuario evitando que terceros puedan ver las consultas DNS que realiza un dispositivo.

Estos avances responden a las necesidades actuales: conexiones más rápidas, seguras y adaptadas a servicios como videollamadas, *streaming*, juegos en línea o dispositivos IoT.



ACTIVIDAD GRUPAL 2.1

Dividiremos al alumnado en grupos. Cada grupo analizará un plano simplificado del centro y deberá rediseñar el cableado horizontal, el cableado vertical, la ubicación de *switches*, *routers* y el CPD, así como establecer medidas básicas de seguridad. Elaborarán un esquema visual y una breve justificación técnica. Esta actividad se relaciona con la meta 9.1 del ODS 9: industria, innovación e infraestructura, que promueve el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles y de calidad que apoyen la innovación tecnológica.

En el cuadro 2.3 podemos ver algunos de los protocolos utilizados en cada uno de los niveles OSI.

Cuadro 2.3 Protocolos usados en los niveles OSI

Nivel físico	Fibra óptica, Ethernet 10GBASET, WiFi 6/6E, Bluetooth LE	Define señales eléctricas, ópticas o radioeléctricas. Incluye tecnologías de alta velocidad actuales.
Nivel enlace de datos	Ethernet, WiFi (802.11ax/6E), PPP, VLAN (802.1Q), STP/RSTP	Controlan el acceso al medio y la transmisión libre de errores. Incluye tecnologías cableadas e inalámbricas actuales.
Nivel de red	IPv4, IPv6, ICMP, OSPF, BGP, RIP	Gestionan el direccionamiento lógico y el enrutamiento. IPv6 es el estándar recomendado.
Nivel de transporte	TCP, UDP, QUIC	Controlan el transporte de datos. QUIC es el más moderno, diseñado para reducir latencia.
Nivel de sesión	gRPC, NetBIOS (residual), RPC	Gestionan sesiones, autenticación y control del diálogo entre aplicaciones.
Nivel de presentación	TLS 1.3, MIME	Se encargan del cifrado, compresión y formato de los datos. TLS 1.3 es el estándar actual.
Nivel de aplicación	HTTP/3, HTTPS, DNS, DoH, DoT, SSH, SMTP, IMAP, MQTT	Protocolos que permiten a las aplicaciones comunicarse. Incluyen versiones modernas centradas en seguridad y privacidad.



ACTIVIDAD PROPUESTA 2.3

Selecciona tres protocolos del cuadro 2.3 y explica en qué capa trabajan, qué problema concreto resuelven dentro de la comunicación y qué ocurriría si ese protocolo no existiera. Después, clasifícalos como abiertos o propietarios y como orientados o no orientados a la conexión, justificando cada decisión.

Podemos clasificar los protocolos en dos tipos:

1. *Protocolos abiertos*: son aquellos protocolos diseñados según los estándares internacionales. Estos son los más utilizados.
2. *Protocolos cerrados o propietarios*: son protocolos diseñados por una empresa privada. Si un fabricante quiere utilizar ese protocolo, deberá pagar una licencia a la empresa que lo ha diseñado.

Existe otra clasificación de los protocolos, que pasamos a estudiar a continuación.

A) Protocolos orientados a la conexión

En este tipo de protocolos es necesario establecer una conexión previa entre el emisor y el receptor antes de comenzar el envío de la información. Durante esta fase se acuerdan aspectos como el orden de los datos, la disponibilidad o la fiabilidad de la transmisión.

Estos protocolos garantizan que los datos lleguen correctamente y en el orden adecuado, por lo que son más seguros, aunque también más lentos. Un ejemplo claro es TCP, utilizado en aplicaciones donde es importante que no se pierda información, como la navegación web, el correo electrónico o las descargas de archivos.

B) Protocolos no orientados a la conexión

En estos protocolos no es necesario establecer una conexión previa. El emisor envía los datos directamente, sin esperar confirmación de recepción. Esto hace que sean más rápidos, aunque menos fiables.

Se utilizan cuando la velocidad es más importante que la seguridad en la transmisión. Un ejemplo es UDP, empleado en servicios como videollamadas, juegos en línea o *streaming* en directo, donde perder algún paquete no afecta gravemente a la experiencia, pero sí lo haría un retraso en la comunicación.



ACTIVIDAD PROPUESTA 2.4

Imagina que una empresa quiere transmitir vídeo en directo, enviar correos electrónicos y monitorizar el estado de sus servidores. Debes elegir qué tipo de protocolo (orientado o no orientado a la conexión) es más adecuado para cada tarea y justificar tu elección basándote en velocidad, fiabilidad y tolerancia a errores. Explica también qué problemas aparecerían si se eligiera el tipo de protocolo incorrecto.

2.3. Espacios de las redes locales

Podemos diferenciar los siguientes espacios importantes en una red según los siguientes elementos:

1. Las salas donde se encuentran los ordenadores. Al cableado necesario para conectar los ordenadores en red de cada sala se le suele llamar *cableado horizontal*. Forman parte del cableado horizontal las rosetas y los latiguillos que conectan los equipos a las rosetas (figura 2.3).

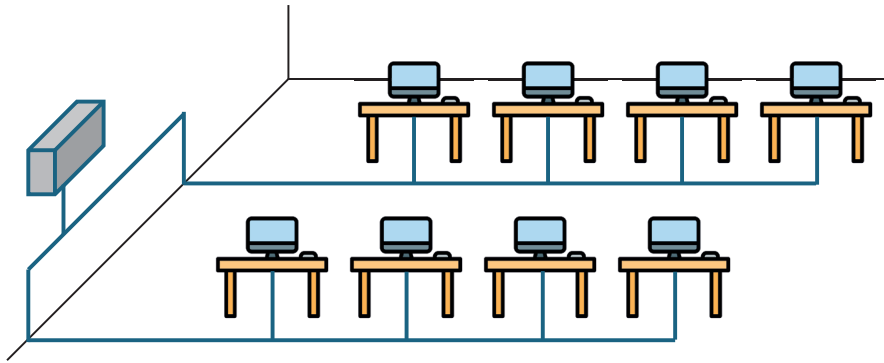


Figura 2.3
Cableado horizontal.



IMPORTANTE

Al conjunto de cables, conectores, canalizaciones, etiquetas, dispositivos y espacios necesarios para montar la red se le denomina *cableado estructurado*. El cableado estructurado actual debe planificarse pensando en el futuro: se recomienda instalar categoría 6A o superior, incluso si hoy no se necesita tanta velocidad. Esto evita tener que rehacer la instalación cuando lleguen nuevas tecnologías.

2. Los cuartillos o armarios que hay en cada planta del edificio y que almacenan los dispositivos específicos que utilizan las redes, como los *switches* o los *routers*. Al cableado necesario para conectar cada uno de esos cuartillos se le suele llamar *cableado vertical* o *backbone* (figura 2.4).
3. El centro de procesamiento de los datos, que es la sala donde se encuentran los servidores y otros elementos de la red. A esta sala se le suele llamar *CPD*.
4. El punto a través del cual recibimos los servicios de internet o de electricidad contratados. A este punto se le suele llamar *cuarto de entrada de servicios*. Para empresas grandes, se aconseja que tanto el servicio de datos (internet) como el de electricidad sean suministrados por dos empresas distintas, por si en algún momento una de las empresas no pudiera ofrecernos servicio por una caída en sus servidores, que nuestra empresa pudiese seguir trabajando con los servicios ofrecidos por la otra compañía.

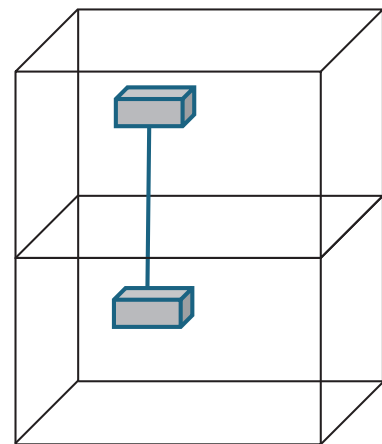


Figura 2.4
Cableado vertical.



ACTIVIDAD PROPUESTA 2.5

Dibuja un plano sencillo de una planta de un edificio (puede ser tu instituto) e identifica en él los espacios de red: cableado horizontal, cableado vertical, rosetas, armario de comunicaciones y CPD. Explica por qué cada elemento está situado donde lo has colocado y qué ventajas aporta esa distribución al funcionamiento de la red.

Las redes actuales deben soportar más dispositivos y un mayor volumen de datos. Por ello, se han incorporado nuevas tecnologías:

- El *edge computing* acerca los datos al usuario final, reduciendo la latencia y mejorando la velocidad de respuesta.
- Los *switches* y *routers* modernos permiten velocidades mucho más altas y gestionan mejor el tráfico.
- La automatización mediante IA ayuda a detectar problemas y ajustar la red sin intervención humana.

Gracias a estas mejoras, las redes son más rápidas, estables y fáciles de administrar.



RECUERDA

El *edge computing* es una forma de procesar datos cerca del lugar donde se generan, en lugar de enviarlos a un servidor lejano o a la nube. La idea es sencilla: si los datos se procesan más cerca, todo ocurre más rápido.

Imagina que, en vez de mandar todos los datos a un CPD central, colocas miniCPD o dispositivos inteligentes repartidos por el edificio, la ciudad o incluso dentro de los propios aparatos. Esos dispositivos toman decisiones sin tener que esperar a un servidor lejano.



CASO PRÁCTICO 2.1

En una de las aulas de tu centro hay 12 ordenadores conectados por cable de red. El alumnado se queja de que, a veces, algunos equipos pierden la conexión a internet durante unos segundos. El resto de la red del centro funciona correctamente. El aula está conectada mediante cableado horizontal a un armario de comunicaciones en el pasillo, donde hay un *switch* y un panel donde llegan los cables del aula. ¿Qué pasos darías para acotar el problema y qué solución propondrías?