



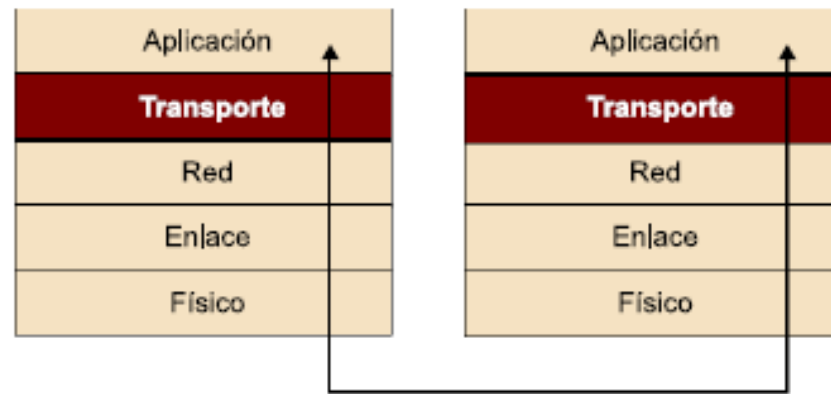
UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Capa de Transporte



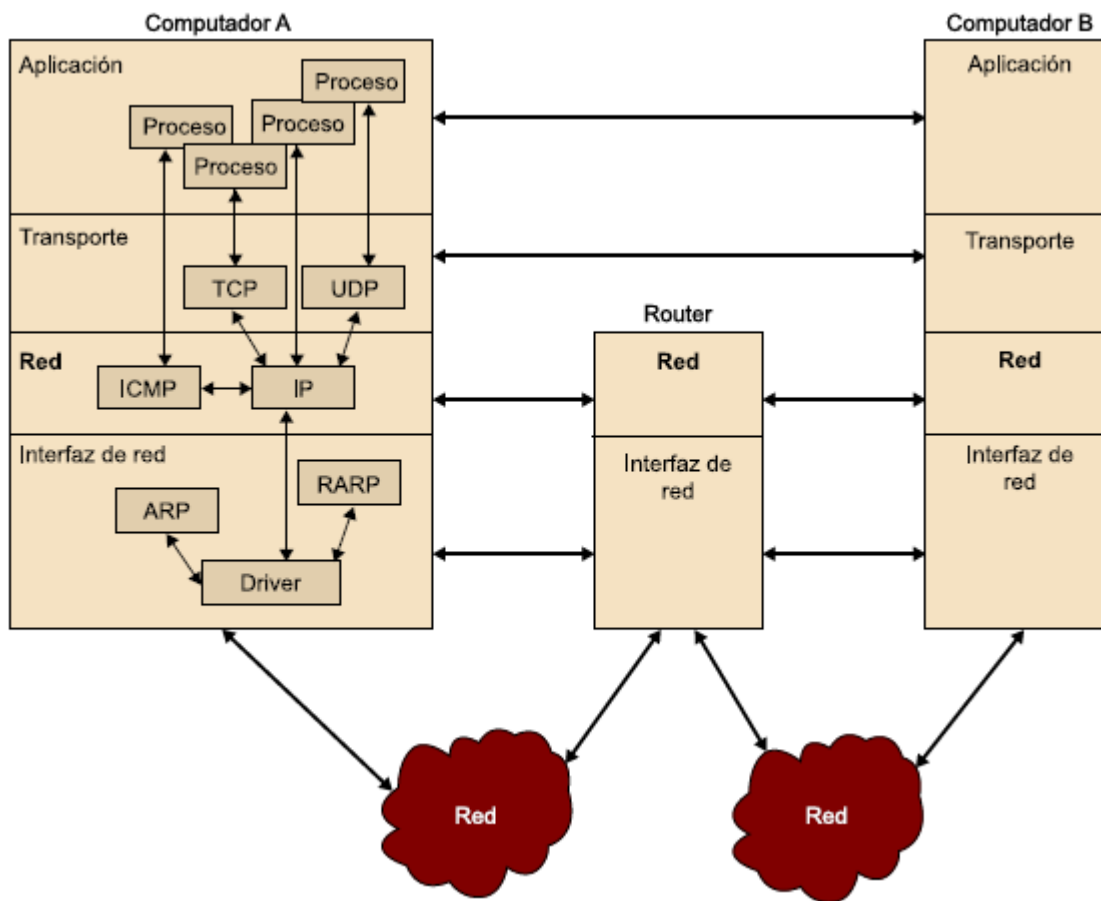
Capa de transporte

La capa de transporte se encarga (proporcionar un control de flujo y de errores extremo a extremo) de proveer comunicación extremo a extremo entre procesos de aplicaciones ubicadas en diferentes *hosts*. Desde el punto de vista de la aplicación, es como si los *hosts* estuvieran directamente conectados, pero en realidad podrían estar en lugares opuestos del planeta, conectados mediante múltiples *routers* y tipo de enlaces diferentes.





Capa de transporte



Protocolos de capa de transporte

- UDP (User Datagram Protocol)
- TCP (Transmission Control Protocol)

Los protocolos de la capa de transporte se implementan en los dispositivos extremos de la red y **no** en los *routers* **ni** en los dispositivos intermedios.

La información transmitida por las aplicaciones es convertida en paquetes de la capa de transporte, conocidos como **segmentos de la capa de transporte**.

- Los segmentos de la capa de transporte se construyen dividiendo la información que quiere transmitir la aplicación en segmentos de un tamaño determinado, a los que se añade una cabecera.



Capa de transporte

Servicios de la capa de transporte

- Garantiza la transmisión sin errores, extremo a extremo, independientemente del tipo de red.
- Controla la transmisión extremo a extremo.
- Es responsable del control de flujo de los datos y del control de congestión de la red.
- Es responsable de establecer, mantener y finalizar las conexiones entre dos *hosts* o un *host* y un servidor en una red.
- Asegura que los datos lleguen sin pérdidas, sin errores y sin ser duplicadas.
- Ordena los paquetes que llegan.
- Se encarga de fragmentar los mensajes y recomponerlos en destino cuando es necesario.
- Permite la multiplexación de diversas conexiones de transporte sobre una misma conexión de red.



Capa de transporte

Relación entre la capa de transporte y la capa de red

La capa de transporte se ubica justo por encima de la capa de red en la pila de protocolos. Mientras que la capa de transporte se encarga de **proveer comunicación lógica entre procesos que se ejecutan en *hosts* diferentes**, la capa de red provee comunicación lógica entre *hosts*. Esta diferencia es sustancial, pues la capa de transporte tiene que permitir que múltiples procesos se comuniquen de forma lógica haciendo uso de una única conexión lógica provista por la capa de red. Este concepto se llama **multiplexación y demultiplexación** de la capa de transporte.

Se definen dos direcciones que relacionan el nivel de transporte con los niveles superior e inferior:

- La **dirección IP** es la dirección que identifica un subsistema dentro de una red.
- El **puerto** identifica la aplicación que requiere la comunicación.

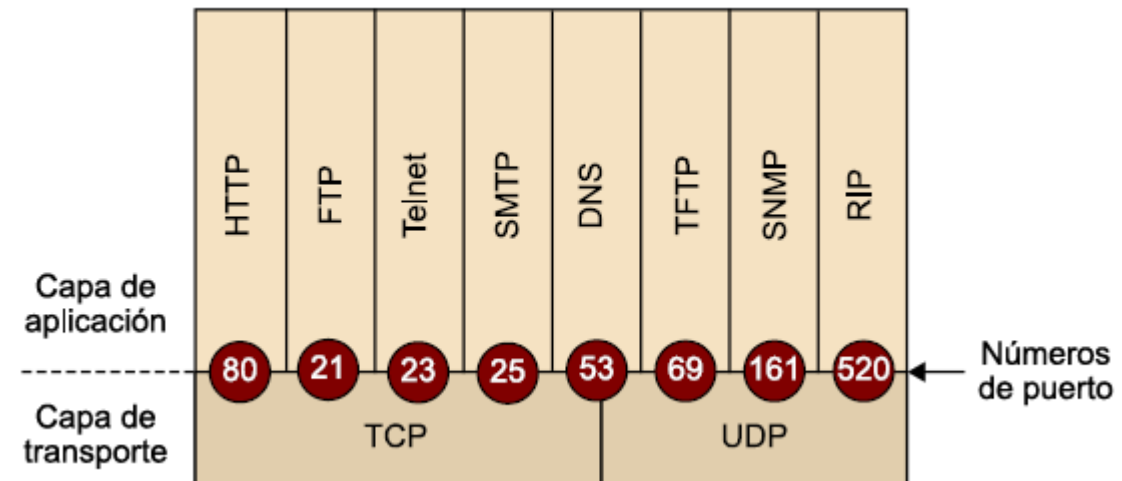


Capa de transporte

Relación entre la capa de transporte y la capa de red

- **Puertos conocidos.** Están regulados por la Internet Assigned Numbers Authority (IANA). Ocupan el rango inferior a 1.024 y son utilizados para acceder a servicios ofrecidos por servidores.
- **Puertos efímeros.** Son asignados de forma dinámica por los clientes dentro de un rango específico por encima de 1.023. Identifican el proceso del cliente sólo mientras dura la conexión

0-255 (IANA)	Aplicaciones públicas.
255-1.023(IANA)	Asignados a empresas con aplicaciones comerciales.
> 1.023	No están registrados (efímeros).





¿Conoce aplicaciones comerciales o libres que utilicen un puerto determinado?
¿Qué puerto utiliza Skype?



Capa de transporte

Transporte no orientado a la conexión: UDP

- El User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo no orientado a la conexión, de manera que no proporciona ningún tipo de control de errores ni de flujo, aunque utiliza mecanismos de detección de errores. En caso de detectar un error, el UDP no entrega el datagrama a la aplicación, sino que lo descarta.
- Hay que recordar que, por debajo, el UDP está utilizando el IP, que también es un protocolo no orientado a la conexión, y que, básicamente, lo que ofrece UDP, en comparación con IP, es la posibilidad de multiplexar conexiones de procesos sobre una misma conexión de red.

¿UDP es ideal para aplicaciones de tipo?

Aplicaciones donde no importe la pérdida de paquetes

Aplicaciones	Puertos
TFTP	69
SNMP	161
DHCP - BOOTP	67/68
DNS	53



Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP

- El Transmission Control Protocol (TCP) es un protocolo de nivel de transporte que se usa en Internet para la transmisión fiable de información. Quizás sea el protocolo más complejo e importante de la pila de protocolos de Internet.
- El TCP da fiabilidad a la aplicación, es decir, garantiza la entrega de toda la información en el mismo orden en que ha sido transmitida por la aplicación de origen. Para conseguir esta fiabilidad, el TCP proporciona un servicio orientado a la conexión con un control de flujo y errores.

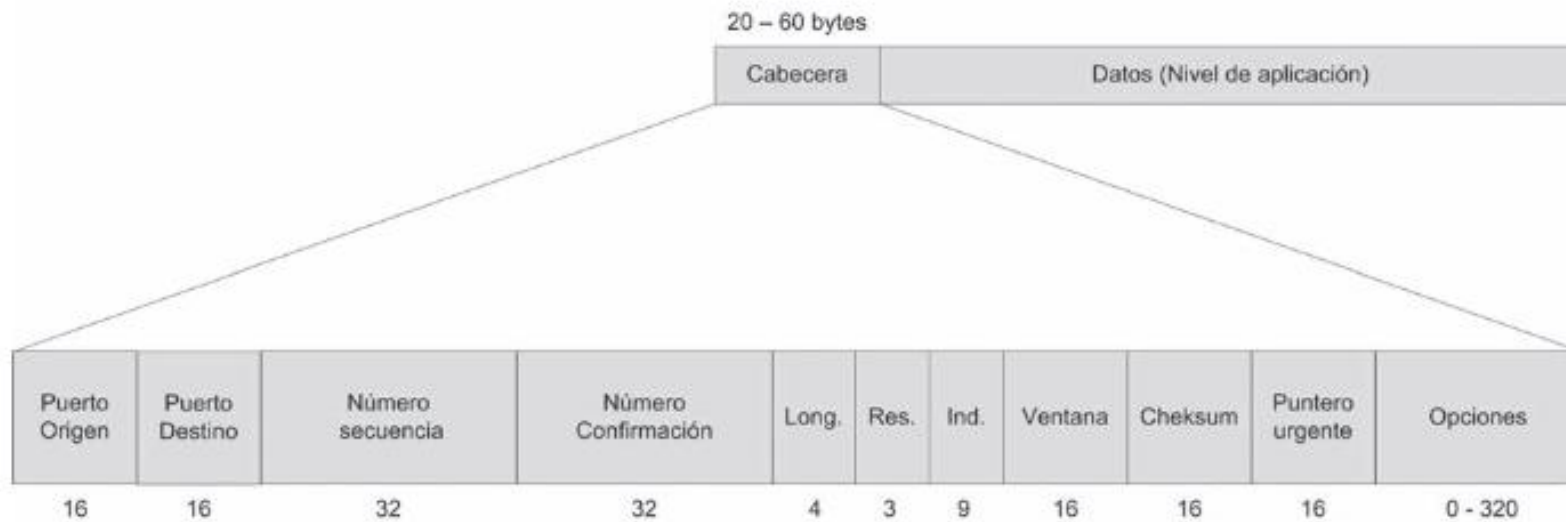
TCP es un protocolo ARQ (protocolo de repetición automática), extremo a extremo, orientado a la conexión (fases de establecimiento de la conexión, envío de datos y cierre de la conexión) y bidireccional (full duplex).



Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP

Las unidades de datos en este protocolo TCP se conocen como segmentos. La estructura de un segmento TCP es la siguiente:





Capa de transporte

Puerto origen: Dirección del puerto origen.

Puerto destino: Dirección del puerto destino.

Número de secuencia: Cada uno de los segmentos en los que se dividen los datos en una comunicación por medio de TCP se enumera. En este campo se envía el número asignado a cada paquete.

Número de confirmación: Si el indicador ACK está activo, este campo confirma la recepción correcta y sin errores de todos los segmentos con un número de secuencia menor o igual al indicado en éste campo y que estuvieran pendientes de confirmación.

Longitud: este campo contiene el tamaño de la cabecera del segmento TCP expresado en grupos de 4 byte, es decir, para un valor de 5 en este campo, la longitud de la cabecera será de 20 bytes.

Reservado: campo reservado de 3 bytes.

Indicadores: Este campo contiene las siguientes flags o indicadores

- NS (Nonce Sum). Indicador para llevar a cabo funciones de control de la congestión
- CWR (Congestion Window Reduce). Utilizado para control de la congestión
- ECE (ECN-Echo). Se activa para indicar la existencia de información sobre la congestión en el campo ECE del datagrama IP.



Capa de transporte

Indicadores: Este campo contiene las siguientes flags o indicadores

- URG. Indica que hay datos urgentes
- ACK. Bit utilizado para validar segmentos recibidos
- PSH. Indica al receptor que entregue a nivel superior todos los datos que tenga disponible el buffer de recepción
- RST. Indica que necesita reiniciar la comunicación
- SYN. Bit utilizado para sincronizar los números de secuencia.
- FIN. Bit utilizado para indicar el fin de la comunicación.

Tamaño de ventana: Parámetro que tiene relación con la función del control de flujo. Se utiliza una técnica conocida como ventana deslizante y este campo indica el tamaño de la ventana.

Checksum: Campo utilizado para comprobar errores en la información tanto de la cabecera como datos del paquete TCP.

Puntero urgente: Este campo contiene un puntero al final de los datos urgentes por lo que a partir de la posición indicada en este campo, comienza los datos con prioridad normal.

Opciones: Es un campo opcional utilizado para enviar diferentes tipos de información adicional. Su longitud es variable se obtiene de campo longitud de la propia cabecera TCP.



Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP

Proporciona fiabilidad mediante los siguientes controles:

- **Control de errores.** TCP es parecido al Go-Back-N pero no descarta segmentos posteriores cuando llegan fuera de secuencia. Permite las retransmisiones selectivas.
- **Control de flujo** (ventana advertida). Sirve para adaptar la velocidad entre el emisor y el receptor. Vigila que el emisor no envíe los segmentos a más velocidad de la que puede emplear el receptor para procesarlos, de manera que se puedan perder paquetes por saturación de la memoria intermedia de recepción.
- **Control de la congestión** (ventana de congestión). Para adaptar la velocidad del emisor a los encaminadores intermedios de la red y evitar así que se colapsen sus memorias intermedias y se puedan perder paquetes.



Capa de transporte

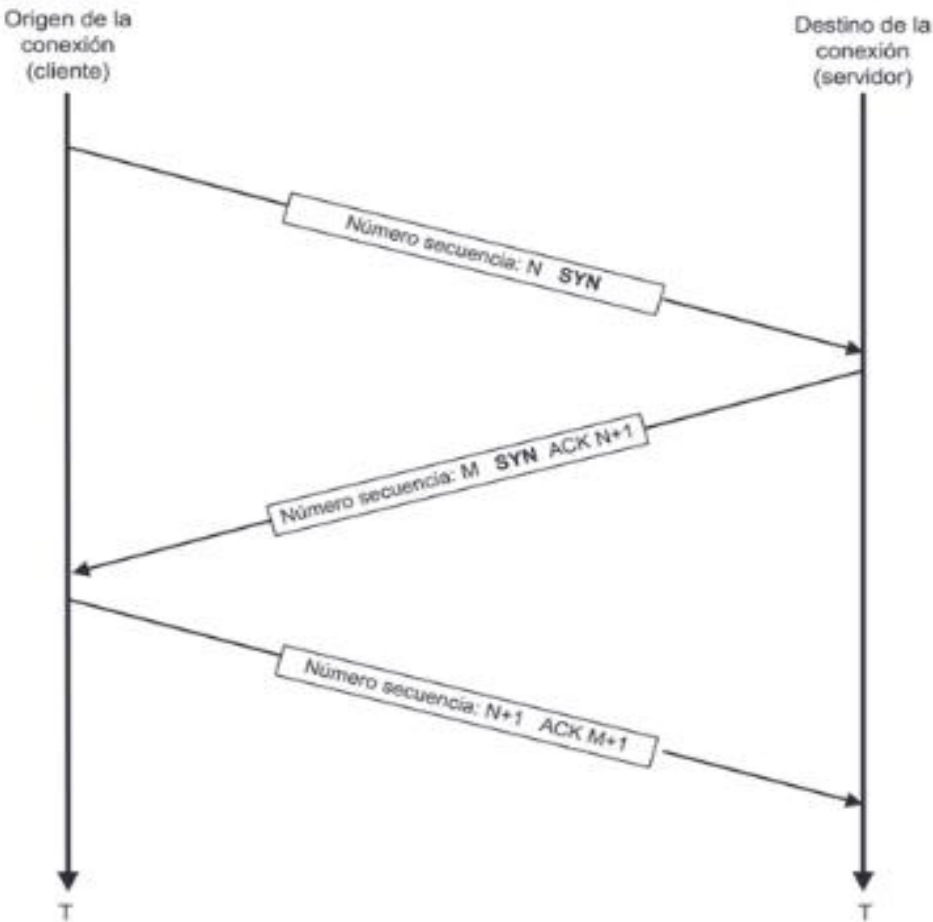
Transporte orientado a la conexión: TCP

- Procedimiento para **establecer** conexiones: 3 pasos.
 1. El origen de la conexión (un cliente) envía un segmento TCP con número de secuencia inicial **N** y el indicador **SYN** activo.
 2. El destinatario de la conexión (normalmente servidor) responde con un segmento TCP con otro número de secuencia M, el indicador SYN activo y el ACK activo con un número de confirmación N+1.
 3. En el último paso, el origen de la conexión envía otro segmento TCP con el número de secuencia N+1 y con el indicador de ACK activo y el número de confirmación M+1.



Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP





Capa de transporte

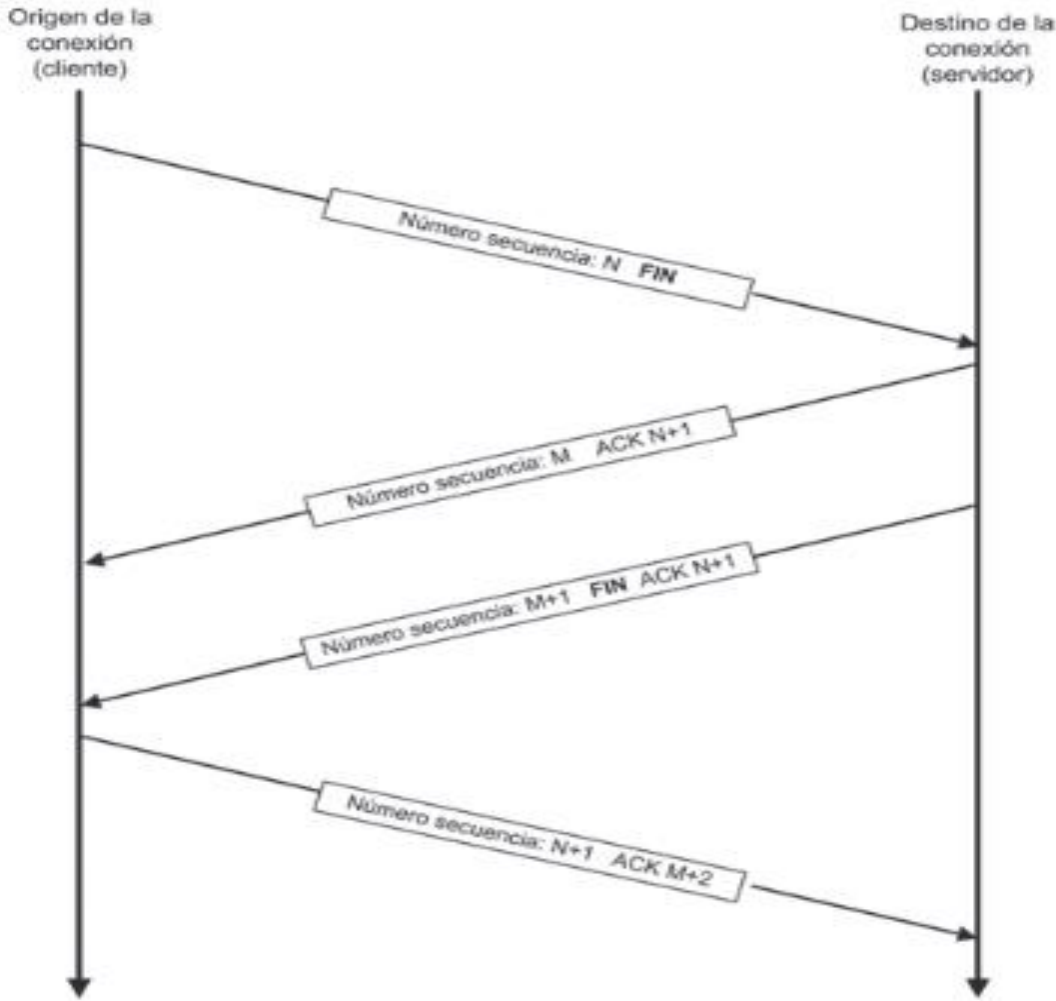
Transporte orientado a la conexión: TCP

- Procedimiento para **finalizar** conexiones: 4 pasos.
 1. El proceso que desea finalizar la conexión envía un segmento TCP con el indicado **FIN** activo y un número de secuencia inicial **N**.
 2. El proceso en el otro extremo envía un segmento TCP con un número de secuencia M y el indicador ACK activo, con el número de confirmación N+1.
 3. Este mismo proceso, envía otro segmento TCP, esta vez con el indicador FIN activo y número de secuencia M+1.
 4. El primer proceso, cuando recibe los dos segmentos anteriores, genera un segmento TCP con el número de secuencia N+1 y el indicador ACK activo con el número de confirmación M + 2.



Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP





Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP

- Las conexiones TCP se pueden encontrar en varios estados

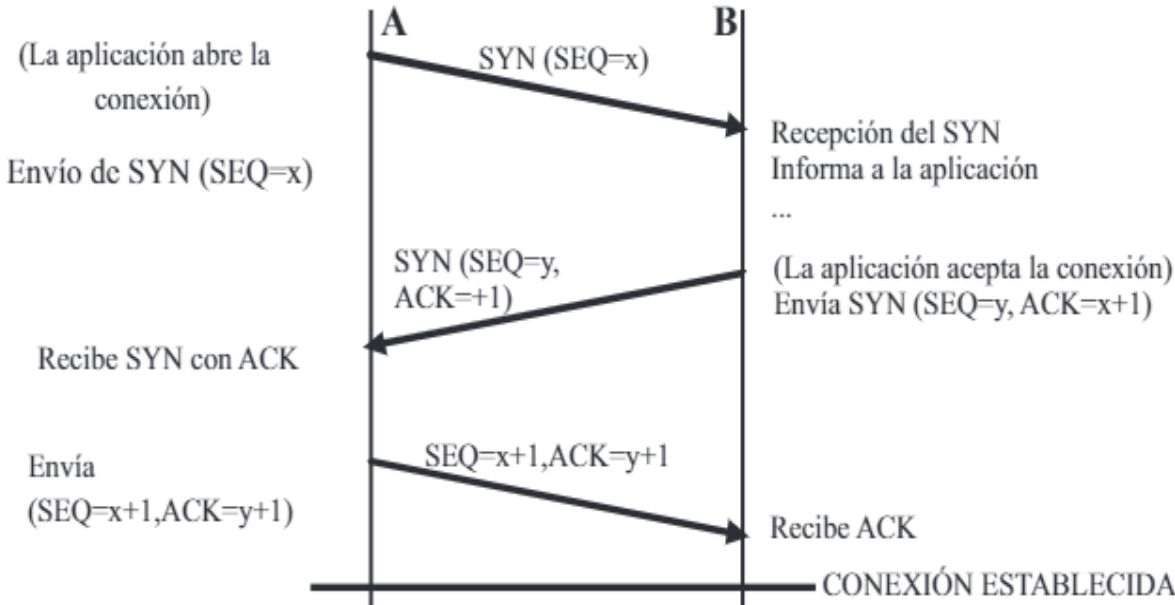
Estado	Descripción
CLOSED	No hay conexión.
LISTEN	Un proceso servidor espera las peticiones de procesos clientes.
SYN-SENT	Se ha enviado una petición de conexión. En espera del reconocimiento.
SYN-RCVD	Se ha recibido una petición de conexión.
ESTABLISHED	Conexión establecida.
FIN-WAIT-1	Se ha solicitado el cierre de la conexión.
FIN-WAIT-2	El equipo remoto ha aceptado el cierre de la conexión.
TIME-WAIT	Esperando la retransmisión de segmentos.
CLOSE-WAIT	Un proceso servidor espera el cierre del proceso cliente.
LAST-ACK	El proceso servidor espera el último reconocimiento.



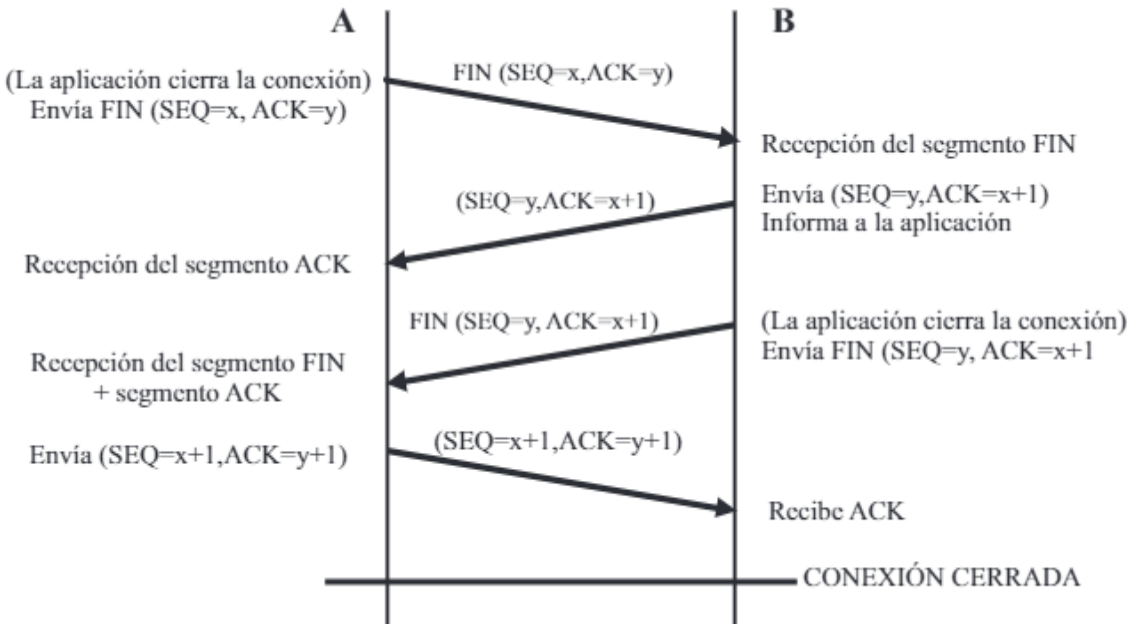
Capa de transporte

Transporte orientado a la conexión: TCP

Establecimiento



Cierre





Capa de transporte

'Negociación' del MSS

1ª Conexión →

Datos →

Desconexión →

2ª Conexión →

Datos →

Conexión con el servidor Web 193.146.58.130 desde el PC 172.29.40.105

Puerto origen y puerto destino

Source port: 53129 (53129)
Destination port: http (80)

Sequence number: 0 (relative sequence number)
Header length: 32 bytes

Preguntas



Referencia bibliográfica

Sánchez Rubio, M. Barchino Plata, R. & Martínez Herráiz, J. J. (2020). *Redes de computadores..* Editorial Universidad de Alcalá. <https://elibro-net.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/es/ereader/sibdi/131606?page=214>



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Capa de Transporte
